ISSN: 1668-5385 (versión impresa)
ISSN: 2683-7110 (versión en línea)

Yvyraretá

Revista país de árboles

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

FCF FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

34

ABRIL 2026

SUPLEMENTO

20ª JORNADAS TÉCNICAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Yvyraretá
Revista país de árboles

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

SECRETARÍA DE CIENCIA Y TÉCNICA

Autoridades

Rectora

M.Sc. Ing. Alicia Violeta BOHREN

Vice-Rector

Ing. Sergio Edgardo KATOGUI

Sec. Gral. de Ciencia y Tecnología

Dr. Pedro Darío ZAPATA

Decano

Ing. Héctor Fabían ROMERO

Vice-Decano

Dr. Ing. Diego Ricardo BROZ

Sec. Académica

Lic. María Cristina BISCHOFF

Sec. Académica Adjunto

M.Sc. Ing. Mariano DI STASI

Sec. de Ciencia y Técnica

Prof. Esp. Carolina Ester RECKZIEGEL

Sec. de Postgrado

Prof. Esp. Carla Verónica DUARTE

Sec. Extensión

Ing. Guillermo KÜPPERS

Sec. de Vinculación Tecnológica

Ing. Silvina BERGER

Sec. Administrativo

Sr. Hugo OSTAPOVICHI

Sec. Bienestar Estudiantil

Est. Richard OLIVELLA

Sec. Bienestar Estudiantil Adjunto

Est. Mariano LIMA

Secretaria Técnica

Ing. Susana Mariela TERESCZCUCH

Yvyraretá
Revista país de árboles

Suplemento de resúmenes

20ª edición
JORNADAS TÉCNICAS FORESTALES Y AMBIENTALES
+ de 40 años de historia

Editorial

Es un honor presentar este suplemento de la revista Yvyraretá, que reúne una valiosa producción académica y científica generada en el ámbito de nuestra Facultad, y en las instituciones con las que compartimos trabajo en territorio y que participaron generosamente en las XX Jornadas Técnicas, Forestales y Ambientales. Este número especial refleja el compromiso sostenido de nuestra comunidad con la generación de conocimientos pertinentes, rigurosos y socialmente situados, en un contexto regional y global atravesado por profundos desafíos ambientales, productivos y sociales.

El suplemento compila un conjunto significativo de trabajos que dan cuenta de la diversidad de enfoques, objetos de estudio y metodologías que caracterizan al campo forestal y ambiental contemporáneo. La cantidad y calidad de las contribuciones aquí reunidas evidencian no solo la consolidación de líneas de investigación y extensión, sino también la apertura a nuevas problemáticas y perspectivas que enriquecen el debate académico.

Las producciones se organizan en torno a seis áreas temáticas que estructuran y orientan la lectura del volumen. En primer lugar, el eje de Educación y Extensión Forestal y Ambiental pone en relieve el papel estratégico de la formación, la divulgación y el trabajo con comunidades en la construcción de saberes y prácticas transformadoras y la interacción sociedad-bosque. En Silvicultura y Manejo de Sistemas Forestales (Bosques Plantados y Nativos) se presentan aportes vinculados a la gestión sostenible, el mejoramiento y la conservación de los recursos forestales, integrando dimensiones productivas y ecológicas.

El área de Planificación Sostenible del Paisaje, Biodiversidad y Conservación reúne investigaciones que abordan la complejidad de los territorios, destacando la importancia de enfoques integrales para la preservación de la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas. Por su parte, Tecnología Aplicada a los Sistemas Forestales y Ambientales da cuenta de innovaciones y desarrollos técnicos orientados a optimizar procesos y mejorar la eficiencia en el sector.

En el eje de Bioeconomía, Administración y Política Forestal, los trabajos analizan aspectos económicos, normativos y de gestión que inciden en el desarrollo del sector, aportando elementos clave para la toma de decisiones informadas y sostenibles. Finalmente, Tecnología de la Madera y Gestión de Industrias Forestales reúne contribuciones acerca de la caracterización de la madera y la transformación de la materia prima, la mejora de procesos industriales y la agregación de valor en la cadena forestal.

Este suplemento no solo constituye un espacio de difusión del conocimiento, sino también una invitación al diálogo transdisciplinario y a la articulación entre investigación, docencia, extensión y el sector privado. En este sentido, reafirma el rol de la universidad pública como actor clave en la construcción de alternativas que promuevan el desarrollo sostenible, con anclaje territorial y compromiso social.

En este marco, resulta fundamental destacar la importancia de sostener en el tiempo estas Jornadas, que en esta oportunidad alcanzan su 20ª edición, consolidándose como un espacio institucional de referencia para el intercambio técnico, académico, la socialización de conocimientos y el fortalecimiento de redes entre técnicos, docentes, investigadores, estudiantes y actores del sector. La continuidad de esta iniciativa no solo evidencia el compromiso de la Facultad con la producción y difusión científica, sino que también reafirma su rol estratégico en la promoción de debates y en la construcción colectiva de respuestas a las problemáticas forestales y ambientales de nuestra región.

Agradezco profundamente a quienes han contribuido con sus trabajos, así como a los equipos editoriales y de evaluación que hicieron posible esta publicación. Confío en que este material será de gran utilidad para investigadores, docentes, estudiantes

y actores del sector, y que contribuirá a fortalecer los vínculos entre la academia y la sociedad.

Ing. Forestal Héctor Fabián Romero
Decano
Universidad Nacional de Misiones
Facultad de Ciencias Forestales

Editada por:

Secretaría de Ciencia y Técnica

Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales

Comité editorial

Consejo de dirección:

Esp. Prof. Carolina Reckziegel. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Secretaría de Ciencia y Técnica. Argentina

Dr. Fermín Gortari. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina

Dr. Jonathan Von Below. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina

Dra. Cecilia Gelabert. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina

Consejo de edición:

Dr. Diego Broz. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina

Dra. Evelyn Duarte. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina

Mgtr. Julieta Kornel. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina

Mgtr. Raul Roznicki. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina

Dra. Norma Hilgert. Universidad Nacional de Misiones. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico. Argentina

Mgtr. Patrícia Rocha. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina

Mgtr. Fernando Niella. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina

Dra. Maria Cristina Plencovich. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía

Mgtr. Beatriz Eibl. Docente Jubilada. Argentina

Dra. Corina Graciano. Universidad Nacional de La Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina

Dr. Pedro Agostini. Docente Jubilado. Argentina

Dra. Florencia Montagnini. Universidad De Yale. Escuela del Medio Ambiente. Estados Unidos

Mgtr. Teresa Suiresz. Trabajador Independiente. Argentina

Equipo técnico

Ing. Susana Mariela Teresczucuch. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina

Adriana Celeste Ibañez. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina

Pierina Desirée Kahlstorf. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina

Lic. Melisa Jeanet Vega. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina

Gráfica:

Tapa: Reserva de Uso Múltiple Guaraní (RUMG). Foto de tapa: Lic. Melisa Jeanet Vega

Contratapa: Paisaje de "Los Palmitos". Plantaciones forestales en las pendientes suaves mezcladas con manchones de bosque nativo en las lomas y sobre los arroyos. Foto de contratapa: Eduardo Hildt
Portada: Lic. Melisa Vega, Tec. Brunet Gerardo Daniel

La Revista Yvyraretá es una publicación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en la que se dan a conocer resultados de investigaciones del campo forestal, agrario y ambiental, y de educación en los mismos, con énfasis en la búsqueda de soluciones a los desafíos actuales en el manejo de los recursos forestales y agrarios.

La publicación es continua con cierre anual.

Se imprimen 30 ejemplares.

Indizada en LATINDEX

Indizada en CAB ABSTRACTS

Licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International

ISSN: 2469-004X (versión en línea)

ISSN: 0328-8854 (versión impresa)

La Revista no se hace responsable de las opiniones contenidas en los artículos, siendo responsabilidad exclusiva de los autores de los mismos.

Toda correspondencia relacionada a la Revista debe ser dirigida a:

Sr. Editor Científico. Facultad de Ciencias Forestales.

Bertoni 124. 3380. Eldorado, Misiones, Argentina.

TE: 054 - 3751 - 431780/431526. Interno 112-130

Email: revistayvyrareta@fcf.unam.edu.ar Web: https://yvyrareta.unam.edu.ar/

XX JORNADAS TÉCNICAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Comisión organizadora

Facultad de Ciencias Forestales

Dra. Carla Verónica Duarte
Esp. Prof. Carolina Ester Reckziegel
Dr. Diego Ricardo Broz
Ing. Guillermo Federico Küppers
Sr. Hugo César Ostapovichi
Ing. Leticia Gisel Quintana
Tec. Lidia Zulma Melgarejo
Mgtr. Mariano Martín Di Stasi
Ing. Mathias Isaac López
Lic. Natalia Belén Schendel
Prof. Paola Fernanda Duarte
Sr. Richard Javier Olivella
Esp. Silvina Berger
Ing. Susana Mariela Teresczcuch

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo

Ing. Alejandra Carvallo
Mgtr. Alejandra Von Wallis
Mgtr. Aldo Keller
Dra. Ángela Winck
Ing. Cristian Schoffen
Dr. Eduardo Hildt
Mgtr. Fidelina Silva
Mgtr. Mauro Loto
Dra. Nardia Bulfe
Ing. Paola González
Dra. Sara Barth
Sra. Viviana Feierabend

Colegio de Ingenieros Forestales de Misiones

Ing. Juan Alberto Acosta
Ing. Sergio Damián Sánchez
Ing. María Angélica Aguilera
Ing. Mabel María Acosta

Comité científico

Ing. Adelaida Bragañolo
Mgtr. Aldo Keller
Ing. Alejandra Carvallo
Dr. Andrés Leszczuk
Dr. Ángela Wink
Dra. Barth Sara
Ing. Cristian Schoffen
Dr. Eduardo Hildt
Dra. Genoveva Gatti
Dr. Jonathan Von Below
Dr. Luis Ritter
Esp. Marina Parra
Mgtr. Miguel López
Mgtr. Norma Vera
Mgtr. Patricia Egolf

Evaluadores de resúmenes de trabajos científicos y comunicaciones

Dr. Abel Scherf
Ing. Adelaida Bragañolo
Ing. Adrián Renzo Moller
Mgtr. Aldo Keller
Dra. Alejandra Badaracco
Mgtr. Alejandra Von Wallis
Dr. Alejandro D. Maggio
Prof. Alejandro Ricardo Iurinic
Dr. Andrés Alejadro Leszczuk
Dra. Ángela Winck
Ing. Cecilia González
Ing. Christian Bulman Hartkopf
Ing. Claudio Javier Dummel
Ing. Cristian Damian Schoffen
Mgtr. Cristian Rotundo
Esp. Darío Marcelo Aranda
Dr. Eduardo Hildt
Ing. Emanuel Leandro Alasia
Mgtr. Fabián Batista Dos Santos
Dr. Fermín Gortari
Mgtr. Fernando Agustín Alvarenga
Ing. Flavia Wegert
Dr. Francisco Rodríguez
Mgtr. Ildor Claudio Meyer
Ing. Iris Figueredo
Dr. Jonatham Von Below
Dr. Jorge Justino Araujo
Dr. Juan Pablo Zurano
Dra. Lilian Patricia Elizabeth Ayala
Ing. Luis Acuña
Dr. Luis Ritter
Dra. Mara Schedler
Mgtr. María A. Carvallo Krieger
Dra. María Del Rosario Montiel
Dr. María Genoveva Gatti
Esp. Marina Parra
Mgtr. Matías Salvador Martínez
Dr. Maximiliano R. Bordón
Ing. Miguel Ángel Correa
Mgtr. Miguel Ángel López
Lic. Mónica Edith Scherf

Dr. Nardia María Luján Bulfe
Ing. Nazareno Fara
Mgtr. Norberto Pahr
Dra. Norma Hilgert
Mgtr. Norma Vera
Dr. Pablo Andrés Poszkus Borrero
Mgtr. Patricia Egolf
Mgtr. Ricardo Alberto Acosta
Lic. Ricardo Luis Penz
Mgtr. Roque Rafael Toloza
Dra. Rosa Ángela Winck
Dra. Sara Regina Barth
Ing. Susana Mariela Teresczcuch
Mgtr. Vanesa Schoffen

Organizadores y patrocinadores

Organiza

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

INTA
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Argentina

INGENIERO FORESTAL Co. I. For. M.

Subsidia

FUNDACIÓN WILLIAMS

Colabora

MUNICIPALIDAD DE ELDORADO

Auspicia

arauco

PINDO

PUERTO LAHARRAGUE S.A. desde 1907

YERBA MATE ANDRESITO

INFOREST

MARCOS SEBASTIAN CAFFETTI
CONTADOR PÚBLICO
MATRÍCULA 2057 - LEY I - Nº 34
C.P.C.E.M.

Flor de Jardín
COOPERATIVA DE PRODUCTORES YERBATEROS DE JARDÍN AMÉRICA LTDA.

PONSSE
AUTHORIZED DEALER

MG MAQUINARIAS GEIER

Introducción

Este suplemento de la revista *Yvyraretá* da cuenta del libro de resúmenes de las contribuciones presentadas en las XX Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales (XX JOTEFA), la cual es organizada de manera conjunta por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, la Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA Montecarlo) y el Colegio de Ingenieros Forestales de Misiones (CoIForM).

El evento se desarrolló los días 15, 16 y 17 de abril de 2026 en la Facultad de Ciencias Forestales, ciudad de Eldorado, consolidándose como un espacio académico de referencia para la socialización de conocimientos, experiencias y avances científicos vinculados al campo forestal y ambiental; el intercambio y actualización para estudiantes, docentes, investigadores, técnicos, empresas y profesionales del sector.

A través de conferencias, exposiciones orales y posters de trabajos académicos, se expusieron y compartieron experiencias, investigaciones, avances científicos y técnicos de 6 áreas temáticas:

1. Educación y Extensión Forestal y Ambiental

2. Silvicultura y Manejo de Sistemas Forestales (Bosques Plantados y Nativos)

3. Planificación Sostenible del Paisaje, Biodiversidad y Conservación

4. Tecnología Aplicada a los Sistemas Forestales

5. Bioeconomía, Administración y Política Forestal

6. Tecnología de la Madera y Gestión de Industrias Forestales.

El documento presenta, en primer lugar, los resúmenes de las catorce conferencias que se desarrollaron, las que fueron presentadas por destacados especialistas de reconocida trayectoria del ámbito nacional e internacional: "Paisajes Productivos Protegidos: alianza estratégica entre producción y conservación", a cargo del Dr. Lucio R. Malizia y el Dr. Alejandro D. Brown; *"Manejo forestal de bosques plantados: balance de carbono, restricciones espaciales e integración logística"*, por el Dr. Julio Eduardo Arce; *"Manejo de los bosques naturales: situación actual y perspectivas"*, por el Dr. Evaldo Muñoz Braz; *"Gestión de la biodiversidad: estrategias para la conservación del bosque nativo basado en los productos forestales no maderables"*, por el Dr. Emanuel Marcelo Grassi; *"Biotecnología forestal en Chile: una herramienta para el mejoramiento de especies forestales"*, por la Dra. Sofía Valenzuela Águila; *"Bonos de biodiversidad: ¿de qué se trata?"*, por la Dra. Florencia Montagnini; *"Red Federal Bosque y Clima: dinámica de crecimiento de los bosques nativos en relación a los cambios ambientales locales y globales"*, por la Dra. Ana Marina Srur; *"Cosecha de eucalipto en Brasil con sistema full-tree"*, por el Dr. Danilo Simões; *"Sensores remotos aplicados a la gestión de sistemas forestales implantados"*, por el Dr. Eduardo Hildt; *"Inteligencia artificial: aplicaciones en el sector forestal"*, por el Dr. Hassan Camil David; *"Tecnología emergente para la silvicultura"*, por el Ing. Ricardo Alejandro Austin; *"La dendroenergía como actividad complementaria en la cadena de valor forestal: presente y futuro"*, por la Dra. Natalia Raffaeli; *"Conectividad ecológica: fortaleciendo la biodiversidad frente al cambio global"*, por la Dra. Teresa Goicolea; y *"Rol del sector forestal en la reducción de los gases de efecto invernadero"*, por el Dr. Pablo Luis Peri; todos profesionales de alto nivel académico y profesional.

Seguidamente se encuentran los resúmenes de las charlas técnicas, las cuales están orientadas a la transferencia de conocimientos aplicados y experiencias del sector para el abordaje de problemáticas actuales. Éstas fueron: *"Fuego vs. tiempo: la batalla que perdemos por no actuar antes"*, a cargo del Tec. Emiliano Pastura y Carolina Mosquera; *"Geração de créditos de carbono: chegou a vez dos pequenos emprendimientos?"*, por el Dr. Eleandro José Brun; *"Tecnologías digitales que mejoran la productividad del sector forestal en tiempos de IA"*, por la Dra. Gabriela

Corsano, el Dr. Rodolfo Dondo y colaboradores; e *"Integrando capacidades para el estudio de la madera y su relación con el ambiente"*, por la Ing. Elsa Iris Figueredo, la Ing. Adelaida Bragañolo y la Dra. Angela Rosa Winck. Estas charlas aportaron una mirada aplicada e interdisciplinaria, articulando avances tecnológicos, experiencias territoriales y herramientas para la toma de decisiones en el ámbito forestal y ambiental.

A continuación, se incluyen los resúmenes de las mesas sectoriales concebidas como espacios de diálogo e intercambio entre actores clave del sector. En la mesa "*Certificación Forestal*", se buscó desarrollar un conversatorio participativo entre representantes del ámbito público, privado, técnico y académico, centrado en el análisis del rol actual de las certificaciones forestales, sus implicancias en la gestión sostenible de los bosques y su vinculación con la producción y los mercados. A partir de experiencias concretas, empresas certificadas, propietarios y profesionales compartieron aprendizajes, desafíos y oportunidades en la implementación de estándares como FSC® y PEFC. Por su parte, la mesa "*Paisajes Productivos Protegidos*" abordó este enfoque como una herramienta de gestión territorial orientada a la articulación multisectorial y la construcción de consensos en contextos de alta valoración ambiental. Organizada en torno a ejes vinculados a los desafíos futuros del sector, el aporte del programa PPP en la gestión productiva y las tensiones entre producción y conservación de la biodiversidad, esta instancia permitió visibilizar estrategias, dificultades y oportunidades para avanzar hacia modelos de desarrollo más sostenibles e integrados.

Finalmente, el núcleo principal del volumen está conformado por los resúmenes de trabajos científicos, organizados según las seis áreas temáticas mencionadas. Se cuenta con la compilación de un total de 240 resúmenes de trabajos científicos, presentados de forma oral (veintisiete) o en formato póster (doscientos trece). El área de Educación y Extensión Forestal y Ambiental reúne 33 trabajos, destacando el rol de la formación, la comunicación y el vínculo con la comunidad en la construcción de prácticas transformadoras. Por su parte, Silvicultura y Manejo de Sistemas Forestales concentra 83 contribuciones, constituyéndose en el eje con mayor volumen de producción. El área de Planificación Sostenible del Paisaje, Biodiversidad y Conservación incluye 58 trabajos que abordan la complejidad territorial desde enfoques integrales. En Tecnología Aplicada a los Sistemas Forestales se agrupan 21 trabajos vinculados a innovaciones y herramientas para la gestión, mientras que Bioeconomía, Administración y Política Forestal reúne 10 contribuciones centradas en las dimensiones económicas e institucionales del sector. Finalmente, Tecnología de la Madera y Gestión de Industrias Forestales presenta 35 trabajos orientados a los procesos industriales y el agregado de valor.

La diversidad temática y la cantidad de aportes reunidos en este volumen no solo reflejan el crecimiento sostenido de la Jornada, sino también el compromiso de la comunidad académica y profesional con la producción de conocimientos relevantes y situados. Este libro constituye, así, una herramienta fundamental para la difusión científica y el fortalecimiento de redes de trabajo, promoviendo el diálogo entre investigación, docencia, extensión y sector productivo.

Las XX JOTEFAS reafirman, de este modo, su lugar como un ámbito estratégico para el intercambio de saberes y la construcción colectiva de respuestas frente a los desafíos actuales del desarrollo forestal y ambiental.

Índice

CONFERENCIAS 32

Paisajes Productivos Protegidos: alianza estratégica entre producción y conservación 33
Lucio R. Malizia, Alejandro D. Brown

Manejo forestal de bosques plantados: balance de carbono, restricciones espaciales e integración logística 34
Julio Eduardo Arce

Cosecha de eucalipto en Brasil con sistema full-tree 35
Danilo Simoes

Manejo de los bosques naturales: situación actual y perspectivas 36
Evaldo Muñoz Braz

Gestión de la biodiversidad: Estrategias para la conservación del bosque nativo basado en los Productos Forestales No Maderables 37
Emanuel Marcelo Grassi

Biotecnología forestal en Chile: una herramienta para mejoramiento de especies forestales 38
Sofía Valenzuela Águila, Claudio Balocchi Leonelli, Paula Aguayo Cárcamo, Ricardo Durán Reyes

Bonos de biodiversidad: ¿De qué se trata? 40
Florencia Montagnini

Red Federal Bosque y Clima: dinámica de crecimiento de los bosques nativos en relación a los cambios ambientales locales y globales. 42
Ana Marina Srur

Conectividad ecológica: fortaleciendo la biodiversidad frente al cambio global 43
Teresa Goicolea

Sensores remotos aplicados a la gestión de sistemas forestales implantados 45
Eduardo Hildt

Inteligencia Artificial: aplicaciones en el sector forestal 47
David C. Hassan

Tecnología emergente para la silvicultura de Plantaciones 48
Ricardo Alejandro Austin

La dendroenergía como actividad complementaria en la cadena de valor forestal: presente y futuro 49
Raffaeli Natalia

Rol del sector forestal en la reducción de los GEI 51
Pablo Luis Peri

CHARLAS TÉCNICAS 52

Fuego vs Tiempo: la batalla que perdemos por no actuar antes 53
Emiliano Pastura, Carolina Mosquera

Geração de créditos de carbono: chegou a vez dos pequenos empreendimentos? 54
Eleandro José Brun

Tecnologías digitales que mejoran la productividad del sector forestal en tiempos de IA 55
Maximiliano Bordón, Diego Broz, Gabriela Corsano, Rodolfo Dondo, Eduardo Hildt, Daniel Rossit, Nicolás Vanzetti, Luis Zeballos

Integrando capacidades para el estudio de la madera y su relación con el ambiente 57
Figueredo Elsa Iris, Bragañolo Adelaida, Winck Rosa Angela

MESAS SECTORIALES 58

Conversatorio sobre Certificaciones Forestales: FSC y PEFC 59
Florencia Chavat, Esteban Carabelli, Silvia Korth, Diego Chifarelli, Flavia Wegert, Viviana Rambo, Marina Madoery, Marcela Benitez

Mesa Sectorial: Paisajes Productivos Protegidos 60
Lucio R. Malizia, Pablo Cortez, Paula Montenegro, Raúl Eschenone, Darío Javier Stevens, Pedro Diez Repeto, Juan Mauricio Quezada Alvarez

RESÚMENES DE TRABAJOS CIENTÍFICOS 62

ÁREA: EDUCACIÓN Y EXTENSIÓN FORESTAL Y AMBIENTAL 63

Ações de Extensão do Projeto Mulher Caiçara na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba -Paraná -Brasil 64
Laura Gomes Silva, Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Fabiani das Dores Abati Miranda, Tatiane Peratz

Relato sobre a importância do Manejo da Espécie Arbórea *Tabebuia cassinoides* na Cultura Caiçara no Litoral do Paraná - Brasil 66
Luis Guilherme Pereira de Brito, Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Fabiani das Dores Abati Miranda

Educação ambiental na Gestão de Resíduos Sólidos em Áreas Protegidas 68
Jardelma Assunção Sousa, Daniela Cleide Acebedo de Abreu, Fabiane das Dores Abati Miranda

Perfiles de uso de inteligencia artificial entre estudiantes de ingeniería: un estudio en la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM) 70
Julio Alfredo Romero, Carolina Ester Reckziegel, Yanet Ailyn Medina, Tamara Ayelén Krentz, Flavia Ramona Acosta, Iara Guadalupe Gimenez

La enseñanza de la Ordenación Forestal en la Carrera de Ingeniería Forestal 72
Diego Broz, Alejandro Vargas, Emanuel Alasia, Mathias López

Extensión rural para el fortalecimiento de la apicultura familiar y el uso sustentable del bosque nativo en Misiones 74
María Alejandra Carvallo Krieger, Micaela Belén González

Talento joven en acción: demandas del sector y desafíos de los graduados en su primera entrevista laboral 76
Griselda Beatriz Zayas, Nora Melnechuk

Las cuencas hidrográficas como unidad territorial para el desarrollo sostenible 78
Mario Gabriel Sackser, Rosana Manuela Méndez, René Elvio Ríos, Diego Martín Erbetta

Patrimonio biocultural y plantas medicinales: aportes de tres proyectos de extensión universitaria en Santiago del Estero 80
Enrique Roger, José Antonio Díaz Zírpolo, María de los Ángeles Basualdo, Sol Morend, Valeria Ibañez Moro, Hugo Acosta, Manuel Palacio

Educación ambiental y monitoreo de avifauna en la cuenca del Arroyo Paticuá: Una estrategia integrada para la conservación de la biodiversidad local 82
Rosana Manuela Mendez, Lorena Marcela Ortiz, Mariano Nicolas Lima, Fernando Javier Vier, Erwin Alonso Figueras, José Luis Melgarejo, Santiago Emanuel Aguinagalde

A extensão universitária como ferramenta na imersão e modo de vida da cultura caiçara inseridas na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba 84
Luis Guilherme Pereira de Brito, Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Miranda, Fabiani das Dores Abati

Educación ambiental y biodiversidad fúngica: Relevamiento estacional de Macromicetos en el sendero “Mielero” del Parque Provincial Araucaria, Misiones ... 86

Agustina Paz, Santiago Andres Martinez, Javier Fernando Vier

Experiencias de la aplicación del Proyecto Pago por Resultados de REDD+ financiados por el Fondo Verde del Clima en territorio santafesino 88

María Luciana Manelli, Carolina Belén Mendoza, Rocío Belén Cainelli

Restauración y puesta en valor de los dibujos elaborados por el Ingeniero Forestal Roberto F. Pascutti 90

Ricardo Javier Dos Santos, Nora Gisela Melnechuk, Débora Solange Saldivar, Victoria Carolina Groschopf, Rubén Ángel Ely

Ambiente y Educación en Misiones: Exploración de Prácticas Vigentes y una Propuesta de Trabajo con Fuentes Mediáticas 92

Sandra Aurora Cubilla, Ricardo Javier Dos Santos

Cómo fomentar la implantación de bosques leñateros en regiones áridas mediante distintas estrategias participativas 94

Laura Cynthia Palomeque, Miguel Ángel Cárcamo, Silvia Mónica Maciel, Agustin Candrak, Federico Nahuel Martin, Leonardo Rubén Brondino, Matias Jorge Enrique, Liliana Cardozo, José Vandecaveye

Educación Ambiental Integral en el Profesorado Universitario en Ciencias Agrarias. Cartografía de experiencias de un campo emergente y transformador 96

Juliana Romina Piris, Raúl Demetrio Roznicki, Ricardo Alberto Acosta, Fabian Dos Santos Batista, Ramona Soledad Correa Melnichuk, Darío Marcelo Aranda, Mariela Paredes Cáceres, Marina Parra

Hacer visible lo invisible: Mujeres de la Cuenca Forestal Villa Guillermina 98

Ana María Deambrosi, Romina María Cecilia Beltrán

Sabores con identidad: fortalecimiento de la alimentación saludable y conservación de la diversidad biocultural 100

Analia Pirondo, Patricia Sandra Blatter, Florencia Elías

El árbol Matemática: representaciones sociales y aprendizaje de la Matemática en estudiantes de Ingeniería Forestal de la UNaM 101

Julieta Edith Kornel, Pablo Daniel Vain

Gobernanza colaborativa para el desarrollo productivo en la comunidad originaria Tekoa Miri. 103

Mara Schedler, Miguel Ángel Correa, Roque Rafael Toloza, Celso Limberger, Romario Dohmann, Daniel Schmidel

Qualidade da Água em Unidades de Conservação e a Extensão Universitária na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba 105

Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Fabiani das Dores Abati Miranda, Vaneza Andrea Lima de Freitas, Paola Regina Dalcanal, Jardelma Assunção Sousa, Laura Gomes da Silva, Luis Guilherme Pereira de Brito

Compromiso participativo de la comunidad juvenil de la región de Despeñaderos para mitigar los efectos del cambio climático 107

Marisa Jacqueline Joseau, Sandra Rodríguez Reartes, Javier Frassoni, Fatima Romero, Ana Meehan, Alejandra Francia, Nancy Sánchez, Melina Scandaliaris

Producción de varas de Eucalipto para instalaciones e infraestructura productiva para pequeños productores. 109

María Rosana Ferruchi, Aldo Keller, Rodolfo Kreuzner, Juan Carlos Kobler, Gladys Gasser

Cartografiando Saberes: Innovación en la enseñanza de la geomática a través de plataformas digitales abiertas 111

Gustavo Ariel Maslowski, Martín Orlando Orona, Rubén Carlos Cinauski, Alejandro Roberto Vargas, Felipe Sodré Mendes Barros, Tania Marina Jungblut Schuh, Luna Gianela Lindao, Mauricio Julian Schweigert, Andres Angel Leonardo Lindao

La cooperación universitaria como herramienta de la integración regional, Convenio Específico de Doble Titulación para las carreras de Ingeniería Forestal de la UNaM y la UTFPR 112

Andres Angel Leonardo Lindao, Héctor Fabian Romero, María Madalena Santos da Silva, María Cristina Bischoff, Mariano Martín Di Stasi

Primer Inventario Micológico en la R.U.M.G 103 Especies Bajo el Dosel Misionero con un Potencial Nuevo Registro para Argentina 114

María Emilia Cardozo, Santiago Andrés Martínez, Claudio Javier Dummel, Fernando Javier Vier, Facundo Javier Sanchez, Omar Ferrerira

Educación ambiental y sustentabilidad: homeopatía aplicada a sistemas agrícolas, pecuarios y forestales 116

Sharim Cynthia Lobo, Alejandra Lorena Decara, Jonathan Von Below, Irene Viviana Reyes, Pedro Boff, Wilson Itamar Godoy

De Semente à Floresta: A Casa de Vegetação como Espaço de Ensino e Sustentabilidade 118

Yasmin Badluk Laroca, Andreza Taveira Silva, Estéfany Fontana, Carla Cristina Becker, Flávia Favero, Franz Lira Pancera, Guilherme Attila Ribeiro Sarkany, Hanna Francielle Padilha, Kassiani de Fatima Bueno Ruth, Luiz Alfredo Zanella Gouvea, Nilson Costa Neto, Victor Lucas Rodrigues Alcides Nascimento, Pedro Petzen Oliveira, Fernanda Niéri Lima, María Madalena dos Santos Silva

Diagnóstico rural rápido en el municipio de Pozo Azul. Misiones 120

R. Toloza, R. Perez, E. Méndez, C. Baray, S. Villarino, E. Martínez, J. Koziarski, R. Molina, M. Riegel, M. López, N. López

Casa de vegetação escolar sustentável como ferramenta de educação ambiental e extensão universitária 121

Fernanda Niéri Lima, Estéfany Fontana Brasil, Andreza Taveira Silva, Carla Cristina Becker, Flávia Favero, Franz Lira Pancera, Guilherme Attila Ribeiro Sarkany, Hanna Francielle Padilha, Kassiani de Fatima Bueno Ruth, Luiz Alfredo Zanella Gouvea, Nilson Costa Neto, Victor Lucas Rodrigues Alcides Nascimento, Pedro Petzen Oliveira, Yasmin Badluk Laroca, Maria Madalena dos Santos Silva

Programa de Postítulo Docente en Educación Ambiental Integral: Una propuesta colaborativa entre la Fundación Ma'era, la Facultad de Ciencias Forestales y la Escuela Agrotécnica Eldorado 123

Sthefanía Belén Núñez, María Sol González, Ivana Marisol Barrios, Mateo Leandro Marín

Escuelas de Campo para el fortalecimiento del manejo del bambú en Misiones y su articulación con cadenas de valor e industrialización 125

Silvia Marisel Korth, Hernán Gerónimo Sosa, Lucía Viviana Rambo, Marina Teresa Madoery, Rubén Darío Bischoff

La Enseñanza de Ecología en el Patio de la Escuela como estrategia de formación docente para la conservación en Misiones 127

Rossana Celeste Lezcano, Norma I. Hilgert

ÁREA: SILVICULTURA Y MANEJO DE SISTEMAS FORESTALES (BOSQUES PLANTADOS Y NATIVOS) 129

Análisis comparativo del rendimiento y consumo de combustible de harvesters de rueda entre Argentina, Brasil, y Uruguay 130

Patricio Mac Donagh, Danilo Simoes, Alejandro Olivera, Eduardo Lopes, Julio Arce

Impacto del diámetro mínimo aprovechable en la disponibilidad de biomasa residual en plantaciones de *Pinus taeda* L. 132

Emanuel Alasia, Eduardo Hildt, Andrés Leszczuk , Pablo Cipriotti, Patricio Mac Donagh

Tiempos de actividades de forwarders en tala rasa de Pinus spp. Análisis y modelos en función a los avances tecnológicos 134

Andrés Leszczuk, Patricio Mac Donagh, Emanuel Alasia, Eduardo Hild

Transporte de rollos en Misiones, análisis la incidencia de las configuraciones de los camiones en los rendimientos 136

Patricio Mac Donagh, Kalle Kärhä, Allan Bradley, Wang Dian, Gunnar Svenson

Estimación de carbono en plantaciones de *Pinus caribaea* en la Orinoquia Colombiana 138
Alonso Barrios, Ana Milena López

Quantificação de carbono do clone AEC 0144 em sistemas de integração lavoura pecuária floresta 140
Carla Cristina Becker, Franz Lira Pancera, Eleandro José Brun

Análisis histórico de la peligrosidad de incendios y variabilidad del Índice FWI en el noreste de Corrientes, Argentina 142
Camila Gisel Baray, Javier Ezequiel López, Diego Ricardo Broz, Carlos Pereyra

Desarrollo de un Plan de Contingencia para el Área Natural Protegida Monte Seguín, Puerto Rico, Misiones 144
Mario Urnau, Diego Broz, Javier Lopez

Hacia una Gestión Integrada del Fuego: Validación del índice FWI y umbrales críticos de peligro en la región noreste de Corrientes, Argentina 146
Diego Ricardo Broz, Alexandre Tetto, Javier Ezequiel López, Carlos Pereyra, Camila Gisel Baray

Modelización predictiva del peligro de incendios en Corrientes: Validación del FWI mediante Regresión Logística Multivariada 148
Javier Ezequiel López, Diego Ricardo Broz, Alexandre Tetto, Carlos Pereyra, Camila Gisel Baray

Efecto del genotipo y la edad de la planta madre en el enraizamiento de *Peltophorum dubium* 150
Fernando Niella, Thalmayr Peggy, Rocha Patricia

Evaluación de producción de resina en familias híbridas de *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* 151
Cristian Andrés Rotundo, Cristian Damián Schoffen, Ector Cesar Belaber

Evaluación de progenies de algarrobos blancos 152
Carmen Vega, Fanny Medina, Gerardo Tenaglia, Raúl Mendoza, Cristian Giménez, Víctor Pérez , Germán Caballero, Diego López Lauenstein

Identificación de rasgos foliares asociados a tolerancia al estrés hídrico para uso en mejoramiento genético de *Neltuma alba* 154
Diego López Lauenstein, Carmen Vega, Aníbal Verga, Ramiro Lascano, Paula Marchelli

Nuevo clon de sauce nativo seleccionado para el delta del Paraná 156
Teresa Cerrillo , Victorio Dieta, Sabrina Loval, Mauro Fernández, Florencia Pomponio, Susana Torales

Nuevos cinco clones de sauce "doble propósito" registrados en 2026 158
Teresa Cerrillo, Esteban Thomas, Jorgelina Grande, Mauro Fernández, Sabrina Loval, Lucas Leverone

Uso de H_2O_2 e AIB na miniestaquia de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud em propágulos de matrizes com diferentes idades 160
Maria Clara Coutinho Rodrigues, Dayane de Resende Fortunato, Ana Carolina Nascimento de Oliveira, Giovanna Campos Mamede Weiss de Carvalho, Jussara Tamires de Souza Silva Goulart, David Pessanha Siqueira, Deborah Guerra Barroso

A influência da posição da semente na semeadura sobre a germinação, vigor e a emergência de plântulas de *Dahlstedtia muehlbergiana* 162
Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Alfredo Carlos Stucan, Beatriz Irene Eibl, Genoveva Gatti

Avaliação Nutricional do Solo na UTFPR – Dois Vizinhos: Diagnóstico e Implicações para o Manejo 164
Guilherme Jesus dos Santos Lima, Eleandro José Brun

Crecimiento de una especie forestal de la Amazonia y toxicidad en el uso de recipiente biodegradable de TNT 166

Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira, Angélica Croce de Souza, Maria Eduarda Marques Da Conceição, Gabriel Soares Lopes Gomes, Jacyelli Sgranci Angelos, Fabricia Benda de Oliveira

Desinfestação e estabelecimento *in vitro* de louro pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrabida ex Steudel) 168

Amanda Gabrielly Coelho Olenka, Hanna Francielle Padilha , Fernanda Niéri De Lima, Luiz Alfredo Zanella De Gouvea, Simone Neumann Wendt

Determinación de nutrientes por Energía Dispersiva de rayos X (EDX) y su relación con la morfometría de las acículas de Pino híbrido F2: estudios preliminares 170

Adrián Renzo Moller, Iris Figuerdo, Santiago Martínez, Rosa Angela Winck, Natalia Romina Banegas, Marcelo Javier Beltrán, Luis Colcombet

Efecto de la temperatura, sustrato de siembra y desinfección en el poder germinativo de semillas de *Aspidosperma australe* Müll. Arg. 172

Cecilia Gonzalez, Noel Ortellado, Gabriela Rodriguez, Rosana Ramos, Heidi Krausemann, Daniela Cleide Acevedo de Abreu, Maria Genoveva Gatti

Efecto del almacenamiento en frío sobre la germinación de semillas de *Jacaranda micrantha* Cham. 174

Natalia Luisa Zaleski, Cecilia Gonzalez, Gabriel Ramón Ortiz, Ludmila Cydejko

Efecto del contenido de humedad y del tipo de envase en el almacenamiento de semillas de *Dahlstedtia muehlbergiana* (Hess.) M. J. Silva & A. M. G. Azevedo 175

Ramón Gabriel Ortiz, Cecilia González, Gabriela Rodríguez, Luisa Natalia Zaleski

Efeitos de temperaturas extremas de embebição na germinação de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Uma simulação de estresse climático 177

Rosiele Farias da Silva, Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Beatriz Irene Eibl

Métodos de acondicionamiento para determinar la viabilidad por tetrazolio en semillas de *Aspidosperma australe* Müll. Arg. 179

Gonzalez Cecilia, Gabriel Ortiz, Rosana Ramos, Gabriela Rodriguez, Luisa Zaleski, Daniela Cleide Acevedo de Abreu, Ma. Genoveva Gatti

Métodos de siembra para la germinación de semillas de *Erythrina falcata* Benth. 181

Luis Maria Bóveda, Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Alfredo Carlos Stucan, Valentina Celeste Alpuy, Beatriz Irene Eibl

Modelamiento del área de albura en plantaciones de *Gmelina arborea* en bosques secos tropicales de Colombia 183

Alonso Barrios, Ana Milena López

Potencial de cama de aviário e do biochar a partir de podas urbanas para a produção de mudas de *Cordia trichotoma* 184

Kassiani de Fatima Bueno Ruth, Jardelma Assunção Sousa, Fernando Kassab Thibes, Luís Guilherme Pereira de Brito Brito, Fernanda Niéri Lima, Victoria da Silva Santos, Victor Lucas Rodrigues Alcides Do Nascimento, Nilson Costa Neto, Luana Maria Dos Santos, Elisabete Vuaden, Flávia Alves Pereira, Erick Martins Nieri

Potencial dendrocronológico y dinámica de crecimiento de *Maclura tinctoria* (Mora amarilla) en la Selva Paranaense, Misiones 186

Daniel Zena, Marcos Radins, Diego Ortiz, Juan Mauricio Quezada Alvarez

Potencial do biochar de podas urbanas em diferentes formulações para a produção de mudas de *Cordia trichotoma* 188

Érick Martins Nieri, Victória Silva Santos, Kassiani de Fátima Bueno Ruth, Luana Maria Santos, Flávia Alves Pereira, Eleandro José Brun

Preparación de terreno en el cultivo de yerba mate. Su efecto a los 18 meses 190

Norberto Manuel Pahr, Fernando Serino, Marcos Costa, María Rosana Ferruchi

Produção de mudas de *Peltophorum dubium* a partir de formulações de cama de aviário e biochar de poda urbana 192

Fernando Kassab Thibes, Jardelma Assunção Sousa, Luís Guilherme Pereira Brito, Luana Maria Dos Santos, Flávia Alves Pereira, Eleandro José Brun, Érick Martins Nieri

Respuesta fotosintética de *Pinus taeda* L. y pino híbrido F1 PEE×PCH INTA-PINDO frente a estrés hídrico severo y su recuperación 194
Cristian Damián Schoffen, Nardia Bulfe

Calidad de las semillas de *Cupania vernalis* Cambess recolectadas después de la dispersión natural 196
Valentina Celeste Alpuy, Carlos Alfredo Stucan, Patricia Micaela Pryczuk, Rocio Soledad Villalba, Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Beatriz Irene Eibl

Crecimiento de especies arbóreas nativas en sistemas agroforestales con yerba mate en Misiones: ajuste de modelos para DAP y altura total 198
Sara Regina Barth, Néstor José Munaretto, Noelia Mercedes Ramírez, Diego Rolando Aquino, Lucas Manuel Giménez, Cristian Pablo Infuleski

Crecimiento inicial de 10 especies arbóreas nativas en 3 posiciones topográficas en la Reserva de Usos Múltiples Guaraní (RUMG), Misiones, Argentina 200
Claudio Javier Dummel, Luis Javier Ritter, Silvia Marisel Korth, Guillermo Federico Küppers, Facundo Javier Sanchez, Omar Ferreira, Rita Marilin Da Rosa, Leandro Noel Ortellado, Heidi Krausemann, Facundo Daniel Benitez, Héctor Fabian Romero, Natalia Soledad Benitez, Romario A. Dohmann

Crecimiento inicial de 8 familias de pino híbrido F1 INTA-PINDO en la zona Noroeste de Misiones, Argentina 202
Aldo Keller, Eduardo Hildt, Diego Aquino, Lucas Gimenez

Crecimiento inicial de especies nativas en sistemas mixtos consociados con *Eucalyptus grandis* en el Norte de Corrientes 203
Luis Ritter, Claudio Dummel, Silvia Korth, Stefani Suarez, Karina Keller, Facundo Benitez, Andres Diesel, Noel Ortellado, Cecilia Hartel, Mirna López, Diego Ramirez, Pablo Aquino

Efecto de dosis de fertilizante en la emergencia y supervivencia inicial de plántulas de la especie arbórea nativa Curupay (*Anadenanthera colubrina* Vell.) – Fabaceae 205
Facundo Agustin Zarate, Tamara Ayelen Cano, Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Luis Maria Boveda, Beatriz Irene Eibl, Cecília Gonzalez, Genoveva Gatti

Efecto de la intensidad y oportunidad de raleo sobre la resistencia al corte y compresión paralela a las fibras en madera de *Araucaria angustifolia* 207
Sara Regina Barth, Aldo Esteban Keller, Adelaida Bragañolo, Alexis Nicolás Feldmann , Rosa Ángela Winck, Diego Rolando Aquino, Ernesto Héctor Crechi

Efecto de tres esquemas de poda sobre la velocidad de cierre de las heridas del eucalipto híbrido GC INTA 9 209
María de los Ángeles García, Sergio Orlando Ramos, Jorge Daniel Alejandro

Efecto del control de takuapí (*Merostachys claussenii* Munro) en superficies variables sobre la densidad de la regeneración natural, en Misiones, Argentina 211
Claudio Javier Dummel, Pablo Andrés Poszkus Borrero, Facundo Javier Sanchez, Omar Ferreira, Leonardo Bonifacio Da Vega, Héctor Fabian Romero, Natalia Soledad Benitez

Efectos de la fertilización en plantas de Pino Híbrido F2 (*P. elliottii* var. *elliottii x P. caribaea* var. *hondurensis*) sobre suelo rojo en el NO de Misiones, Argentina 213
Adrian Moller, Natalia Romina Banegas , Marcelo Javier Beltrán, Luis Colcombet

Efeito de adubação NPK na área foliar de *Khaya grandifoliola* C. D.C 215
Gabriel Soares Lopes Gomes, Jacyelli Sgranci Angelos, Marcos Vinicius Winckler Caldeira, Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira, Maria Eduarda Marques da Conceição, Sannawá da Graça Ferreira, Fabricia Benda de Oliveira

Estudio del crecimiento y producción de *Pinus taeda* en suelos grises de Corrientes con mayor stock final 217
Raúl Vicente Pezzutti, Raúl Alberto Schenone, Silvana Lúcia Caldato, Christian José Chrapek

Evaluación del desempeño de plántulas de la especie forestal *Muellera campestris*: emergencia, supervivencia y crecimiento inicial en respuesta a la fertilización 219

Carlos Alfredo Stucan, Patricia Micaela Pryczuk, Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Luis María Boveda, Beatriz Irene Eibl, Cecilia Gonzales; Genoveva Gatti

Influência de doses crescentes de fertilizante de liberação controlada sobre a área foliar e o desenvolvimento de *Khaya grandifoliola* 221

Jacyelli Sgranci Angelos, Marcos Vinicius Winckler Caldeira, Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira, Marnela da Caridade Manuel, Jamilly de Assis Marques, Mateus Zava Zucolotto, Gabriel Soares Lopes Gomes

Influência de fertilizante de liberação lenta na área foliar de *Khaya grandifoliola* 223

Lessa Braz Lopes, Jacyelli Sgranci Angelos, Marcos Vinicius Winckler Caldeira, Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira, Bruna Chaves Amaral, Lucas de Brites Senra

Influencia de la densidad de plantación en el crecimiento temprano de *Dendrocalamus asper* en el noroeste de Misiones, Argentina 225

Silvia Marisel Korth, Hernán Gerónimo Sosa, Lucía Viviana Rambo, Marina Teresa Madoery, Diego Ricardo Broz, Alejandro Roberto Vargas, Mathias Isaac López, Enzo Martín Sanzovo

Microinjerto *in vitro* como estrategia para la propagación vegetativa de *Neltuma alba* (Griseb.) 227

Edgardo Carloni, Milena Rodríguez, Carmen Vega, Diego López Lauenstein

Modelos de Índice de Sitio para *Tectona grandis* L.f. en Colombia.... 229

Manuel Guillermo Yaya, Ana Milena López, Alonso Barrios

Quebra de dormência em espécies florestais amazônicas para produção de mudas 230

Érick Martins Nieri, Claudinara Siburski, Luana Maria Dos Santos

Respuesta de la especie arbórea *Allophylus edulis* a diferentes dosis de fertilizante: Efectos sobre la emergencia y supervivencia inicial en un vivero forestal 232

Patricia Micaela Pryczuk, Carlos Alfredo Stucan, Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Luis Maria Boveda, Beatriz Irene Eibl, Cecilia González, Genoveva Gatti

Segunda evaluación del comportamiento de dos especies nativas en plantaciones forestales en Caraguatay, Misiones –Argentina 234

Andres Angel Leonardo Lindao, Mario Ochoa Ferreyra, Ramón Alejandro Friedl

La importancia de evaluar la madera muerta presente en bosques del Chaco Semiárido para diferentes usos ecológicos y productivos.... 236

José Antonio Díaz Zírpolo , Federico Calatayu , Rocio Saavedra , Mariana Parra, Enrique Roger

Dinámica de grupos ecológicos en la restauración pasiva de bosques ribereños de Eldorado, Misiones 238

Javier Ezequiel López, Juan Mauricio Quesada Álvarez, Karina Mabel Keller

Evaluación de *Peltophorum dubium* en plantación a cielo abierto para la recuperación de la cobertura nativa 240

Juan Mauricio Quezada Alvarez, Rosario Natali Pérez Fernández, Norma Esther Vera, Carolina Magali Erruvidarte, Narda Yani Andrade, Luis Alberto Grance, Domingo César Maiocco, Alicia Monica Stehr, Stefani Soledad Suarez, Luis Javier Ritter, Laura Mabel Resch

Efectividad de enriquecimiento inicial en la recuperación productiva de un bosque degradado de la Selva Paranaense.... 241

Juan Mauricio Quezada Alvarez, Carolina Magali Erruvidarte, Rosario Natali Pérez Fernández, Norma Esther Vera, Luis Javier Ritter, Narda Yani Andrade, Luis Alberto Grance, Domingo César Maiocco, Alicia Monica Stehr, Stefani Soledad Suarez, Laura Mabel Resch

Manejo de recuperación de bosque degradado de la Facultad de Ingeniería Agronómica - Universidad Nacional del Este (FIA/UNE).... 243

Lino Jara

O uso de espécies nativas da Mata Atlântica na recuperação de pastagens degradadas na região do Caparaó Capixaba....244

Lucas de Brites Senra, Gabriel Soares Lopes Gomes, Lessa Braz Lopes, Jacyelli Sgranci Angelos, Carlos Herique Rodrigues de Oliveira

Recuperación ambiental de un sector de la ribera del arroyo Tingazú, Colonia San Juan Bosco, San Pedro, Misiones 246
Leila Mariel Gorrasi, Juan Mauricio Quezada Alvarez

Regeneración natural de árboles nativos luego de un incendio en la Reserva de Usos Múltiples Guaraní (RUMG), Misiones, Argentina: comparación a los 8 y 15 meses 248
Karina Keller, Luis Ritter, Javier López, Facundo Benitez, Facundo Sanches, Omar Ferreira, Fabian Rechberger, Belén Gonzalez

Comparación del recuento de huevos por gramo de materia fecal en bovinos mantenidos en sistemas silvopastoriles y pastoriles tradicionales 250
Andrea Julia Pantiu, Florencia Arnt, Alex Weber, Tomás Häberle, Javier Schapiro

Crescimento de *Eucalyptus dunnii* como cortina arbórea en sistema silvipastoril: estudo de caso no sudoeste do Paraná 252
Nathan Rafael Coltro, Sofía Alexandra Cuevas, Erivan Matheus da Paixão Marafon, Eleandro José Brun[4], Erick Martins Nieri

Crescimento e produção iniciais de *Gliricidia sepium* sob diferentes tipos de adubação 254
Lessa Braz Lopes , Jainny Juliany Mathias das Neves, Wagner Nunes Rodrigues , Mateus Oliveira Cabral, Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira, Maurício Lima Dan

Desarrollo de *Eucaliptus grandis* en sistema de producción Silvopastoril con pasto *Axonopus spp.* 256
Daniela Moreira Kubiak, José Antonio Cabral

Evaluación de desempeño de *Axonopus spp* en sistema de producción Silvopastoril con *Eucaliptus grandis* 258
Daniela Moreira Kubiak, José Antonio Cabral

La disponibilidad de luz diaria en diferentes franjas empastadas de un sistema silvopastoril en callejones y la estimación mediante el nivel de sombra 260
J. Plevich, J. Gyenge, J. de Prada, A. Sanchez Delgado, J. Tarico, K. Palacios, A. Zanotti

Mecanismos determinantes del establecimiento y la invasión de pino en pastizales y sistemas silvopastoriles de la región de humedales en la provincia de Corrientes, Argentina 262
Luca Manuel Núñez, Pablo Parisi García, María Fernanda Reyes

Ocorrência e Intensidade de Injúrias mecânicas e danos por patógenos em povoamento de *Eucalyptus dunnii* conduzido em Sistema Silvipastoril 264
Eleandro José Brun, Sofía Alexandra Cuevas, Erivan Matheus da Paixão Marafon, Nathan Rafael Coltro, Erick Martins Nieri

Rangos orientativos de manejo en sistemas silvopastoriles según la ocupación del sitio por parte del componente forestal en el Norte de Corrientes y Misiones, Argentina 266
Luis Colcombet, Mauro Loto, Carlos Emilio Maidana, Paola Sanz, Eliseo Cornelius, Adrián Moller , Karina Wdowiak

Manejo de la arborización urbana: comparaciones entre ciudades de Brasil y ciudades de Argentina 268
Sofía Alexandra Cuevas, Flávia Gizele König Brun, Eleandro José Brun

Determinación del nivel económico de defoliación por hormigas cortadoras de hojas en plantaciones juveniles de *Pinus taeda* y *Eucalyptus grandis* 269
Abel Nicolás Scherf , Edgar Rafael Eskiviski , Juan Carlos Corley, Romina Daniela Dimarco

Nivel de daño económico (NDE) de *Atta sexdens* en plantaciones juveniles de *Pinus taeda* y *Eucalyptus grandis* en la provincia de Misiones, Argentina 271
Abel Nicolás Scherf , Edgar Rafael Eskiviski , Juan Carlos Corley, Romina Daniela Dimarco

Diversidad estacional de tres especies de escolítidos (Coleoptera: *Curculionidae*) en plantaciones de *Pinus* en Misiones y Corrientes 273

Edgar Rafael Eskiviski, Elsa Iris Figueredo, Abel Nicolás Scherf , Natalia Luisa Zaleski

Evaluación de la capacidad insecticida de extractos vegetales de *Eucalyptus sideroxylon* 275

Andrea Andorno, Carmen Hernández, Micaela López, Viviana Spotorno, Pablo Pathauer

Importancia del manejo sanitario de las minicepas en la propagación vegetativa de *Enterolobium contortisiliquum* 276

Patricia Rocha, Peggy Thalmayr, Fernando Niella

Ocurrencia de *Tubercularia* y su teleomorfo *Nectria* en plantas de yerba mate en la provincia de Misiones 277

Delia Marlene Dummel

Partición de precipitaciones en un sistema silvopastoril: efectos sobre la disponibilidad hídrica a través de la rotación forestal 279

J. O. Plevich, J. Gyenge, J.D. de Prada, A. R. Sanchez Delgado, J.C. Tarico, K. Palacios, A. Zanotti

Influencia del sitio y del rodal sobre la eficiencia en el uso del agua en plantaciones de *Gmelina arborea* 280

Ana Milena López, Alonso Barrios

Producción de plantines en vivero de *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman y *Eugenia involucrata* DC. 282

Gabriela Alejandra Rodriguez, Cecília Gonzalez, Beatriz Irene Eibl, Facundo Agustin Zarate

Desempenho silvicultural de *Eucalyptus exserta* e híbrido H-13 no Sudoeste do Paraná 283

Nathan Rafael Coltro, Mateus Rosante Grizang, Guilherme Jesus dos Santos Lima, Eleandro José Brun, Flávia Gizele Konig Brun

ÁREA: SILVICULTURA Y MANEJO DE SISTEMAS FORESTALES (BOSQUES PLANTADOS Y NATIVOS) 284

Morfología de frutos de *Schinopsis balansae* Engl. de diferentes sitios de la provincia del Chaco 285

Marcos Antonio Atanasio, Lorena Soledad Pernochi, Carlos Gómez, Ariel Caro, Germán Delon, Alvarez Franco, Mendoza Emanuel, Goytia Yanina, Klein Lorena, Spoljarich Mónica, Ruiz Díaz, Marianella

Teor e aporte de nutrientes via biomassa de podas de *Solanum mauritianum* em Sistema Agroflorestal Sucessional 287

Mateus Rosante Grisang, Alan Francisco Sandrin, Serinei Cesar Grigolo, Joel Donazzolo

Indicadores climáticos. Tendencias en la región de Montecarlo, Misiones 289

Fidelina Silva, José Olinuck, Jorge Visentini, Tomás Haberle

Evaluación de propiedades físicas y químicas en suelos bajo sistemas productivos de la provincia de Misiones, Argentina 290

Pablo Andrés Poszkus Borrero, Marisa Elizabeth Gonsalvez, Daniel Ricardo Schamne, Rosana Mendez, Marcelo Zhaner, Fernando Javier Vier, Ricardo Barth, Fabián Romero, Alejandra Von Wallis, Alex Weber, Rubén Cinauski, Edson Anderle, Lisa Ockier, Daira Alix Korniejczuk, Romina Dowbusz

Fenología de hongos comestibles en Misiones, Argentina: síntesis de ciclos de fructificación y patrones estacionales 292

Santiago Andrés Martínez 292

Implementación y seguimiento de cortinas forestales multipropósito con especies nativas y exóticas, en el contexto del cambio climático y desarrollo sostenible 294

Nancy Paola Sánchez, Susana Esther Siwinsky, Sandra L. Rodríguez Reartes

Crecimiento de plantas de yerba mate bajo diferentes niveles de sombra artificial 296

Paola González, Nardia Bulfe

Ambientes de recolección, prácticas de manejo y saberes locales en la obtención del recurso combustible: un estudio comparativo entre colonos y guaraníes en el noreste argentino 297
Mario Gabriel Sackser, Héctor Alejandro Keller, Norma Inés Hilgert

Efecto de la polinización libre y manual en una orquídea sobre las dimensiones del fruto 299
Evelyn Raquel Duarte, Daily García, Guillermo Küppers

Influencia de calidad de plantas *in vitro* de *Vanilla planifolia* Andrews en diferentes sustratos 301
Evelyn Raquel Duarte, Daily García, Guillermo Küppers

Viabilidad de semillas de *Miltonia flavescens* según la posición del fruto en la vara floral 303
Evelyn Raquel Duarte, Daiana Francisca Denise Duarte Sánchez

Secuestro de carbono en plantaciones de *Eucalyptus viminalis* de la Pampa arenosa (Provincia de Buenos Aires) 304
Paula Ferrere, Ana Maria Lupi, Maria Jose Beribe

Sistemas de cultivo, sombra y diversidad: efectos sobre la herbivoría en cultivos de yerba mate 306
Débora di Francescantonio, Mariana Villagra, Fernando Foletto, José Paliza, Patricia Casco

Expansión Urbana y Riesgo de Islas de Calor en la provincia de Misiones 308
Victor Adrian Cano, Felipe Sodré Mendes Barros

Severidad del incendio de 2020 en el Delta del Paraná un análisis multitemporal 309
Augusto Miñarro, Silvia Vera Laceiras, Daiana Benítez Mendoza

Estimación de reservas de carbono en el bosque chaqueño serrano de las Sierras de Guasayán, Argentina, mediante modelos alométricos 310
Christopher Acosta Castillo, Maximiliano Diaz Palavecino, Alvaro Veliz, Jose Castillo, Matias Lorenzo

Estimación de la biomasa forestal y del stock de carbono en la Estación Experimental San Isidro (UNSE), Santiago del Estero. 312
Christopher Acosta Castillo, Maximiliano Diaz Palavecino, Alvaro Veliz, Jose Castillo, Matias Lorenzo

El uso sostenible de la biodiversidad desde una perspectiva de género e interculturalidad 314
Marina Parra, Celeste Nogales, Nadia Paco, Mariela Bobadilla, Aimé Oyharzábal Castro, Sandra Sharry

Aplicación de técnicas de nucleación como estrategia de restauración 316
Miguel Ángel Correa, Mara Schedler

Materia orgánica particulada como indicador de calidad de suelos en un sistema agroforestal 318
Alejandra Von Wallis, Adrian Moller, Lucas Giménez, Diego Aquino

Distribución y monitoreo de especies forestales como herramienta para la planificación y gestión del bosque ribereño 320
Laura Cynthia Palomeque, Silvina Graciela Bado, Juan Ignacio Curarello, Gabriel Kaless, Carla Poleschi, Claudio Josué Nicolás Acosta Marroco

Emisiones de óxido nitroso en plantaciones forestales y ambientes naturales del Delta del Paraná 322
María Marta Caffaro, Vanina Cosentino, Helena Rimski-Korsakov, Ana María Lupi, Romina Romaniuk, Marcelo Beltrán, Alejo Nicanor Fernández, Axel Gastón Paris Muiña, Nicolás Martín Cabona, Diego Artero

Variaciones en el pH y conductividad eléctrica en plantaciones forestales y ambientes naturales del Delta del Paraná 324

María Marta Caffaro, Ana María Lupi, Helena Rimski-Korsakov, Vanina Cosentino, Romina Romaniuk, Marcelo Beltrán, Alejo Nicanor Fernández, Axel Gastón Paris Muiña, Nicolás Martín Cabona, Diego Artero

Impacto de los sistemas agroforestales en la regulación hídrica de una cuenca de llanura ondulada en la Región Central de Argentina. 326

K. J Palacios, J. Plevich , J. C. Tarico , A. C. Zanotti , J. D. de Prada

Carbono orgánico total del suelo en diferentes coberturas de bosques nativos de *Neltuma caldenia* y pastizales pampeanos..... 327

M. M. Dominguéz , J. C. Tarico , K. Palacios, A. Zanotti, J. O. Plevich

Fenología vegetativa en tres progenies INTA de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) en un cultivo juvenil 328

Federico Adrián Enriquez Wasylov, Analia Cecilia Gianini Aquino, Silvia Albarracin Franco, Sebastián Bárbaro

Efecto del tipo de polinización en la aclimatación de plántulas de *Brassavola tuberculata* Hook (Orchidaceae)..... 329

Lorena Marcela Ortiz, Fernando Sebastián Lima, Héctor Alejandro Keller, Evelyn Raquel Duarte

Evaluación del medio de cultivo en la germinación de cuatro especies de orquídeas (Orchidaceae) nativas de la Selva Paranaense (Misiones, Argentina) 331

Lorena Marcela Ortiz, Héctor Alejandro Keller, Evelyn Raquel Duarte

Estimación de representación y estudio poblacional de *Araucaria angustifolia* en el Parque Provincial Caa - Yari, Fracran - Misiones - Argentina..... 333

C. E. Cardozo, B. B. Tech , A. T. Olivera Zouza

Proyecto Crece Selva Misionera 335

Mateo Gabriel Fischer, Romario Andrés Dohmann, Nahuel Gravano

Capacidad de enraizamiento de miniestacas juveniles de *Eugenia* spp. y *Plinia* sp.: Impacto de la fertilización orgánica y el sistema de riego en minicepas 337

Patricia Rocha, Briza Espinola, Marina Parra, Marianela Scharschinger, Fernando Puzzo, Fernando Niella

Carbono de la hojarasca en un cultivo de yerba mate tradicional y bajo dosel arbóreo en Misiones. 339

Alejandra Von Wallis, Lucas Gimenez, Diego Aquino

Eficiencia fotosintética en plantines de yerba mate: el efecto de la sombra 340

Nardia Bulfe, Paola González

La vainilla, una orquídea con posibilidades productivas para la provincia de Misiones, Argentina 342

Alejandro Daniel Ruiz Lenz, Guillermo Federico Küppers

Percibiendo la degradación: agentes, mecanismos e impactos en la Selva Paranaense de Argentina..... 344

Clara Neuhoff, Francisco Aguilar, Eduardo Hildt, María Virginia Eva Díaz Villa, Piedad María Cristiano, Silvia Korth, Andrés Leszczuk, Adan Martinez Cruz

Enxertia de araucária: produção precoce de pinhão e conservação da espécie 346

Guilherme Jesus dos Santos Lima, Veriane de Fátima da Luz Xavier, Nathan Rafael Coltro, Maria Vitoria da Silva Santos, Hellen Cristina Palinski, Eleandro José Brun, Patricia Fernandes

Reconstrucción tridimensional desarrollo del haustorio de una planta hemiparásita usando microtomografía computarizada 347

Elsa Iris Figueredo, Santiago Andrés Martínez, María Angelica Aguilera, Angela Winck

Línea base ambiental para la conformación de un área productora de semillas de especies nativas (APSEN), en la región fitogeográfica Selva Misionera. Eldorado, Misiones, Argentina 349

Beatriz Irene Eibl, Miguel Ángel López, Florencia Montagnini, Cecilia González, Diego Erbetta, Guillermo Federico Kűppers, Claudio Javier Dummel, Noelia Rivaldi

Delimitación automática de microcuencas como insumo para la planificación territorial en Eldorado, Misiones....351

Luna Gianela Lindao, Tania Marina Jungblut Schuh, Felipe Sodré Mendes Barros, Rosana Manuela Méndez, Gustavo Ariel Maslowski, Andres Angel Leonardo Lindao

Integración de SIG y relevamiento a campo para la evaluación de fajas protectoras en una cuenca urbana-suburbana de Eldorado....353

Andres Angel Leonardo Lindao, Rosana Manuela Méndez, Mario Gabriel Sackser, Debora Sabrina Cardozo, Rocío Alejandra Molina, Fernando Javier Vier, Gustavo Ariel Maslowski

Enraizamiento de estacas de *Combretum fruticosum* (Loefl.) Stuntz, enredadera nativa de Misiones, con potencial ornamental....355

Natalia Soledad Benitez, Claudio Javier Dummel, Cecilia Gonzalez, Rosana Concepción Ramos, Carina Antonella Kyocapumisz, Selena Rosana Serrano, Agustina Pezuk

Regeneración de riberas y aprovechamiento forestal en ríos del ejido municipal de Junín de Andes: hacia un plan de manejo del sauce exótico (*Salix x fragilis*)....357

Miguel Alberto Pascual, Juana del Carmen Aigo, Verónica Andrea Carbone, José Carlos Fernández, Adriano Arach, Gabriel Stecher, Gabriel Zalazar, Margarita Ávila, Leandro Castiñeira , Jorge Kuroda , Celinda Rayén Pereyra , Laura Portuze, Natalia Radovani, Mariela Demicheli, Pablo Hualde

Influencia de la estructura forestal en el almacenamiento de carbono en bosques nativos de Misiones, Argentina....359

Luis Javier Ritter, Josefa Mailen Figueras, Stefani Soledad Suarez, Marcelo Fabian Arturi

Caracterización cito-histológica y tecnológica de la raíz aérea de *Thaumatophyllum bipinnatifidum*: análisis de las variantes ontogénicas utilizadas en la cestería y cordelería guaraní de Misiones....361

Jorge Hernán Pirelli , Héctor Keller, María Angélica Aguilera, Adelaida Bragañolo, Santiago Andrés Martínez

Relevamiento de especies frutales nativas de la selva paranaense en mercados de comercialización ferial en Misiones, Argentina....363

Andrea Lorenza Ustohal, Mara Emígia Beutelspacher, Marcela Alejandra Torres, Juan Mauricio Quezada Alvarez

Sembrando bosques: los monos caí (*Sapajus nigritus)* aumentan la probabilidad de germinación de las semillas ingeridas y dispersadas....365

Iara Torge, Valentín Zárate, Martina Villaschi , Sandra Bos Mikich, Mario Santiago Di Bitetti

Evaluación de la biodiversidad de las regiones y cuencas forestales de la provincia de Corrientes (Argentina)....367

Noelia P. Cuña, Noelia E.A. Almirón, Gisela M. Via Do Pico, Ercilia M.S Moreno, Ivana E. Kovalsky, Juan M. Roggero Luque, Viviana G. Solís Neffa

El urunday (*Myracrodruon balansae* (ENGL.) SANTIN, syn. *Astronium balansae*) una especie nativa modelo para estudios genómicos de la respuesta de especies forestales al estrés hídrico....369

Manuela Ruiz Diaz Britez, Rafaela Argentina Morales

DecarboNation: un juego serio de simulación con IA para la formación en toma de decisiones sobre descarbonización y planificación sostenible del paisaje....371

Jonathan von Below, Pedro Laterra

Conflictos territoriales y asimetrías de poder en el Bosque Atlántico: síntesis de evidencia empírica sobre desigualdad de la tierra, imaginarios sociales y transición agroecológica en Brasil, Argentina y Paraguay....373

Jonathan von Below, Delia Ramírez

Sello Cultivo Amigo de las Aves (CAA) para Jejy'a: diseño de un monitoreo integral para conservación de la socio-biodiversidad....375

Cecilia Corina Gelabert, María Paula Cruz, Peggy Noemí Thalmayr, Karina Bustamante, Natalia Bedrij, Fermín Gortari, Valdir Stefenon, Tiago Montagna, José Beamonte, Julieta Mordiero, Agustina Parera de la Fuente , Sofia Zalazar, Fermin J. Chamorro, Norma Inés Hilgert, Juan Ignacio Pina, Luana Boyne, Fernando Grimaldi

Desarrollo y morfología floral de *Eugenia involucrata* DC. como base para la embriogénesis gamética y la propagación *in vitro* 377

Karina Bustamante, Patricia Rocha, Fernando Niella , Peggy Thalmayr, Stefany Zamorano

Análisis espacial de la erosión hídrica en la cuenca del arroyo Paticuá 379

Juan Manuel Koziarski, Rosario Natalí Pérez Fernández, Mario Gabriel Sackser, Rosana Manuela Méndez

Descortezado de pino por monos caí (*Sapajus nigritus*) en Misiones: evaluación de los factores que inciden en su presencia 381

María Paula Tujague, Valentín Zarate, Ariel Insaurralde, Hugo Reis, Marcos Radins, Iara Torge, Mario Santiago Di Bitetti

Investigação Experimental dos Processos de Atenuação Térmica Proporcionados por Coberturas Vegetadas 383

Flávia Gizele König Brun, Eleandro José Brun, Marina Blem da Silva

Aprovechamiento de hongos silvestres comestibles y medicinales en remanentes de bosque dentro de espacios productivos de Misiones, Argentina 385

Ana Paula Aguerre, Lucía Gimena Díaz, Guillermo Reutemann, Sabrina Tajani, Carolina Paola Trentini

Fenología reproductiva y plasticidad ambiental de *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. en la Selva Paranaense Argentina 387

Sara Regina Barth, Anahí Tamara Rauh, Silvana Belén Krol, Orlando Ernesto Arenhardt

Valoração de Serviços Ambientais na Agricultura Familiar: Caminhos Metodológicos para Sustentabilidade e Justiça Socioambiental 389

Jorge Antonio de Farias, José Carlos Corrêa da Silva Junior

Comportamento da Secagem Natural de Espécies e Clones de *Eucalyptus* sob Diferentes Condições de Armazenamento para Fins Energéticos 390

Jorge Antonio de Farias, Daniele Bernardy

Desenvolvimento do Índice de Vitalidade Ecossistêmica (IVE) como Ferramenta para Monitoramento e Valoração de Serviços Ambientais 391

Jorge Antonio de Farias, José Carlos Corrêa da Silva Junior

Resolución y detalle en melisopalinología: ventajas del MEB frente a la microscopía óptica 392

Figueredo Iris, Aquino Yanet, Miranda Dora, Winck Angela, Ranger Stefany

Registro y evaluación preliminar de un poliporo comestible de gran porte con proyección productiva en el noreste argentino: bases morfológicas y ecológicas de *Laetiporus cf. cincinnatus* 394

Maria Emilia Cardozo, Santiago Andrés Martínez

Crescimento inicial de Jaracatiá (*Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC) no Sudoeste do Paraná, Brasil – Estudo de Caso 396

Eleandro José Brun, Flávia Gizele Konig Brun, João Pedro Konig Brun

Stock y capacidad de captura de carbono en bosques nativos del Chaco Semiárido de Santiago del Estero, Argentina 397

Patricia del Carmen Hernández, Tito Vicente Verón, Yessica Anahí Yñiguez, Astrid Romina López Díaz

Aplicación de la dendrocronología para caracterizar el patrón estacional de consumo de corteza por *Sapajus nigritus* en plantaciones jóvenes de *Pinus taeda* en Misiones 398

Marcos Raúl Radins, María Paula Tujague, Diego Nicolas Ortiz

Evaluación demográfica de *Euterpe edulis* tras treinta años de un ensayo de enriquecimiento en la Reserva de Uso Múltiple Guaraní 400
Tomas Di Cosmo, Claudio Dummel, Peggy Noemi Thalmayr

Potencial de Pegamento a Campo de Mudas de Erva-Mate em Área Experimental da UTFPR-DV 402
William Eduardo Fortes Hungria, Eleandro José Brun, Patricia Fernandes, Guilherme Jesus dos Santos Lima

Descripción de la flora riparia de la cuenca media-alta del río Salado (Santiago del Estero Argentina) 404
Luis Ricardo Bareiro, M. de los A. Basualdo, E. Rogers

Domesticación participativa y conservación de frutales nativos de la Selva Paranaense 405
Fernando Niella, Marina Parra, Patricia Rocha, María Elena Gauchat, Sara Regina Barth, Karina Keller, Guillermo Küppers, Marianela Scharschinger, Nélida Richardt, Fernando Puzzo, Juliana Piris, Karina Bustamante, Peggy Thalmayr

ÁREA: TECNOLOGÍA APLICADA 407

Un modelo de optimización logística para el abastecimiento de biomasa forestal a una planta de generación de energía eléctrica 408
Gabriela Corsano, Sebastián Pereira, Yanina Fumero

Planificación táctica del abastecimiento de biomasa forestal para una planta de generación de energía eléctrica 409
Gabriela Corsano, Lucas Porporatto, Diego Broz

Desarrollo de un modelo de rendimientos para cosechadoras de yerba mate (*Ilex paraguariensis* st. Hill) con sistema de corte tipo “mesa”, en Esperanza, Misiones, Argentina 411
Iván Buddemeyer González, Patricio Mac Donagh, Rafael Scherer

Clasificación supervisada de usos y coberturas con énfasis en cultivos perennes mediante modelos de machine learning en Leandro N. Alem, Misiones, Argentina 413
Facundo Ismael Skromeda, Andrés Alejandro Leszczuk, Damian Lorán

Evaluación temporal de cubiertas verdes en forestación de *Pinus taeda* mediante relevamientos aéreos con drones 415
Eduardo Hildt, Julio Alcalde, Karen Angermeier

Monitoreo de invasiones vegetales mediante vehículos aéreos no tripulados en bosques ribereños de Misiones, Argentina 417
Eduardo Hildt, Abel Scherf, Hugo Reis

Sostenibilidad e Integración de Operaciones en la Industria Forestal 419
Dan Ezequiel Kröhling, María Laura Cunico, Nicolás Andrés Vanzetti

Variación en la densidad y el tamaño de los estomas de *Ilex paraguariensis* en función del nivel de sombra en sistemas agroforestales 421
Paola González, Nardia Bulfe

Modelo de programación entera mixta para la planificación forestal y logística 423
Carla Cáceres, Diego Broz, Martín Safe, Daniel Rossit

Determinación de la disponibilidad y estado actual de los espacios verdes en el municipio de Eldorado, Misiones, mediante uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección 425
Lorena Figueredo, Alejandro Roberto Vargas, Daiana Benitez Mendoza

Sistema de seguimiento y monitoreo de unidades forestales 427
Flavio David Pozzi, Aldo Diego Vargas, Mauricio Woitschach, Rodrigo Rojas Gonzalez

Programación por objetivos asistida por modelos de aprendizaje probabilístico para la integración de la cadena de abastecimiento forestal 429

Nicolás Andrés Vanzetti, Dan Ezequiel Kröhling, María Laura Cunico

Estimación de la tasa de deforestación en un sector del corredor verde, (dentro del departamento San Pedro), provincia de Misiones-Argentina considerando dos períodos complementarios: 2000 – 2015 y 2017 – 2025 431

Narda Yani Andrade, Andrés Ángel Leonardo Lindao, Martin Orlando Orona, Rubén Cinauski, Gustavo Ariel Maslowski

Procesador de datos de inventarios de plantaciones de *Pinus elliottii* en Misiones y Corrientes 433

Rubén A. Costas, Mathias I. López

Infraestructura de Datos Espaciales de la Universidad Nacional de Misiones 435

Alejandro Vargas, Yanina Andrea Caffetti, Felipe Sodré Mendes Barros, Rubén Cinauski, Fátima Schoninger

Un modelo integrado de planificación táctico-operacional para el aprovechamiento forestal en plantaciones del noreste argentino 437

Maximiliano Ramón Bordón, Gabriela Corsano, Eduardo Hildt

Caracterización de una población de *Butia missionera* por medio de un relevamiento LiDAR 439

Eduardo Hildt, Christian Chrapek

Actualización de la diversidad arbórea georreferenciada del Jardín Botánico “Selva Misionera” 441

Carolina Magali Erruvidarte, Juan Mauricio Quezada Alvarez, Luis Javier Ritter

Uso de VANTs para la estimación del porcentaje de cobertura arbórea en un sistema silvopastoril en Montecarlo, Misiones, Argentina 443

Gustavo Ariel Maslowski, Martín Orlando Orona, Andres Angel Leonardo Lindao

Modelado y optimización de precios en el mercado de la biomasa forestal de Entre Ríos 445

Agustina Anselmino, Rodolfo Gabriel Dondo, Fernando Luiz Cyrino Oliveira, Mariana Evangelina Cóccola

Evaluación de métricas LiDAR para la modelización de la biomasa aérea en la Reserva de Usos Múltiples de Guaraní (Misiones, Argentina) 447

Sebastián Villarino, Andrés Alejandro Leszczuk, Damian Lorán, Ma. Genoveva Gatti, Natalia Bedrij

ÁREA: BIOECONOMÍA 449

Las Reservas Forestales y la configuración del Sistema de Áreas Protegidas de la Provincia de Misiones. Un itinerario político y legislativo 450

Juan Pablo Cinto

Análisis de factibilidad de la armonización entre la Legislación Nacional sobre Bosques Nativos de Argentina y Brasil 452

Juan Pablo Cinto

Análisis de la inversión forestal, los costos de la madera en pie, y de la compensación de carbono forestal para los bosques plantados a nivel mundial 454

Patricio Mac Donagh, Frederick Cubbage, Rafael Rubilar, Bruno Kanieski Da Silva, Adriana Bussoni, Virginia Morales, Gustavo Balmelli, Vitor Afonso Hoeflich, Roger Lord, Jacek Siry, Carmelo Hernández, Pu Zhang, Ha Tran Thi Thu, Richard Yao, Peter Hall, Jaana Korhonen, Luis Díaz-Balteiro, Roque Rodríguez-Soalleiro, Robert Davis, Rafal Chudy, Rafael De La Torre, Gabriel Jaime Lopera, Nalini Mohan Denduluri, Ana Cubas-Baez

Estructura tecnológica, escala productiva y sostenibilidad del sector de aserraderos en Misiones, Argentina: un complejo foresto-industrial territorial basado en plantaciones y socialmente intensivo en empleo 456

Miguel Angel López, Juan Angel Gauto, Julián Salimbeni

Sincronización de recursos en operaciones de carga y descarga para el transporte de commodities en cadenas de valor forestales 458

Ignacio Vitale, Mariana E. Cóccola, Rodolfo G. Dondo

Innovación en política forestal para la bioeconomía y la restauración productiva de la Selva Misionera: Registro Voluntario de Plantaciones de Especies Nativas como instrumento de seguridad jurídica y trazabilidad 460

Carolina Elizabeth Enebelo, Beatriz Irene Eibl, López, Miguel Angel

Simulación productiva y análisis económico de plantaciones de *Pinus taeda* en el norte de la Provincia de Misiones, Argentina, como base para políticas públicas forestales, bioeconomía y mitigación de carbono 462

Miguel Angel López, Emilio Gabriel Martínez, Sebastián Nicolás Villarino

Análisis econométrico de la eficiencia productiva en explotaciones agropecuarias diversificadas de Misiones, Argentina 464

Mariano Martín Di Stasi, Miguel Ángel López, Diego Ricardo Broz

Valoración forestal y análisis de rotación para un sistema foresto–fúngico con *Eucalyptus* sp. para producción de hongos comestibles 466

Santiago Andrés Martínez

Propuesta para la implementación de la tecnología blockchain como palanca estratégica de competitividad en empresas del sector forestal de Misiones, Argentina 468

Rubén Darío Báez

ÁREA: TECNOLOGÍA DE LA MADERA Y GESTIÓN DE INDUSTRIAS FORESTALES 469

Propiedades físico-mecánicas de vigas aserradas de *Pinus elliottii* cultivado en Entre Ríos 470

Pamela Yohana Fank, María del Rocío Ramos, Andrea Carolina Vivian Iriburu, Eduardo Antonio Torrán

Validación de un método acústico no destructivo para la determinación del módulo de elasticidad de vigas aserradas de pino resinoso cultivado en el Nordeste de Argentina 472

María del Rocío Ramos, Pamela Yohana Fank, Ciro Andrés Mastrandrea, Matías Salvador Martínez, María Alexandra Sosa-Zitto

Densidad de la madera de siete taxones de *Pinus* spp. provenientes de un ensayo de mejoramiento genético 474

Elizabeth Ramona Vera, Rosa Angela Winck, Diego Rolando Aquino, Ector Cesar Belaber, Benjamín de Jesús Gomez

Evaluaciones de ecuaciones de volumen de trozas de madera 476

Sofía Alexandra Cuevas, Rubén Alberto Costas, Marcelo Aurelio Marek

Modelo conceptual para la simulación del proceso productivo de un aserradero de Misiones 477

Ariana Luján Zacarías, Lautaro Andrés Aquino, Cristian Ramón Ayala, Héctor Darío Enriquez

Modelo conceptual para la simulación integrada de producción y mantenimiento en un aserradero de Misiones 479

Cristian Ramón Ayala, Héctor Darío Enriquez, Iván Santelices Malfanti, Víctor Andrés Kowalski

Observatorio de Monitoreo de la Industria de la Madera y el Mueble 481

Nora Gisela Melnechuk, Silvia Marisel Korth, Adelaida Bragañolo, Flavia Carina Wegert, Marcelo Marek, Diego Baeza

Determinación de contracciones en la madera de clones de *Eucalyptus* de Argentina 483

Matías Salvador Martínez, Ciro Mastrandrea, Leonel Harrand, Carla S. Salto, G.P. Javier Oberschelp

Sistemas de gestión de la calidad y certificaciones en la industria de la madera del NEA: enfoque práctico para PyMEs 485

Flavia Carina Wegert, Mariano Martín Di Stasi

Qualidade do Fuste e Ocorrência de Tortuosidade em Povoamento de *Eucalyptus dunnii* no Sudoeste do Paraná....486

Nathan Rafael Coltro, Sofía Alexandra Cuevas, Erivan Matheus da Paixão Marafon, Eleandro José Brun

Aptitud de postes para tendido eléctrico: evaluación mecánica de clones híbridos y puros de *Eucalyptus grandis* de 6 años....488

Ciro Andrés Mastrandrea, Leonel Harrand, Matias Salvador Martínez, Gustavo Pedro Javier Oberschelp, Carla S. Salto

Aptitud de postes para tendido eléctrico: evaluación mecánica de clones híbridos y puros de *Eucalyptus grandis* de 8,5 años....490

Ciro Andrés Mastrandrea, Leonel Harrand, Matias Salvador Martínez, Gustavo Pedro Javier Oberschelp, Carla S. Salto

Vibración transversal y resonancia para determinar el módulo de elasticidad de tirantes de pino híbrido F2 de 26 años....492

Rosa Angela Winck, Luis Colcombet, Diego Rolando Aquino, Christian Bulman, Adelaida Bragañolo, Agustín Ignacio Primo, Hugo Enrique Fassola

Aproximación de un modelo de MRP adaptado a las PyMES madereras de la zona norte de la provincia de Misiones, Argentina....494

Pamela Soledad Meza, Mariano Martín Di Stasi, Guillermo Bruno Miguel Woitschach, Flavia Carina Wegert, Ricardo Wernle, Carolina Leiva

Evaluación No Destructiva del Módulo de Elasticidad de la Madera de *Acrocarpus fraxinifolius* y *Toona ciliata*....496

Jorge Winck, Rosa Angela Winck, Orlando Ernesto Arenhardt, Hugo Enrique Fassola, Elizabeth Ramona Vera

Propiedades estructurales de tableros contrachapados de diferentes clones de *Eucalyptus*....498

Christian Bulman Hartkopf, Rosa Angela Winck, Pablo Marcelo Stefani

Efecto de la intensidad y la oportunidad de raleo sobre la tensión al esfuerzo de tracción perpendicular a las fibras y de clivaje en madera de *Araucaria angustifolia*....500

Sara Regina Barth, Aldo Esteban Keller, Adelaida Bragañolo, Alexis Nicolás Feldmann, Rosa Ángela Winck, Diego Rolando Aquino, Ernesto Héctor Crechi

Madeira de seringueira como recurso sustentável: caracterização anatômica e densidade do clone SIAL 1005....502

Murilo Pereira da Silva, Wallace Plácido dos Santos, Calline Chaves de Jesus, Mara Lúcia Agostini Valle, Douglas Edson Carvalho

Propiedades físico-químicas de carbones vegetales elaborados a partir de madera de Acacia negra (*Gleditsia triacanthos*. Linneo)....504

Natalia Raffaeli, Juan Ignacio Churruarin, María Laura Tonello, Antonio José Barotto

Clasificación visual estructural de pino híbrido F2 de origen australiano de 26 años de edad....505

Rosa Angela Winck, Luis Colcombet, Diego Rolando Aquino, Christian Bulman, Adelaida Bragañolo, Adrián Renzo Moller, Hugo Enrique Fassola

Efecto de dos densidades de plantación sobre el módulo de rotura y de elasticidad en madera de pino híbrido F2 de 26 años.....507

Adelaida Bragañolo, Luis Colcombet, Rosa Angela Winck, Angelica Aguilera, Flavia Wegert, Paola Acevedo, Luis Grance, Alexis Feldmann

Absorción en madera de *Pino taeda* impregnada con polifenoles extraídos de la corteza de Pinus spp....509

Adelaida Bragañolo, Flavia Wegert, Miguel Melnechuk, Paola Acevedo, Javier Dos Santos

Degradação de madeiras tratadas de *Pinus taeda* expostas a Cupins de Solo....511

Kamily Vitória de Barros Sé, Fernando Kassab Thibes, Markus de Barros Figueiredo Sass, Karina de Souza Tamero, Victoria da Silva Santos, Luana Maria dos Santos, Érick Martins Nieri, Flávia Alves Pereira

Produção global de painéis de madeira e o papel do Brasil no mercado internacional 513

Kassiani de Fatima Bueno Ruth, Gabrieli Schultz de Paula, Nilson Costa Neto, Luana Maria dos Santos, Érick Martins Nieri, Elisabete Vuaden, Flávia Alves Pereira

Estudio preliminar de las propiedades físicas y anatómicas de la madera de *Cunninghamia lanceolata* (Lambert) Hook. 515

Santiago Andrés Martínez,María Angelica Aguilera, María Adelaila Bragañolo, Luis Grance, Sonia Ramos

Determinación de las propiedades tecnomecánicas de los tallos de *Dolichandra unguis-cati* (L.) L.G. Lohmann. a partir de la tecnología ancestral de la cultura guaraní 517

Jorge Hernán Pirelli, Héctor Keller, Adelaida Bragañolo,María Daniela Cabanne

Caracterização do resíduo de podas urbanas para produção de biochar 519

Kamily Vitória de Barros Sé, Fernando Kassab Thibes, Markus de Barros Figueiredo Sass[1]; Karina de Souza Tamero, Victoria da Silva Santos, Luana Maria dos Santos, Érick Martins Nieri, Flávia Alves Pereira

Extracción y cuantificación de tanino obtenido de corteza de *Pinus* spp 520

Elizabeth María Weber, Adelaida Bragañolo, Elsa Iris Figueredo, Lauro Alvarino, Obdulio Pereyra, Emmanuel Enrique Pereyra, Guillermo Leandro Zubrzycki

Evaluación estratégica del impacto de la generación de energía en la performance de una cadena de suministro forestal 522

Salomé Rodriguez, Diego Broz, Rodolfo Dondo, Luis Zeballos

Calidad del encolado utilizando adhesivo melanina-urea-formaldehído en vigas laminadas con y sin impregnación 524

Facundo Weber, Marcelo Marek, Adelaida Bragañolo, Mariana Mendoza, Kevin Weber Dos Reis

Desarrollo de simulador de corte para un aserradero de coniferas del NEA 526

Sergio E. Barón, Rubén A. Costas, Marcelo A. Marek

Análise de qualidade da madeira de *Erythrina poeppigiana (Walp.) O.F. Cook* através da densidade básica e composição química 528

Wallace Plácido dos Santos, Murilo Pereira da Silva, Calline Chaves de Jesus, Mara Lúcia Agostini Valle, Douglas Edson Carvalho, Ricardo Gabriel de Almeida Mesquita

Factores de cubicación y relaciones peso/volumen vinculados con las ecuaciones para calcular volúmenes de rollos 530

Rubén A. Costas, Marcelo A. Marek, Sergio E. Barón, Sofía A. Cuevas, Gabriela N. Dávalos, Facundo D. Weber

Densidad, módulo de rotura y de elasticidad para madera de pino híbrido F_2 de 26 años para dos distanciamientos iniciales entre plantas 532

Rosa Angela Winck, Adelaida Bragañolo, Colcombet Luis, Aquino Diego Rolando, Agustín Ignacio Primo, Daniel Ricardo Schamne, Elizabeth Weber, Hugo Enrique Fassola

Cuantificación de residuos de especies nativas en aserraderos de la Cuenca Forestal El Impenetrable para la producción de tableros multiespecie 534

Paula Vanesa Jiménez, Yván Eduardo Corbalán

Análisis multiespecífico de variables dendroenergéticas para el género *Eucalyptus* a una edad temprana 536

Antonio José Barotto, Natalia Raffaeli

Efecto del distanciamiento inicial de plantación sobre la densidad y el módulo de elasticidad dinámico de la madera de pino híbrido F_2 de 26 años de edad 538

Winck Rosa Angela, Colcombet Luis, Aquino Diego Rolando, Bulman Christian, Primo Agustín Ignacio, Fassola Hugo Enrique

CONFERENCIAS

RESUMEN

Paisajes Productivos Protegidos: alianza estratégica entre producción y conservación

Protected Productive Landscapes: a strategic alliance between production and conservation

Lucio R. Malizia[1], Alejandro D. Brown[2]

[1]Coordinador Red PPP, Fundación ProYungas y Profesor Adjunto, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy

[2]Presidente, Fundación ProYungas, luciomalizia@proyungas.org.ar

ProYungas desarrolló a partir del año 2010 el programa Paisaje Productivo Protegido (PPP). Este concepto, inspirado en la Categoría V (Paisajes Protegidos) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, pone a las actividades productivas como participe fundamental y responsable directa, por sus recursos económicos, técnicos y políticos, de la conservación de su entorno natural. De esta manera, el sector productivo adquiere un rol central en la «solución» a los desafíos ambientales, integrando sus actividades de forma coherente a los ecosistemas silvestres y contribuyendo a su conservación a largo plazo. PPP es una herramienta innovadora de abordaje territorial, que permite conocer la relación entre los sistemas silvestres y productivos, valorando sus bienes y servicios ecosistémicos, y dando credibilidad a los compromisos ambientales y sociales de las organizaciones adheridas. El programa trabaja a través de la implementación de cinco líneas de acción: (1) planificación territorial, (2) seguimiento ambiental y social, (3) mejora continua del desempeño, (4) comunicación interna y externa, y (5) alianzas estratégicas. Actualmente (marzo 2026), el programa PPP cuenta con 63 organizaciones productivas (empresas, cooperativas, asociaciones) adheridas, que albergan 92 territorios PPP, con presencia en cuatro países (Argentina, Chile, Paraguay y Bolivia). El programa alberga una superficie de 2.85 millones de hectáreas, de las cuales 57% son áreas productivas y 43% son áreas silvestres. En los sistemas productivos de los PPP encontramos caña de azúcar, cítricos, plantaciones forestales, yerba mate, té, granos, legumbres, arroz, miel, vid, ganadería y minería de litio. El programa busca colaborar con la meta 30x30 de la COP15 de la Convención para la Diversidad Biológica, que busca proteger el 30% de la superficie mundial para el año 2030, a través de otras medidas efectivas de conservación basadas en áreas (OMEC).

Palabras clave: Biodiversidad; Territorios; OMEC.

RESUMEN

Manejo forestal de bosques plantados: balance de carbono, restricciones espaciales e integración logística

Forestry management of planted forests: carbon balance, spatial restrictions and logistical integration

Julio Eduardo Arce[1]

[1]Profesor titular de la Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil. jarce@ufpr.br

Bajo el título 'Manejo forestal de bosques plantados: balance de carbono, restricciones espaciales e integración logística', va a abordarse la desafiante tarea que es manejar un bosque, o sea, de aplicar realmente la ingeniería sobre los recursos naturales más longevos de la Tierra, que son justamente los bosques. La humanidad necesita, y mucho, a los bosques, y los bienes y servicios por ellos generados. Sin ingeniería, y siendo más específico, sin ingeniaría forestal, actualmente los bosques no serían los mismos, a pesar de la gran pérdida que históricamente hubo con relación al bosque nativo. Con relación a los bosques plantados, desde hace 6 o 7 décadas, lo más importante era asegurar el abastecimiento de la industria por medio de modelos de planeamiento forestal optimizado. Actualmente, se hace cada vez más necesario considerar, en los mismos modelos de planeamiento forestal optimizado, además del abastecimiento de la industria, otros desafíos como el balance de carbono, tanto almacenado como fijado anualmente en los bosques, bien como incluir restricciones espaciales, logísticas y de paisaje. Una gran ventaja que presenta el manejo forestal es la versatilidad con relación a la toma de decisiones. La ventana de cosecha de un bosque puede extenderse por años, mientras que en la mayoría de las culturas agrícolas es de apenas algunas pocas semanas. Obviamente existe un momento ideal, perfecto, óptimo, para realizar las operaciones de poda, raleo, cosecha, entre otras, pero de ser imposible hacerlo en ese exacto momento, la pérdida no llega a ser significativa. Eso le permite al manejador de bosques regular los flujos de tareas o task-flow, de madera o wood-flow y de caja o cash-flow, en apenas 1 ciclo de producción. En un mundo tan cambiante y globalizado como el actual, es imprescindible poder contar con modelos avanzados de planeamiento forestal optimizado, tanto en el nivel estratégico, como en los niveles táctico y operativo.

Palabras clave: Optimización; Ordenación forestal; Planeamiento; sustentabilidad.

RESUMEN

Cosecha de eucalipto en Brasil con sistema full-tree

Eucalyptus harvesting in brazil using the full-tree system

Danilo Simoes[1]

[1]Prof. Dr. Facultade de Ciencias Agrarias, UNESP, Botucatu, Brasil. danilo.simoes@unesp.br

La cosecha de eucalipto en Brasil constituye una de las actividades más relevantes del sector forestal, destacándose el país como líder mundial en productividad y en el desarrollo de tecnologías aplicadas a bosques implantados. En este contexto, el sistema de cosecha full-tree se ha consolidado como una alternativa altamente eficiente para operaciones a gran escala. Este sistema se caracteriza por la extracción de árboles completos, los cuales son derribados y transportados con ramas y copas hasta los bordes de los rodales, donde posteriormente son procesados en trozas comerciales, siendo ampliamente utilizado en plantaciones destinadas a la producción de celulosa, biomasa y carbón vegetal. El desempeño del sistema full-tree mecanizado está directamente asociado al uso de maquinaria especializada, como feller-buncher, grapple skidder y grapple saw, que presentan elevados niveles de productividad, superando los 120 m^3/h, y contribuyen a la reducción de los costos operacionales por metro cúbico en comparación con sistemas como el cut-to-length. Este modelo mecanizado permite optimizar el flujo operacional, compuesto por las etapas de derribo, arrastre y procesamiento, favoreciendo ciclos más rápidos y mayor eficiencia logística. Asimismo, posibilita el aprovechamiento integral de la biomasa forestal, contribuyendo a la generación de energía y a la valorización de subproductos. Sin embargo, el sistema presenta limitaciones ambientales relevantes, tales como la exportación de nutrientes debido a la remoción de biomasa, el aumento del riesgo de incendios forestales y los impactos sobre el suelo, incluyendo compactación, erosión y formación de huellas. En este sentido, el sistema es particularmente adecuado para operaciones a gran escala, en las cuales el objetivo central es la producción de grandes volúmenes de madera con regularidad en el abastecimiento industrial. Desde el punto de vista económico, el sistema requiere una inversión inicial significativa, cercana a USD 900 mil, pero presenta un retorno financiero atractivo, con periodos de recuperación estimados en aproximadamente 15 meses. En síntesis, el sistema full-tree representa una alternativa competitiva para la cosecha mecanizada de eucalipto en Brasil, destacándose por su eficiencia en escenarios de producción a gran escala, donde la generación de grandes volúmenes de madera y la regularidad en el abastecimiento industrial son factores determinantes para atender las demandas de cadenas productivas intensivas, como las de celulosa, biomasa y energía.

Palabras clave: Costos Operacionales; Mecanización Forestal; Productividad Operacional.

RESUMEN

Manejo de los bosques naturales: situación actual y perspectivas

Management of natural forests: current situation and perspectives

Evaldo Muñoz Braz[1]

[1]Ingeniero forestal, con maestría y doctorado en ciencias forestales, con especialidad en manejo de bosques naturales. Embrapa Florestas, Brasil. evaldo.braz@embrapa.br

El manejo de los bosques naturales es el único uso del suelo que garantiza el mantenimiento de la cobertura forestal original y genera un valor económico significativo. Esto implica mantener aproximadamente el 90% de los árboles del bosque primario, garantizar la economía de diversas ciudades y comunidades de la Amazonía y servir como protector ambiental in situ de la biodiversidad de especies de flora y fauna. A pesar de ser probablemente el uso del suelo más respetuoso con el medio ambiente, es la actividad más criticada por su destrucción de bosques. Esto se debe principalmente a informes mediáticos engañosos y a su impacto en la opinión pública. Además, las publicaciones científicas elaboradas por expertos sin una base teórica correcta sobre el manejo de los bosques naturales han contribuido aún más al detrimento de este importante uso del suelo. Por otro lado, el manejo de los bosques naturales aún utiliza conceptos obsoletos, lo que resulta en una producción inferior al potencial esperado. Una de estas ideas erróneas es utilizar una única tasa de extracción, diámetro de corta y ciclo de corta como si el bosque fuera una masa compacta que respondiera de forma homogénea y consistente en diferentes sitios. El problema es que el bosque no es una masa única, sino una composición de diversas especies con diferentes estructuras diamétricas. No se considera, por ejemplo, que cada especie, en cada área de manejo, tenga una capacidad de carga específica. En este punto, el número de árboles se estabiliza. El aumento del número de árboles a partir de este punto será extremadamente lento e implicará una intensa competencia. La supervivencia comienza a disminuir, al igual que la entrada de nuevos árboles al sistema. Tampoco se considera que cada especie tenga un patrón de incremento de diámetro diferente por clase diamétrica. Normalmente, en las clases más pequeñas los incrementos son bajos, en las clases medias el incremento comienza a crecer y luego vuelve a disminuir en las clases más antiguas. A partir de este punto, la transición entre clases diamétricas también será cada vez más lenta. Todo esto contribuye a superar la "ventana óptima de manejo" a partir de este punto. Esto implica que el diámetro máximo de corta debe respetar esta ventana, situándose en la región media de las clases diamétricas y nunca en las clases superiores finales. A partir de cierto punto en la estructura diamétrica, el porcentaje de huecos y podredumbre comienza a aumentar, lo que reduce económicamente el valor de estas clases y la capacidad del bosque para secuestrar carbono. Los árboles son organismos biológicos con ciclos de vida que culminan en la muerte de sus individuos. Estas son algunas variables que no se han considerado ni en la planificación ni en la evaluación de por qué la producción no es ideal. Además de abordar estas ideas erróneas, esta presentación busca mostrar qué variables son importantes en la gestión, qué mejoras se pueden implementar y qué nuevas tecnologías pueden optimizarla.

Palabras clave: Estructura Diamétrica; Patrón de Incremento; Ventana Óptima de Manejo.

RESUMEN

Gestión de la biodiversidad: Estrategias para la conservación del bosque nativo basado en los Productos Forestales No Maderables

Biodiversity management: Strategies for native forest conservation based on Non-Timber Forest Products

Emanuel Marcelo Grassi[1]

[1]Dr. en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos, actualmente Director General Ejecutivo del IMiBio. emanuelGrassi@imibio.misiones.gob.ar

Una planificación eficiente para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad necesita de políticas y estrategias transversales a la conservación del bosque nativo. En este sentido, la gestión de la biodiversidad basada en conocimiento científico deja de ser un concepto abstracto para convertirse en una estrategia de conservación activa, transformando el conocimiento científico en herramientas de desarrollo local. El enfoque en la utilización de los Productos Forestales No Maderables (PFNM) demuestra que es posible generar valor económico en el bosque nativo en el bosque nativo con bajo o nulo impacto ambiental. Al identificar y revalorizar recursos como frutos nativos, hongos, miel, plantas medicinales, entre otros, se fomenta una economía y un desarrollo productivo que se realiza bajo criterios de sostenibilidad ecológica en concordancia con el entorno natural. Este modelo no solo protege la integridad del ecosistema y sus servicios ambientales, sino que ofrece una alternativa viable para el arraigo rural, diversificando el uso del bosque nativo de forma sostenible asegurando que el capital natural de la selva misionera.

Palabras clave: Biodiversidad; Gestión; PFNM.

RESUMEN

Biotecnología forestal en Chile: una herramienta para mejoramiento de especies forestales

Forest biotechnology in Chile: a tool for improving forest species

Sofía Valenzuela Águila[1,2], Claudio Balocchi Leonelli[3], Paula Aguayo Cárcamo[2], Ricardo Durán Reyes[3]

[1]Profesora titular, [1]Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Concepción, Concepción, Chile. sofvalen@udec.cl

[2]Laboratorio Genómica Forestal, Centro de Biotecnología, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

[3]Bioforest S.A. Camino a Coronel Km 15, Concepción, Chile.

El cambio climático es una realidad que impacta a los ecosistemas forestales, alterando la distribución y crecimiento de especies, junto al aumento en la frecuencia e intensidad de sequías, presencia de nuevos patógenos y una mayor incidencia de incendios forestales. Las plantaciones forestales no están exentas de este problema, comprometiendo la productividad y disponibilidad de esta materia prima. En el mundo, se requiere mayor cantidad de madera y sus derivados, por un lado, para el reemplazo de combustibles fósiles y por otro como proveedoras de materia prima esencial para construcción, mobiliario, pulpa para celulosa y fibras textiles. A su vez, los árboles son componentes claves en la mitigación del cambio climático, la captura de carbono y la transición hacia una bioeconomía sostenible. En Chile, las plantaciones forestales corresponden principalmente a pino radiata (60%) y especies del género de eucaliptos (40%) las que cubren cerca de dos millones de hectáreas. Ambas especies han sido ampliamente utilizadas a nivel comercial al menos en el último medio siglo, siendo sometidas a diversos programas de mejoramiento genético fomentados por las principales empresas forestales del país. Este sector constituye uno de los pilares productivos fundamentales del país, con una contribución de ~1,2% al PIB nacional y aportando con más de 100.000 empleos directos e indirectos. El mejoramiento genético forestal en Chile posee más de cinco décadas de trayectoria, el que ha estado a cargo especialmente en las empresas forestales nacionales. Los primeros programas se basaron en selección fenotípica y polinización abierta, avanzando hacia cruzamientos controlados, llegando finalmente a una silvicultura clonal. Estos esfuerzos han permitido incrementar la productividad, mejorar la calidad de la madera y la adaptabilidad, a través de la selección de familias y/o genotipos para las distintas condiciones edafoclimáticas. Sin embargo, el mejoramiento genético convencional en especies forestales requiere de largos ciclos generacionales, que pueden superar los 15 años, retrasando la incorporación de nuevas características adaptativas frente a cambios ambientales acelerados. En este contexto, la biotecnología moderna ha emergido como una herramienta estratégica para el mejoramiento tradicional. Técnicas como la embriogénesis somática y la organogénesis han optimizado la propagación clonal de genotipos superiores. El uso de marcadores moleculares como RAPD, AFLP, SSR y últimamente SNPs ha permitido implementar la selección asistida y mejorar la precisión en la identificación de individuos élite. La secuenciación de genomas y transcriptomas ha ampliado la comprensión de los mecanismos moleculares asociados a crecimiento, calidad de madera y tolerancia a estreses bióticos y

abióticos. Más recientemente, la selección genómica basada en SNPs ha reducido significativamente los tiempos de evaluación genética, mientras que la ingeniería genética y la edición génica abren nuevas posibilidades para introducir modificaciones precisas orientadas a mejorar productividad, eficiencia en el uso del agua, resistencia a plagas y adaptación a escenarios climáticos futuros. La integración de herramientas biotecnológicas con estrategias convencionales de mejoramiento genético permite acelerar el desarrollo de árboles más productivos, resilientes y sostenibles, frente a escenarios de cambio climático, asegurando la producción de madera del futuro.

Palabras clave: Estrés Abiótico; *Eucalyptus globulus;* Selección Genómica.

RESUMEN

Bonos de biodiversidad: ¿De qué se trata?

Biodiversity Bonds: What are they?

Florencia Montagnini[1]

[1]PhD. Investigadora Científica Principal, Escuela del Medio Ambiente y Forestal, Universidad de Yale, New Haven, EE. UU. florencia.montagnini@yale.edu

Más de la mitad del producto interno bruto (PIB) mundial —unos 55 billones de dólares EE.UU— depende de la naturaleza, sin embargo, solo una pequeña fracción del PIB mundial se destina a su protección, mientras que la degradación de los ecosistemas continúa. Un total de 196 países participan en la fijación de compromisos globales como el Marco Global de Biodiversidad Kunming-Montreal para lograr un "mundo que viva en armonía con la naturaleza". Los Bonos de Biodiversidad (BD) son uno de los mecanismos financieros avanzados recientemente para promover la conservación de la biodiversidad. Después de la COP15 (2022) de la Convención de Diversidad Biológica, la Alianza de Créditos de Biodiversidad (BCA), entidad internacional que fomenta la inversión del sector privado en biodiversidad, impulsó el desarrollo de mercados de biodiversidad y la promoción de buenas prácticas. Los BD son “certificados que representan una unidad medible y basada en evidencia de resultado positivo en biodiversidad, duradero y adicional a lo que habría ocurrido sin intervención”. Se busca garantizar: i) resultados verificados para la naturaleza, ii) equidad y justicia para las personas, y iii) buena gobernanza. Las soluciones para restaurar o conservar la biodiversidad pueden requerir múltiples mercados, según el contexto, los actores y las motivaciones. Existe espacio tanto para los mercados voluntarios (BBV) como para los de cumplimiento, con mecanismos de compensación y contribuciones que pueden coexistir y ofrecer resultados positivos. Los mercados de BBV pueden impulsar el financiamiento hacia la protección, regeneración y gestión responsable de la biodiversidad, con iniciativas actuales en Europa, América Latina, Australia, Nueva Zelanda y África. El enfoque varía según el país o metas del proyecto (bancos de hábitat, Unidades de Biodiversidad, especies paraguas, pueblos indígenas, comunidades locales). La mayoría se centra en protección o restauración de paisajes naturales; sin embargo, algunos también utilizan los BBV para promover usos del suelo sostenibles y favorables a la biodiversidad, como los sistemas agroforestales (SAF). Para la emisión de BBV es necesario determinar métodos de monitoreo de biodiversidad para cada componente, tanto para la línea base como para los incrementos de biodiversidad a largo plazo: teledetección, drones, cámaras trampa, sensores acústicos, eADN. Se debe realizar verificación manual de campo y análisis costo-beneficio de los métodos seleccionados. Es importante utilizar verificadores de terceras partes, como RegenNetwork y otros servicios para garantizar integridad. A pesar de las dificultades para monitorear la biodiversidad en los SAF, pueden encontrarse métricas adecuadas, como se ha hecho para los programas de Pagos por Servicios Ecosistémicos (PSE). La asignación de valores de crédito y el acceso a los mercados pueden ser más viables para los SAF de cultivos perennes que cuentan con estándares orgánicos, favorables a la biodiversidad. En nuestras investigaciones proponemos los BBV como incentivos alternativos de SAF con cacao y yerba mate en experiencias actuales en Argentina, Brasil, Colombia y Ecuador. La participación de comunidades locales y pueblos indígenas es importante en el establecimiento de líneas base y en verificaciones de tercera parte. Los mercados actuales favorecen bonos que integren impactos de carbono y biodiversidad.

Palabras clave: Integridad del mercado; Monitoreo; PSE

RESUMEN

Red Federal Bosque y Clima: dinámica de crecimiento de los bosques nativos en relación a los cambios ambientales locales y globales.

Federal Forest and Climate Network: Growth Dynamics of Native Forests in Relation to Local and Global Environmental Changes

Ana Marina Srur[1]

[1]Investigadora independiente IANIGLA-CONICET-CCT Mendoza. asrur@mendoza-conicet.gob.ar

La gestión sustentable de los bosques nativos frente al cambio global exige una comprensión profunda de las respuestas ecofisiológicas a diferentes escalas. Este trabajo presenta la consolidación de la RED BOSQUE-CLIMA, una iniciativa de carácter federal que integra la Red Argentina de Parcelas Permanentes (RAPP) y la Red Argentina de Dendrómetros de Alta Resolución (RADAR). Esta Red vincula el conocimiento histórico generado por diferentes sectores con sistemas de monitoreo biótico y abiótico en tiempo real. Al momento la red cuenta con aproximadamente 30 estaciones de registro continuo distribuidas en las principales formaciones forestales del país distribuidas en mas de 10 provincias. Mediante el uso de dendrómetros de punto y sensores de humedad y temperatura de suelo, se registran variaciones del fuste en intervalos de 15 minutos, permitiendo caracterizar os ciclos de hidratación-deshidratación del fuste en relación con variables meteorológicas localesl, además en algunas estaciones se llevan a cabo estudios de fenología cambial. Los datos correspondientes obtenidos al momento muestran respuestas diferenciales según el gradiente hídrico. En ambientes áridos y semiáridos, se identificó una convergencia en los patrones de variaciones radiales del fuste, donde la disponibilidad hídrica local actúa como el principal factor limitante, vinculando eventos de mortalidad con sequías estivales severas. Por el contrario, en ambientes húmedos sin restricciones hídricas críticas, se observan divergencias significativas entre especies, lo que sugiere una mayor sensibilidad a variables térmicas y factores bióticos. La RED BOSQUE-CLIMA se constituye como una herramienta de alto impacto para la estimación de la biomasa forestal, el secuestro de carbono y la resiliencia de los ecosistemas nativos. La integración de datos de alta resolución permite generar proyecciones precisas sobre los cambios que experimentarán los bosques argentinos ante los escenarios climáticos del siglo XXI, proveyendo bases sólidas para el manejo forestal y la conservación a nivel nacional.

Palabras clave: Cambio Climático; Dendroecología; Monitoreo Forestal.

RESUMEN

Conectividad ecológica: fortaleciendo la biodiversidad frente al cambio global

Ecological Connectivity: Strengthening Biodiversity in the Face of Global Change

Teresa Goicolea[1]

[1]Dra. Investigadora postdoctoral en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España. teresa.goicolea@mncn.csic.es

En las últimas décadas, la biodiversidad ha sufrido una grave crisis: cerca de un millón de especies se encuentran actualmente en riesgo de extinción. Los cambios en el uso del suelo y la sobreexplotación de recursos naturales son los principales motores de la pérdida de biodiversidad y de la degradación de los ecosistemas. A estos procesos se suma el cambio climático, que intensifica la vulnerabilidad de los ecosistemas. En este contexto, la degradación y la fragmentación asociada limitan la capacidad de las especies y de los sistemas naturales para responder a estos cambios. Si bien la protección de hábitats mediante áreas protegidas constituye una herramienta fundamental para la conservación, la evidencia científica y organismos internacionales reconocen que la red actual de espacios protegidos, por sí sola, no garantiza beneficios duraderos. En este sentido, se destaca la importancia de mantener y mejorar la conectividad ecológica entre áreas espacios naturales o seminaturales, como estrategia principal para contrarrestar la fragmentación y devolver la funcionalidad de los ecosistemas a gran escala. La conectividad ecológica se define como el grado en que la configuración y las características del paisaje facilitan o limitan el movimiento de los organismos y el flujo de procesos ecológicos. Este movimiento permite a las especies acceder a recursos, mantener el intercambio genético, completar diferentes etapas de su ciclo de vida, como la dispersión o migración, y recolonizar áreas tras perturbaciones. Además, la conectividad es clave para la adaptación al cambio climático, al permitir desplazamientos hacia nuevas áreas con condiciones ambientales adecuadas. En los ecosistemas forestales, la conectividad sostiene procesos como la dispersión de semillas, el movimiento de fauna y la recolonización de parches de hábitat. Esto contribuye a poblaciones saludables y a bosques más resilientes y adaptativos. Incorporar la conectividad en la gestión forestal favorece la regeneración natural, el intercambio genético y la adaptación de las especies, con beneficios para la producción forestal, la gestión cinegética y los usos recreativos. Los bosques también desempeñan un papel central en la restauración de la conectividad. Su biodiversidad y menor resistencia al movimiento para muchas especies los convierte en áreas núcleo y corredores dentro de paisajes fragmentados. Existe así una relación bidireccional: la conectividad es clave para los ecosistemas forestales, y los bosques son fundamentales para mantener la conectividad del paisaje. Esta charla presentará una visión integrada de la conectividad ecológica, abordando qué es, qué procesos sostiene y por qué constituye un componente clave para la resiliencia de los paisajes forestales. Se analizará cómo los distintos componentes del cambio global afectan la conectividad, modificando la disponibilidad de hábitat y la permeabilidad del paisaje. Se revisarán los principales enfoques para evaluar la conectividad, incluyendo conectividad estructural, funcional y dinámica, así como métodos de análisis basados en métricas de paisaje, modelos de conectividad y herramientas de priorización espacial. Finalmente, se discutirá cómo esta

información puede incorporarse en la planificación territorial y la gestión forestal para priorizar áreas, identificar corredores y orientar intervenciones que mejoren la funcionalidad del paisaje.

Palabras clave: Cambio Global; Conectividad Ecológica; Conservación de la Biodiversidad.

RESUMEN

Sensores remotos aplicados a la gestión de sistemas forestales implantados

Remote sensing applied to planted forest management

Eduardo Hildt[1]

[1]Dr. Ingeniero Forestal. Investigador INTA EEA Montecarlo (Grupo Forestal). Docente Explotación Forestal, FCF – UNaM. eduardo@inta.gob.ar

El manejo eficiente de los sistemas forestales implantados depende de la integración de diferentes fuentes de información para sustentar la toma de decisiones. El monitoreo del avance de las operaciones forestales, la actualización de la cartografía forestal, el análisis de la heterogeneidad de los rodales y la planificación de operaciones en función de las características del terreno son problemas del día a día que en muchas ocasiones no se afrontan adecuadamente por falta de información espacial. Los sensores remotos ofrecen información georreferenciada de alto valor, aplicable al análisis de las operaciones forestales a distintas escalas espaciales y temporales. El uso integrado de imágenes satelitales de media y alta resolución —Landsat 8/9, Sentinel-2, CBERS-4A y Planet— constituye una herramienta de bajo costo para el monitoreo continuo de las operaciones de cosecha y preparación del terreno. Mediante la detección de cambios en índices espectrales como el NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) y el NBR (Normalized Burn Ratio), es posible identificar y cuantificar superficies intervenidas y analizar la evolución de la cobertura forestal a nivel predial con frecuencia semanal. Cuando se requiere mayor resolución espacial, la fotogrametría digital mediante drones permite generar ortomosaicos y nubes de puntos densas con resoluciones inferiores a un metro por píxel. Estos productos ayudan a una actualización cartográfica precisa de los rodales y a la estimación de la variabilidad espacial de la altura y de la cobertura de copas, aportando información clave para la asignación eficiente del esfuerzo de muestreo en los inventarios forestales. En plantaciones jóvenes, los relevamientos aerofotogramétricos periódicos permiten evaluar la supervivencia post-plantación, detectar fallas, monitorear el crecimiento en altura y analizar el cierre de copas para toda la extensión del rodal. Los relevamientos LiDAR aerotransportados con drones, por su parte, ofrecen una caracterización tridimensional detallada tanto de la estructura del vuelo forestal como del relieve bajo la cubierta vegetal. Esta información resulta fundamental para planificar la cosecha mecanizada en sitios con restricciones de pendiente, identificar cursos de agua, predecir la transitabilidad de maquinaria y optimizar la traza de caminos internos, contribuyendo a reducir el impacto ambiental y los costos operativos. A mayor escala territorial, los sensores LiDAR embarcados en aeronaves tripuladas permiten caracterizar la estructura de las forestaciones en grandes extensiones. La combinación de métricas derivadas de las nubes de puntos con funciones alométricas específicas por especie y régimen de manejo habilita la estimación de variables dasométricas —área basal, volumen total y biomasa aérea— con precisión comparable a la del inventario forestal tradicional. La integración de estas tecnologías en flujos de trabajo apoyados en plataformas SIG, bases de datos espaciales y herramientas de análisis y proyección forestal, sienta las bases para la construcción de Gemelos Digitales forestales: representaciones virtuales dinámicas del sistema productivo que sintetizan información y permiten simular escenarios silvícolas, anticipar decisiones y optimizar la gestión en tiempo real. Esta perspectiva

representa un salto cualitativo hacia una silvicultura más precisa, eficiente y alineada con los actuales requerimientos de certificación y sostenibilidad.

Palabras clave: Gemelos Digitales; Manejo Forestal; Operaciones Forestales.

RESUMEN

Inteligencia Artificial: aplicaciones en el sector forestal

Artificial Intelligence: Applications in the Forestry Sector

David C. Hassan[1]

[1]PhD Professor Adjunto, Universidade Federal do Paraná. hassancamil@ufpr.br

Como em muitos setores, a inteligência artificial (IA) tem contribuído para o setor florestal avançar tecnologicamente. O objetivo desta apresentação é mostrar como a IA tem sido utilizada técnica e cientificamente na engenharia florestal, e como ela tem impactado o setor no Brasil e no mundo. A apresentação inicia-se com a introdução à IA (definição e técnicas comuns) e suas aplicações no âmbito da ciência florestal. Em seguida, resultados de várias pesquisas científicas que envolveram ferramentas de IA para predição e estimação de atributos florestais, bem como na classificação de padrões relacionados a árvores e florestas. Duas plataformas do setor florestal que envolvem modelos de IA também serão apresentadas, sendo uma focada ao mercado de carbono, e outra para processamento de inventários florestais.

Palabras clave: Ferramentas de IA; Pesquisa florestal com IA; Plataformas florestais.

RESUMEN

Tecnología emergente para la silvicultura de Plantaciones

Emerging technology for plantation forestry

Ricardo Alejandro Austin[1]

[1]Ingeniero Forestal. Director Forestal Brasil y Argentina. ARAUCO. ricardo.austin@arauco.com

La empresa ARAUCO desarrolla actividades forestales en Chile, Argentina, Brasil y Uruguay, con foco relevante en la producción de madera para uso industrial a partir de plantaciones de Pino y Eucalipto principalmente y bajo condiciones muy diversas de clima, suelos y fisiografía. En estos países, los desafíos silvícolas están fuertemente condicionados por el cambio climático, la necesidad de sostener y/o incrementar la productividad forestal y asegurar al mismo tiempo la sostenibilidad de los recursos en el largo plazo. En materia de desarrollo genético, uno de los principales desafíos es desarrollar materiales cada vez más resilientes a eventos climáticos extremos (sequias, heladas, etc) y además, resistentes a nuevas plagas y enfermedades; estos desarrollos constituyen un eje estratégico de largo plazo para la compañía. Por su parte la producción vegetal en viveros enfrenta el desafío de asegurar la calidad y sanidad de los plantines, manteniendo la trazabilidad genética y asegurando altas tasas de sobrevivencia y crecimiento inicial en campo. La nutrición forestal es un desafío creciente debido a la mejora en los crecimientos obtenidos por la silvicultura clonal, especialmente en rotaciones sucesivas y en sitios de baja fertilidad natural; ARAUCO desarrolla programas permanentes de diagnóstico nutricional, fertilización sitio-específica, uso de nuevos productos y monitoreo de respuestas en crecimiento, supervivencia y fitosanidad. El manejo silvicultural enfrenta el desafío de equilibrar productividad y costos crecientes, por lo que la mecanización y automación de operaciones se vuelven una prioridad y en tal sentido el uso de IA está contribuyendo enormemente y de forma muy acelerada a este propósito; además, el manejo silvícola está determinado en gran medida por el uso industrial de la madera, existiendo situaciones (Pino) donde se requieren ejecutar labores de poda y raleos para obtener madera libre de nudos y otros casos (Eucalipto/Salicaceas) donde el manejo de rebrotes se está volviendo una práctica cada más frecuente. Finalmente, el aumento de la incidencia de ciertas plagas y enfermedades y la mayor ocurrencia de incendios forestales, ambos asociados al cambio climático, representan un riesgo creciente y determinan la necesidad de profundizar los programas de monitoreo, vigilancia, prevención y adopción de planes específicos de contingencia y respuesta ante emergencias.

Palabras clave: Manejo; Productividad; Silvicultura.

RESUMEN

La dendroenergía como actividad complementaria en la cadena de valor forestal: presente y futuro

Wood energy as a complementary activity in the forest value chain: present and future

Raffaeli Natalia[1]

[1]Ingeniera Forestal (FCAyF, UNLP, Argentina), Doctora en Recursos Forestales y Bioenergía (University of Washington, EEUU). Profesora Titular, Industrias de Transformación Química de la Madera, Laboratorio de Investigaciones en Madera (LIMAD), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. nataliaraffaeli@gmail.com

La actividad forestal genera altos volúmenes de residuos madereros, tanto en el aprovechamiento primario del bosque, ya sea nativo o implantado, como a partir de su transformación mecánica. En Argentina, se estima que la intervención en plantaciones forestales, considerando podas, raleos y tala rasa, produce volúmenes superiores a 5 millones t año^{-1}, mientras que la forestoindustria genera aproximadamente 2 millones t año^{-1} de residuos. A ello, debería sumarse el volumen potencial obtenido del manejo sustentable de bosques nativos, que permitiría obtener más de 9 millones de t año^{-1} de material leñoso residual (ForestAr 2030, 2021). La región forestoindustrial por excelencia en nuestro país, la Mesopotamia, ofrece la mayor concentración de bosques cultivados, siendo asimismo la región con mayor consumo de materia prima para transformación primaria (*Pinus* spp. y *Eucalyptus* spp.). Su aprovechamiento genera cantidades significativas de residuos, que son factibles de ser reutilizados con fines energéticos, ya sea para ser empleada directamente mediante la combustión de leña y/o astillas, servir para la elaboración de biocombustibles densificados (pellets y briquetas), o para generar energía térmica y/o eléctrica a través de su reutilización en centrales a base de biomasa. Los combustibles densificados usualmente se fabrican a partir de residuos secos de remanufactura (viruta y aserrín), destacando por su homogeneidad, baja humedad y alta densidad. Mientras los pellets, por su pequeño tamaño, permiten la implementación de sistemas automatizados, las briquetas son ideales para manipulación manual. En Argentina, aunque la industria está en fase temprana, el sector crece con una decena de plantas concentradas en el NEA y algunas en Patagonia, utilizando principalmente biomasa de pino. Estos productos se destinan mayormente a la exportación y en menor medida al mercado interno, siendo una alternativa energética clave para regiones sin acceso a gas natural o electricidad de red. La generación eléctrica a partir de biomasa forestoindustrial ha crecido significativamente en Corrientes y Misiones, a partir del procesamiento mecánico de especies cultivadas. Destaca el complejo FRESA en Gobernador Virasoro, cuya capacidad de 80 MW cubre el 20% del consumo provincial. En Misiones, empresas como Arauco, Papel Misionero y Molino Matilde lideran iniciativas similares. Por otro lado, la zona del Parque Chaqueño se caracteriza por la presencia del bosque nativo más extenso del país. En cuanto a su aporte en la generación de biocombustibles, se destaca la producción de carbón vegetal, siendo la provincia de Chaco la mayor productora, seguida por Santiago del Estero y Formosa. Se extraen alrededor de 2 millones de t año^{-1} de madera para tal fin, necesarias para producir aproximadamente 400.000 t de carbón anuales (MAyDS, 2023), mediante un proceso de pirólisis, con tecnologías de producción semi-industrial, como los hornos de ladrillo del tipo “media naranja argentino” y hornos metálicos “TPI”, con un

rendimiento del 20-30%. Argentina posee una oportunidad excepcional para consolidar una matriz energética sostenible a partir de biomasa forestal. La clave reside en transformar los residuos leñosos, históricamente desaprovechados, en recursos estratégicos mediante inversión tecnológica y un marco regulatorio sólido que fomente el desarrollo de la bioeconomía.

Palabras clave: Biomasa; Briquetas; Carbón Vegetal; Pellets.

RESUMEN

Rol del sector forestal en la reducción de los GEI

Role of the forestry sector in the reduction of GHGs

Pablo Luis Peri[1]

[1]Ingeniero Forestal, PhD Plant Science, Coordinador del Programa Nacional Forestal del INTA, Investigador Principal del CONICET, Profesor titular de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA), peri.pablo@inta.gob.ar

El carbono orgánico del suelo (COS) determina la capacidad productiva de los suelos, sostiene biodiversidad, y es esencial para mitigar el cambio climático, ya que actúa como un sumidero que retira el dióxido de carbono de la atmósfera en línea con las acciones internacionales como el Acuerdo de París en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles (SSP), plantaciones forestales, manejo silvícola del bosque nativo y otros usos de la tierra en Argentina resalta que entre la gran variedad de servicios ecosistémicos que brindan estos sistemas productivos se puede destacar el secuestro de C, un dato que se vuelve relevante para acceder al negocio de los bonos de carbono en el mercado. Por ejemplo, las plantaciones forestales almacenan 70 millones de toneladas de carbono orgánico. Entre los resultados se destaca que la región mesopotámica lidera la reserva nacional de bosques cultivados y que las plantaciones de pino son las que registran el mayor almacenamiento de carbono orgánico. Un crédito -o bono- de carbono es un certificado intercambiable que representa el derecho a emitir una tonelada de CO2eq (medida utilizada para unificar el efecto de los diversos tipos de gases de efecto invernadero-GEI). Las tierras forestales en Argentina juegan un papel dual crítico en el Inventario Nacional de GEI, actuando tanto como sumideros de carbono (captura) como fuente de emisiones por deforestación. La reserva media de carbono fue estimada en Argentina en el suelo (30 cm de profundidad) es 13,25 petagramos de carbono (casi un 2 % de las reservas mundiales de carbono del suelo), de los cuales las tierras forestales (bosques nativos y plantaciones forestales) representan el 23 %. Sin embargo, recientemente en un estudio de “Actualización del Inventario de GEI del sector AFOLU (Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra) de Argentina”, se para el período 1990–2020, una reducción neta de las Tierras Forestales (−7,8 Mha) con una expansión sostenida de los Cultivos (+12,3 Mha). En síntesis, esta información clave para el diseño de estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero y la obtención de certificaciones ambientales.

Palabras clave: Bosque Nativo; Fijación De Carbono; Plantaciones Forestales.

CHARLAS TÉCNICAS

RESUMEN

Fuego vs Tiempo: la batalla que perdemos por no actuar antes

Fire vs Time: the battle we lose by not acting sooner.

Emiliano Pastura[1], Carolina Mosquera[1]

[1]INFOREST S.R.L

La charla propone una introducción integral al fenómeno de los incendios forestales desde una perspectiva ecológica, social y operativa, abordando su complejidad en el contexto actual. En primer lugar, se plantea una reflexión inicial orientada a cuestionar la percepción del fuego exclusivamente como un elemento destructivo, destacando su rol histórico como proceso natural en numerosos ecosistemas. A partir de este enfoque, se desarrolla el concepto de ecología del fuego, haciendo énfasis en el régimen de incendios como herramienta clave para comprender la dinámica del fuego en distintos ambientes. Se analizan sus principales componentes —frecuencia, intensidad, severidad, estacionalidad y tipo de incendio— y su relación con el equilibrio ecológico. En este sentido, se resalta que tanto la ausencia como el exceso de fuego pueden generar alteraciones significativas en los ecosistemas. En una segunda instancia, se aborda la evolución del comportamiento de los incendios a través del concepto de generaciones de incendios. Se describen los cambios observados desde incendios de características más naturales y controlables hacia eventos cada vez más complejos, intensos y difíciles de gestionar. Se pone especial atención en las generaciones más recientes, caracterizadas por su comportamiento extremo, rápida propagación y capacidad de afectar simultáneamente áreas rurales y urbanas. Posteriormente, se introduce la influencia del calentamiento global como uno de los principales factores que modifican las condiciones ambientales. Se analizan sus efectos sobre la disponibilidad y el estado de los combustibles, así como la extensión de las temporadas de incendios y la ocurrencia de eventos extremos, estableciendo su vínculo con el incremento en la peligrosidad de los incendios actuales. Se compara la aparición de estas generaciones en Europa y Sudamérica y se buscan las posibles causas. Finalmente, la charla aborda la gestión de incendios desde una perspectiva práctica, considerando tanto el manejo de combustibles —a través de herramientas como quemas prescritas y reducción de carga— como la identificación de los recursos afectados. Se discute además la realidad operativa en la que se desarrollan las tareas de control, caracterizada por limitaciones de recursos, condiciones cambiantes y la necesidad de tomar decisiones estratégicas bajo presión. En conjunto, la propuesta busca aportar una mirada integradora que permita comprender los incendios no solo como emergencias a suprimir, sino como fenómenos complejos que requieren estrategias de manejo adaptativas, basadas en el conocimiento científico y en la experiencia en territorio.

Palabras clave: Manejo del fuego; Recursos de combate; Supresión de incendio.

RESUMEN

Geração de créditos de carbono: chegou a vez dos pequenos empreendimentos?

Carbon credits generation: is it the time of small businesses?

Eleandro José Brun[1]

[1]Engenheiro Florestal, Dr., Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. eleandrobrun@utfpr.edu.br

La charla propone una introducción integral al fenómeno de los incendios forestales desde una perspectiva ecológica, social y operativa, abordando su complejidad en el contexto actual. En primer lugar, se plantea una reflexión inicial orientada a cuestionar la percepción del fuego exclusivamente como un elemento destructivo, destacando su rol histórico como proceso natural en numerosos ecosistemas. A partir de este enfoque, se desarrolla el concepto de ecología del fuego, haciendo énfasis en el régimen de incendios como herramienta clave para comprender la dinámica del fuego en distintos ambientes. Se analizan sus principales componentes —frecuencia, intensidad, severidad, estacionalidad y tipo de incendio— y su relación con el equilibrio ecológico. En este sentido, se resalta que tanto la ausencia como el exceso de fuego pueden generar alteraciones significativas en los ecosistemas. En una segunda instancia, se aborda la evolución del comportamiento de los incendios a través del concepto de generaciones de incendios. Se describen los cambios observados desde incendios de características más naturales y controlables hacia eventos cada vez más complejos, intensos y difíciles de gestionar. Se pone especial atención en las generaciones más recientes, caracterizadas por su comportamiento extremo, rápida propagación y capacidad de afectar simultáneamente áreas rurales y urbanas. Posteriormente, se introduce la influencia del calentamiento global como uno de los principales factores que modifican las condiciones ambientales. Se analizan sus efectos sobre la disponibilidad y el estado de los combustibles, así como la extensión de las temporadas de incendios y la ocurrencia de eventos extremos, estableciendo su vínculo con el incremento en la peligrosidad de los incendios actuales. Se compara la aparición de estas generaciones en Europa y Sudamérica y se buscan las posibles causas. Finalmente, la charla aborda la gestión de incendios desde una perspectiva práctica, considerando tanto el manejo de combustibles —a través de herramientas como quemas prescritas y reducción de carga— como la identificación de los recursos afectados. Se discute además la realidad operativa en la que se desarrollan las tareas de control, caracterizada por limitaciones de recursos, condiciones cambiantes y la necesidad de tomar decisiones estratégicas bajo presión. En conjunto, la propuesta busca aportar una mirada integradora que permita comprender los incendios no solo como emergencias a suprimir, sino como fenómenos complejos que requieren estrategias de manejo adaptativas, basadas en el conocimiento científico y en la experiencia en territorio.

Palabras clave: Conservação da Natureza; Mudanças Climáticas; Silvicultura; Solos.

RESUMEN

Tecnologías digitales que mejoran la productividad del sector forestal en tiempos de IA

Digital Technologies that Improve Productivity in the Forestry Sector in the Age of AI

Maximiliano Bordón[1], Diego Broz[2], Gabriela Corsano[3], Rodolfo Dondo[4], Eduardo Hildt[5], Daniel Rossit[6], Nicolás Vanzetti[3], Luis Zeballos[4]

[1]Centro de Investigación y Transferencia Rafaela (CIT Rafaela) – CONICET/UNRaf. Rafaela, Santa Fe, Argentina.

[2]Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina

[3]Instituto de Desarrollo y Diseño (CONICET-UTN). Santa Fe, Argentina.

[4]INTEC (Universidad Nacional del Litoral - CONICET), Güemes 3450, (3000) Santa Fe, Santa Fe, Argentina.

[5]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA EEA Montecarlo) / UNaM. Montecarlo, Misiones, Argentina.

[6]INMABB, CONICET, Bahía Blanca, Argentina.

La creciente demanda de sistemas productivos eficientes, competitivos y ambientalmente sostenibles plantea nuevos desafíos para la planificación y gestión de la cadena foresto-industrial. En este contexto, el proyecto “Optimización de la cadena de suministro de biomasa forestal para la producción sustentable de biocombustibles y bioenergía” propone el desarrollo de soluciones tecnológicas orientadas a mejorar la toma de decisiones mediante la integración de modelos de optimización, análisis de datos geo-referenciados y técnicas de aprendizaje automático.

El aprovechamiento energético eficiente de los residuos forestales requiere analizar y optimizar de manera conjunta los procesos que conforman la cadena de valor, incluyendo las operaciones de cosecha, el abastecimiento de materia prima, el procesamiento de la madera, así como la asignación de recursos humanos y la planificación logística y de las actividades de transporte. Desde esta perspectiva, la valorización de la biomasa forestal se aborda como parte de un sistema productivo integrado, donde las decisiones tomadas en cada etapa influyen directamente sobre la eficiencia global del sector y el aprovechamiento total del recurso forestal.

Durante la charla se presentarán, mediante ejemplos aplicados, distintas problemáticas vinculadas a la planificación forestal, la organización del abastecimiento industrial, el diseño de redes logísticas, la asignación de recursos productivos y la evaluación de escenarios productivos y energéticos. Además, se comentarán las diferentes metodologías utilizadas para abordar las distintas problemáticas mencionadas, las cuales permiten transformar datos en información estratégica para la gestión operativa y empresarial, facilitando el análisis de alternativas y la mejora continua de los procesos.

Asimismo, se destacará el rol de estas metodologías como espacio de formación interdisciplinaria para estudiantes y jóvenes profesionales, quienes pueden vincular conocimientos de ingeniería forestal, ingeniería en industria de la madera, análisis

de datos y modelización matemática con problemáticas reales del sector productivo. El desarrollo y aplicación de estas herramientas abre oportunidades para trabajos finales, tesis y proyectos de investigación aplicada, orientados a resolver desafíos concretos de la industria forestal regional.

Palabras clave: Cadena de Suministro Forestal; Optimización; Soluciones Eficientes.

RESUMEN

Integrando capacidades para el estudio de la madera y su relación con el ambiente

Integrating capabilities for the study of wood and its relationship with the environment

Elsa Iris Figueredo[2], Adelaida Bragañolo[1], Rosa Angela Winck[1,2]

[1]Docente Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado Misiones Argentina

[2]Investigadora, EEA INTA Montecarlo, Misiones. figueredo.elsa@inta.gob.ar

La charla propone una introducción integral al fenómeno de los incendios forestales desde una perspectiva ecológica, social y operativa, abordando su complejidad en el contexto actual. En primer lugar, se plantea una reflexión inicial orientada a cuestionar la percepción del fuego exclusivamente como un elemento destructivo, destacando su rol histórico como proceso natural en numerosos ecosistemas. A partir de este enfoque, se desarrolla el concepto de ecología del fuego, haciendo énfasis en el régimen de incendios como herramienta clave para comprender la dinámica del fuego en distintos ambientes. Se analizan sus principales componentes —frecuencia, intensidad, severidad, estacionalidad y tipo de incendio— y su relación con el equilibrio ecológico. En este sentido, se resalta que tanto la ausencia como el exceso de fuego pueden generar alteraciones significativas en los ecosistemas. En una segunda instancia, se aborda la evolución del comportamiento de los incendios a través del concepto de generaciones de incendios. Se describen los cambios observados desde incendios de características más naturales y controlables hacia eventos cada vez más complejos, intensos y difíciles de gestionar. Se pone especial atención en las generaciones más recientes, caracterizadas por su comportamiento extremo, rápida propagación y capacidad de afectar simultáneamente áreas rurales y urbanas. Posteriormente, se introduce la influencia del calentamiento global como uno de los principales factores que modifican las condiciones ambientales. Se analizan sus efectos sobre la disponibilidad y el estado de los combustibles, así como la extensión de las temporadas de incendios y la ocurrencia de eventos extremos, estableciendo su vínculo con el incremento en la peligrosidad de los incendios actuales. Se compara la aparición de estas generaciones en Europa y Sudamérica y se buscan las posibles causas. Finalmente, la charla aborda la gestión de incendios desde una perspectiva práctica, considerando tanto el manejo de combustibles —a través de herramientas como quemas prescritas y reducción de carga— como la identificación de los recursos afectados. Se discute además la realidad operativa en la que se desarrollan las tareas de control, caracterizada por limitaciones de recursos, condiciones cambiantes y la necesidad de tomar decisiones estratégicas bajo presión. En conjunto, la propuesta busca aportar una mirada integradora que permita comprender los incendios no solo como emergencias a suprimir, sino como fenómenos complejos que requieren estrategias de manejo adaptativas, basadas en el conocimiento científico y en la experiencia en territorio.

Palabras clave: Innovación; Investigación; Tecnología.

MESAS SECTORIALES

RESUMEN

Conversatorio sobre Certificaciones Forestales: FSC y PEFC

Forest Certification Roundtable: FSC and PEFC

Florencia Chavat[1], Esteban Carabelli[2], Silvia Korth[3], Diego Chifarelli[3, 4], Flavia Wegert[3], Viviana Rambo[3], Marina Madoery[3], Marcela Benitez[4]

[1]PEFC Argentina.

[2]FSC Argentina.

[3]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina. Autor de contacto: silvia.korth@fcf.unam.edu.ar

[4]Agencia de Extensión Rural Eldorado, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

El conversatorio sobre certificaciones forestales FSC (Forest Stewardship Council) y PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) se propone como un espacio participativo de intercambio entre actores públicos, privados, técnicos, académicos y profesionales vinculados al sector forestal. La actividad aborda el rol actual de estas certificaciones, sus aportes a la gestión sostenible de los bosques, su relación con los procesos productivos, industriales y comerciales, y los principales desafíos y oportunidades que presentan para el sector. La dinámica combina una breve contextualización inicial sobre ambos sistemas, la presentación de experiencias empresariales concretas, aportes técnico-profesionales y un bloque central de diálogo con el público, organizado a partir de preguntas previas y consultas formuladas en tiempo real. Se abordan temas planteados por los participantes, tales como experiencias reales de certificación, diferencias entre FSC y PEFC, costos y barreras de implementación, gestión forestal certificada, cadena de custodia, acceso a mercados y el rol de los profesionales, del Estado y de las instituciones en estos procesos. En este marco, el conversatorio busca favorecer el intercambio entre actores relevantes e identificar temas prioritarios para dar continuidad al tratamiento de la temática, desde una perspectiva práctica, territorial, colaborativa y sectorial.

Palabras clave: Acompañamiento Técnico; Articulación Interinstitucional; Cadena de Custodia; Diálogo Multiactor; Gestión Sostenible; Implementación Operativa; Sistemas de Certificación Forestal.

RESUMEN

Mesa Sectorial: Paisajes Productivos Protegidos

Sectoral Roundtable: Protected Productive Landscapes

Lucio R. Malizia[1], Pablo Cortez[2], Paula Montenegro[3], Raúl Eschenone[4], Darío Javier Stevens[5], Pedro Diez Repeto[6], Juan Mauricio Quezada Alvarez[7]

[1]Coordinador Red PPP, Fundación ProYungas; Profesor adjunto, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy

[2]Jefe Área Ambiente y Comunidades, Arauco Argentina

[3]Jefa de Sustentabilidad, Forestal Argentina; Presidenta del Consejo de FSC Argentina

[4]Subgerente de Silvicultura, Bosques del Plata CMPC

[5]Subgerente de Operaciones Forestales, Papel Misionero ARCOR

[6]Jefe de Cultivos, Establecimiento Las Marías

[7]Profesor adjunto, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina.

La mesa sectorial sobre el programa Paisaje Productivo Protegido (PPP), constituyó un espacio de intercambio multisectorial orientado a debatir los desafíos del sector forestoindustrial en territorios de alta valoración ambiental. El conversatorio, moderado por Fundación ProYungas, reunió a profesionales, técnicos, estudiantes y referentes vinculados a la conservación y a la producción forestal. El eje central de la actividad fue la presentación del programa Paisaje Productivo Protegido (PPP), concebido como una herramienta de gestión territorial y construcción de consensos entre actores productivos, sociales y ambientales. El programa promueve modelos de gestión integrados en empresas que combinan áreas destinadas a la producción con espacios silvestres sujetos a distintos niveles de conservación, favoreciendo estrategias de planificación territorial a escala de paisaje.

Los expositores compartieron experiencias y reflexiones en torno a tres ejes: los desafíos del sector para los próximos años; los aportes concretos del programa PPP para afrontar dichas problemáticas; y las tensiones y dificultades presentes en la articulación entre manejo forestal y conservación de la biodiversidad. Entre los principales desafíos identificados se destacó la necesidad de adaptación a las nuevas demandas globales, la complejidad de los vínculos con las comunidades locales, las exigencias de los mercados internacionales en términos de sostenibilidad y certificaciones, y la necesidad de fortalecer enfoques territoriales integrales. Asimismo, se resaltó la importancia de incorporar dimensiones sociales y comunitarias en la gestión forestal, reconociendo que los conflictos territoriales y las demandas vecinales adquieren creciente relevancia, y que se requieren profesionales con formación y capacidades específicas en los equipos de gestión forestal.

Los testimonios de los participantes evidencian coincidencias en torno a la necesidad de superar visiones fragmentadas del territorio y avanzar hacia modelos de gestión articulados a escala de cuenca o paisaje. En este sentido, el programa PPP es valorado como una estrategia que favorece el trabajo en red, la articulación intersectorial y la integración entre producción y conservación. Los expositores destacaron que la biodiversidad y los procesos ecológicos trascienden los límites prediales, por lo que las acciones de conservación requieren abordajes colaborativos y regionales.

La mesa permitió visibilizar la diversidad de situaciones y desafíos presentes en el NEA, incluyendo temas vinculados a industrialización, agregado de valor, créditos de carbono, turismo, certificaciones ambientales y conservación de ambientes críticos. El intercambio con el público generó un espacio de reflexión colectiva sobre las posibilidades y limitaciones de construir modelos de desarrollo forestoindustrial compatibles con la conservación ambiental y las demandas sociales contemporáneas.

Palabras clave: Conservación de la biodiversidad; Forestoindustria; Gestión territorial; PPP; Producción sostenible.

RESÚMENES DE TRABAJOS CIENTÍFICOS

ÁREA: EDUCACIÓN Y EXTENSIÓN FORESTAL Y AMBIENTAL

RESUMEN

Ações de Extensão do Projeto Mulher Caiçara na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba - Paraná -Brasil

Extension Actions of the Caiçara Women Project in the Guaraqueçaba Environmental Protection Area - Paraná – Brazil

Laura Gomes Silva[1], Daniela Cleide Azevedo de Abreu[2], Fabiani das Dores Abati Miranda[2], Tatiane Peratz[3]

[1]Bolsista Fundação Araucária, Acadêmica do curso de Engenharia Florestal da UTFPR/DV. lauragomes@alunos.utfpr.edu.br

[2]Doutoras, Docentes do curso de Engenharia Florestal da UTFPR/DV

[3]Mestre, Docente e Responsável pelo Programa de Empreendedorismo e Inovação na UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

As ações de extensão universitária do Projeto Mulher Caiçara estão vinculadas, principalmente, às disciplinas de Gestão e Manejo de Unidades de Conservação e Educação Ambiental do curso de Engenharia Florestal da UTFPR – campus Dois Vizinhos. O projeto é destinado às mulheres caiçaras, pertencentes ás comunidades tradicionais do litoral norte paranaense, no Brasil, que vivem da terra e do mar, com forte conexão com a natureza e o ambiente costeiro da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba. Por meio da oferta de diferentes ações de extensão e modalidades, como rodas de conversas, oficinas temáticas e cursos de capacitação, o projeto busca proporcionar atividades que promovam a participação dessas mulheres, que desenvolvem diferentes atividades laborais, tais como: donas de casa, artesãs, pescadoras artesanais, professoras, educadoras, gestoras, comerciantes, representantes e líderes comunitárias entre outras, incentivando-as a atuarem como agentes multiplicadoras na conservação e preservação ambiental da região, enfatizando que as mudanças nos hábitos da população, especialmente quanto à destinação final e adequada dos resíduos sólidos gerados, podem ser uma alternativa de renda extra para famílias vulneráveis. Além disso, ações pontuais e específicas buscam promover o empreendedorismo social no local e, consequentemente, fortalecer o protagonismo feminino, a autoestima e a autovalorização dessas mulheres, visando a melhoria da qualidade de vida e sua relação, de acordo com as atividades que desenvolvem diariamente na APA de Guaraqueçaba - PR. Desde a sua criação, o projeto realiza ações em espaços coletivos, como escolas e colégios da rede de ensino público do munícipio, comércios (restaurantes, lanchonetes e pousadas), pontos de cultura, associações de artesãos e órgãos públicos, bem como em várias comunidades localizadas no continente, em áreas de difícil acesso, na zona rural e em ilhas do município de Guaraqueçaba, atendendo mais de 700 mulheres caiçaras durante sua vigência. Atualmente, as ações estão direcionadas à Ilha Rasa, que abrange as comunidades de Ilha Rasa, Ponta do Lanço, Almeida e Mariana, onde as ações são realizadas na modalidade presencial e, quando solicitado pelas pessoas da comunidade, de forma virtual, tendo como objetivo fortalecer o vínculo entre a comunidade acadêmica, representadas pela Instituição de Ensino (docentes e discentes), e comunidade externa (lideranças e pessoas das comunidades), estes inseridos no território caiçara

de Guaraqueçaba, litoral norte paranaense. Acredita-se que o conhecimento gerado na universidade deve constituir um ciclo de constante renovação e impacto social. Assim, esse projeto, além de promover aprendizados e difusão de conhecimento, oportuniza também o desenvolvimento pessoal por meio da troca de conhecimento científico e práticas populares entre os envolvidos. Ademais, desenvolve ações voltadas à conservação dos recursos ambientais e ao fortalecimento socioeconômico da região.

Palabras clave: Comunidades Tradicionais; Unidades de Conservação; Uso Sustentável.

RESUMEN

Relato sobre a importância do Manejo da Espécie Arbórea *Tabebuia cassinoides* na Cultura Caiçara no Litoral do Paraná - Brasil

Report on the importance of the management of the tree species Tabebuia cassinoides in the Caiçara culture on the coast of Paraná - Brazil

Luis Guilherme Pereira de Brito[1], Daniela Cleide Azevedo de Abreu[2], Fabiani das Dores Abati Miranda[2]

[1]Bolsista Fundação Araucária, Acadêmico do curso de Engenharia Florestal da UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. luisguilhermepereira@alunos.utfpr.edu.br

[2]Doutoras, Docentes do curso de Engenharia Florestal da UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

A especie arbórea caxeta (*Tabebuia cassinoides*) é um elemento fundamental para a identidade da Cultura Caiçara no Litoral do Paraná. Essa espécie constituia principal matéria-prima para a confecção de utensílios de pesca e instrumentos musicais como rabeca, viola caiçara e machete, utilizados no Fandango Caiçara, cujas, fundamentais para que a rica cultura do fandango seja preservada. Além dos instrumentos, a madeira da caxeta é usada na fabricação de utensílios domésticos, gerando renda local e contribuindo para a economia de algumas famílias das comunidades tradicionais de Guaraqueçaba - Paraná. É importante destacar que o Fandango Caiçara foi reconhecido pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) como patrimônio Cultural do Brasil em 2012. Ainda que essa medida seja um avanço fundamental para a preservação da cultura caiçara, as comunidades ainda enfrentam grandes dificuldades para a divulgação de muitas das suas práticas tradicionais. Acredita-se que um dos problemas identificados seja o modo como foram estabelecidas as normas ambientais com limitações para o uso dos recursos naturais que geram interpretações confusas e conflituosas principalmente da espécie arbórea caxeta. Como consequência, a proibição do manejo dessa espécie tem comprometido a continuidade de saberes e práticas tradicionais, uma vez que a caxeta é essencial para a confecção dos instrumentos e ferramentas utilizadas na cultura caiçara. É de extrema importância citar que a proibição do manejo afetou de forma direta a cultura, visto que os Mestres do fandango e Mestres de pesca enfrentam dificuldades para repassar seus conhecimentos à nova geração, devido à falta de matéria-prima para a fabricação dos instrumentos de fandango e materiais de pesca. A fabricação de canoas feitas diretamente no tronco, um dos conhecimentos mais raros em uma comunidade de pescadores artesanais, também foi prejudicada. Atualmente, são poucos os que ainda dominam ou mesmo já presenciaram essa prática. Juntamente com essa questão, também foram afetados os remendadores de canoa, que acabaram ficando sem matéria prima para exercer seu trabalho. Diante das dificuldades para a fabricação e manutenção das canoas, muitos pescadores acabaram optando por adquirir uma canoa de fibra, o que impactou financeiramente as famílias que tinham como fonte de renda a fabricação e manutenção de canoas, além de ameaçar a preservação da história e da cultura caiçara. A proibição também levantou um dilema cultural e ético às comunidades: oscaiçaras abandonavam sua

cultura, as práticas tradicionais, ou se arriscavam a serem criminalizados por utilizar um recurso tradicional em seu próprio território. Nesse contexto, as ações de extensão universitária desenvolvidas no curso de Engenharia Florestal, da UTFPR campus Dois Vizinhos, por meio do Projeto Floração tornaram-se um importante elo entre a comunidade acadêmica e as comunidades externas inseridas na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba. O projeto busca promover ações nas áreas temáticas de Educação, Meio Ambiente e Cultura, com intuito de buscar estratégias que fomentem atividades que permitam gerar conhecimentos para subsidiar o manejo das espécies arbóreas prioritárias e o uso consciente dos recursos naturais empregados nas práticas tradicionais das comunidades inseridas nas Unidades de Conservação de Guaraqueçaba.

Palabras clave: Comunidades tradicionais; Cultura; Unidades de Conservação.

RESUMEN

Educação ambiental na Gestão de Resíduos Sólidos em Áreas Protegidas

Environmental education in Solid Waste Management in Protected Areas

Jardelma Assunção Sousa[1], Daniela Cleide Acebedo de Abreu[2], Fabiane das Dores Abati Miranda[3]

[1]Bolsista Fundação Araucária, Acadêmica do curso de Engenharia Florestal da UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. jardelmas.2018@alunos.utfpr.edu.br

[2]Doutora, Docente do curso de Engenharia Florestal da UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. danielaabreu@utfpr.edu.br

[3]Doutora, Docente do curso de Engenharia Florestal da UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. fabiane@utfpr.edu.br

A Educação Ambiental (EA) é uma estratégia empregada na gestão de resíduos sólidos em áreas protegidas, pois busca promover mudanças de hábitos para o descarte adequado e à conservação e preservação do meio ambiente por meio do uso de práticas sustentáveis, como a redução, reutilização e reciclagem. Nesse contexto, as Unidades de Conservação, reconhecidas internacionalmente como áreas protegidas, configuram-se como espaços coletivos de grande relevância para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares e formativas relacionadas à temática transversal da EA. O projeto de extensão Floração, da UTFPR campus Dois Vizinhos, realizou diversas ações de EA voltadas à gestão de resíduos sólidos na Ilha Rasa, inserida na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, classificada, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação do Brasil, como uma área de uso sustentável. Entre as atividades foram realizadas as seguintes ações: “Oficina dos 3 R’s da sustentabilidade”, que contou com a implantação de coletores para pilhas, baterias, lacres de alumínio e tampinhas plásticas de garrafas PET, os quais foram disponibilizados nos estabelecimentos comerciais da ilha. Nessa ação, foram reaproveitadas embalagens de 5 litros de produtos de limpezas (como detergentes) para confeccionar os coletores, possibilitando para retirar de circulação recipientes plásticos que seriam descartados no lixo comum e, ao mesmo tempo, possibilitando o armazenamento, transporte do volume dos materiais nas embarcações. Materiais como garrafas plásticas PET também foram reaproveitadas na confecção de hortas verticais em pequenos espaços, enquanto as tampinhas foram utilizadas na confecção de materiais didáticos, como jogos lúdicos e tabuadas paras as crianças. Outra finalidade da coleta desses materiais é a geração de renda extra com sua venda em barracões de reciclagens. Outra atividade realizada foi a Oficina de Compostagem, que apresentou o processo natural de reciclagem que transforma resíduos orgânicos, como restos de alimentos, em um adubo rico em nutrientes, ou seja, composto orgânico. Esse processo, realizado por microrganismos, reduz o volume de lixo, melhora a saúde do solo e promove a ciclagem de nutrientes, podendo ser feito em pequena escala, denominada doméstica. Acredita-se que essa oficina foi fundamental para orientar os participantes da possibilidade de construir composteiras domésticas destinadas para uso em hortas agroecológicas em pequenos espaços, como casas e escolas/colégios, cujos produtos podem ser incorporados à merenda escolar e à alimentação das famílias, visto que existem muitas dificuldades para a produção de

legumes e hortaliças no local devido a ilha ser composta por um solo arenoso, isto é, pobre em matéria orgânica. Também foi realizada uma Mostra de Ciências no colégio local, reunindo gestores, professores e estudantes de diferentes faixas etárias da ilha. Durante o evento os participantes receberam orientações de conscientização ambiental, bem como informações sobre a importância da coleta, separação e destino final adequado dos resíduos sólidos gerados na região. A temática sobre a gestão de resíduos sólidos foi trabalhada em diferentes ambientes e modalidades, alcançando diversos públicos e faixas etárias, atingindo dessa forma, moradores das quatro comunidades: Ilha Rasa, Ponta do Lanço, Almeida e Mariana, impactando aproximadamente 300 pessoas por meio das ações de extensão universitária.

Palabras clave: Conservação; Jogos Didáticos; Meio Ambiente.

RESUMEN

Perfiles de uso de inteligencia artificial entre estudiantes de ingeniería: un estudio en la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM)

Artificial intelligence usage profiles among engineering students: a study at the Faculty of Forest Sciences (UNaM)

Julio Alfredo Romero[1], Carolina Ester Reckziegel[1], Yanet Ailyn Medina[1], Tamara Ayelén Krentz[1], Flavia Ramona Acosta[1], Iara Guadalupe Gimenez[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. julio.romero@fcf.unam.edu.ar

La expansión de la IA en la educación, especialmente en la educación superior, reconfigura el estudio y la producción de conocimiento. En carreras de ingeniería es clave indagar su apropiación y los criterios éticos asociados. Este estudio analiza y caracteriza perfiles de uso de IA en tres carreras de la Facultad de Ciencias Forestales (Ingeniería Agronómica, Forestal e Industrias de la Madera), focalizando en patrones de uso, actitudes, aprendizajes percibidos y consideraciones éticas. Se realizó un estudio cuantitativo no experimental, exploratorio-descriptivo. En el segundo semestre de 2025 se encuestó a 80 estudiantes (76 usuarios de IA con fines académicos) y se construyeron cinco índices: frecuencia de uso, prácticas, actitudes, aprendizajes y ética. El análisis en R combinó descriptivos, pruebas no paramétricas (Kruskal–Wallis y Dunn con corrección de Bonferron), clúster jerárquico (Ward) y ACP. Los resultados muestran una valoración mayormente positiva de la IA, con promedios intermedios-altos en actitudes, aprendizajes y ética. El análisis de conglomerados permitió distinguir tres perfiles con rasgos bien definidos. El Perfil 1 (n = 31), “intensivos”, agrupa a estudiantes que utilizan IA con alta frecuencia y la integran de manera sistemática en diversas tareas académicas; sus puntuaciones elevadas en actitudes y aprendizajes sugieren una apropiación confiada e instrumental de estas herramientas. El Perfil 2 (n = 27), “cautelosos”, presenta un uso moderado y selectivo: recurren a la IA cuando la consideran pertinente, pero mantienen cierta distancia, especialmente en prácticas más complejas; a la vez, se distinguen por criterios éticos más consistentes, lo que indica una evaluación prudente de sus límites. Por su parte, el Perfil 3 (n = 18), “distantes”, reúne a quienes emplean IA de manera esporádica y con baja integración académica, evidenciando dudas o menor familiaridad con su potencial. En cuanto a la composición por carreras, Ingeniería Agronómica predomina en los perfiles 1 y 2, mientras que el Perfil 3 presenta una distribución más equilibrada. Las pruebas de Kruskal–Wallis evidencian diferencias significativas en todos los índices ($p < 0,001$). Los contrastes de Dunn indican que el Perfil 1 supera a los perfiles 2 y 3 en frecuencia y prácticas; que en actitudes y aprendizajes se mantiene un gradiente 1 > 2 > 3; y que, en ética, el Perfil 2 alcanza los valores más altos, seguido del Perfil 1, ambos por encima del Perfil 3. El ACP explica el 76,3 % de la varianza, con un primer eje asociado a la intensidad e integración del uso y un segundo eje en el que la ética aparece como dimensión transversal y diferenciadora. Los hallazgos muestran una relación diversa con la IA, que combina usos instrumentales y exploratorios con decisiones éticas. Esto

confirma modos diferenciados de apropiación tecnológica en ingeniería y exige atenderlos al integrar la IA en la formación universitaria.

Palabras clave: Análisis multivariado; Apropiación tecnológica; Prácticas académicas.

RESUMEN

La enseñanza de la Ordenación Forestal en la Carrera de Ingeniería Forestal

The Forest Management teaching in the Forestry Engineering Program

Diego Broz[1], Alejandro Vargas[1], Emanuel Alasia[1], Mathias López[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. diego.broz@fcf.unam.edu.ar

La ordenación forestal ha evolucionado desde una disciplina centrada en la producción de madera hacia una gestión multifuncional de sistemas complejos. No obstante, la formación en Ingeniería Forestal a menudo se ha enfocado predominantemente en el análisis interno del bosque, descuidando una integración con factores externos, claves para lograr la sostenibilidad del manejo forestal. Tradicionalmente, la enseñanza de la ordenación forestal tiende a concentrarse en aspectos dasométricos y silvícolas, como la proyección del crecimiento y el rendimiento o la definición de tratamientos a nivel de rodal. Si bien estos son fundamentales para comprender la salud y dinámica del bosque, esta perspectiva a menudo omite la articulación con el contexto económico, industrial y logístico que define la viabilidad y competitividad de la actividad forestal. Vacíos identificados en la enseñanza actual incluyen la insuficiente integración de: 1) Dinámicas de mercado: La rentabilidad económica de las plantaciones forestales y la determinación de la rotación óptima dependen intrínsecamente de parámetros económicos y de la demanda de productos forestales; 2) Gestión de la cadena de valor: Aspectos como la demanda, el transporte, el inventario y la planificación de la producción son críticos para la eficiencia de la gestión forestal; 3) Industrias forestales: La elección de especies, el espaciamiento, la poda y los regímenes de raleo están directamente relacionados con el producto final deseado y los requisitos de las industrias; 4) La planificación: La falta de claridad entre los niveles estratégicos, tácticos y operativos, la respectiva decisión que se toma en cada uno y la integración de estas, conlleva a una baja integración entre los niveles de decisión. Estos vacíos resultan en ingenieros forestales con una visión poco holística, menos equipados para enfrentar los desafíos de un sector que requiere una perspectiva organizacional integrada y la adición de valor al producto forestal. En este sentido, es imperativo que la formación profesional incluya: 1) Herramientas que permitan articular el manejo forestal con la planificación territorial, considerando figuras de protección, cuencas hídricas, usos del suelo y prevención de incendios; 2) Sistema de soporte a las decisiones con base en nuevas tecnologías tales como sensores remotos, sistemas de información geográfica (SIG), entre otras; 3) El uso de modelos matemáticos y computacionales que permitan abstraer y experimentar con sistemas complejos, integrando variables ambientales, económicas y sociales; 4) Una comprensión integral de la planificación en sus distintos niveles —estratégico, táctico y operativo—, clarificando el tipo de decisiones que se adoptan en cada uno y los mecanismos de articulación entre ellos; 6) Gestión, procesamiento e interpretación de grandes de datos; y 5) Habilidades transversales de gestión y liderazgo, tales como trabajo interdisciplinario, comunicación efectiva, negociación y gestión de proyectos. Se debe enfatizar la cadena de valor desde el bosque hasta el consumidor final, incluyendo la logística, el beneficiado de la madera y la integración bosque-industria. Asimismo, la comprensión de la dinámica del mercado interno y

externo, junto con el análisis económico de inversiones y rentabilidad, es crucial para la toma de decisiones estratégicas y operativas.

Palabras clave: Cadena de suministro; Integración; Manejo forestal.

RESUMEN

Extensión rural para el fortalecimiento de la apicultura familiar y el uso sustentable del bosque nativo en Misiones

Rural Extension to Strengthen Family Beekeeping and the Sustainable Management of Native Forests in Misiones

María Alejandra Carvallo Krieger[1], Micaela Belén González[2]

[1]Ing Ftal; Mgter en Desarrollo Local; INTA AER Bernardo de Irigoyen. carvallo.maria@inta.gob.ar

[2]Ing Ftal; I NTA AER Bernardo de Irigoyen

En los municipios de Bernardo de Irigoyen y Pozo Azul (Misiones), la agricultura familiar se desarrolla sobre una matriz boscosa nativa degradada. Estos territorios han sido históricamente sometidos a extracción forestal y a prácticas agropecuarias convencionales con alta diversificación. Frente a este contexto, la Agencia de Extensión Rural Bernardo de Irigoyen (INTA) promueve la apicultura como una alternativa productiva de alto valor social y ambiental, que contribuye a la seguridad alimentaria, genera ingresos e incentiva el manejo sustentable y la conservación del bosque nativo. La experiencia comenzó en 2011, cuando el equipo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Secretaría de Agricultura Familiar de la Nación (SSAF) – Instituto de Desarrollo Social y Promoción Humana (INDES) priorizó la apicultura dentro de un proyecto de INTA. La decisión se basó en las condiciones que la actividad requiere: ambientes saludables y oferta floral todo el año. Por este motivo, desde el inicio se buscó integrar la producción apícola con acciones de protección de remanentes de bosque nativo. La articulación interinstitucional fue sostenida e incluyó en 2013 al Ministerio de Ecología, Ministerio del Agro y Profesorado de Ciencias Agrarias. Se desarrollaron capacitaciones teóricas y prácticas sobre producción apícola. Se trabajo sobre identificación de flora y el rol ecológico del bosque nativo. El acompañamiento predial permitió seleccionar chacras demostrativas, realizar prácticas en terreno, evaluar el potencial de los remanentes de bosque nativo y la identificación de áreas prioritarias para la conservación. Estas acciones fortalecieron la sensibilización de 42 productores sobre la importancia de conservar la flora local y la incorporación de programas provinciales como el Plan Leña, que facilitó la implantación de cortinas de Eucalyptus sp. y otras especies útiles para cubrir baches de floración. En 2016, el Programa Nacional de Apicultura y PROAPI impulsaron la creación de una Unidad Demostrativa Apícola (UDA) en el Paraje Campiñas de Américo (Bernardo de Irigoyen) y que en el 2021 se trasladó al Paraje Santa Cruz del Monte (Pozo Azul) para mejorar su accesibilidad. Este es un espacio de socialización del conocimiento y validación tecnológica, donde se construye de manera participativa el Sendero Tecnológico adaptado al territorio. En 2021 se inició la construcción colectiva de la curva de recursos, herramienta clave para comprender la estacionalidad de néctar y polen y ajustar el manejo productivo. Actualmente, el grupo de 25 apicultores conforma una cuenca productora consolidada. Un hito central del proceso fue el fortalecimiento de una cooperativa; que permitió acceder a programas, mejorar la gestión interna y formalizar en parte la comercialización. En 2024, y gracias a la articulación con Fundación Vida Silvestre, se finalizó la construcción de la sala de extracción comunitaria. Resta completar su equipamiento y avanzar en la

habilitación formal. La experiencia demuestra que la apicultura, acompañada por la extensión rural, la articulación institucional y la organización comunitaria, impulsa mejoras productivas y la conservación del ambiente. La integración de saberes locales e institucionales fortalece a las familias rurales, promueve el manejo sustentable del bosque nativo y consolida una cadena de valor inclusiva y territorialmente adaptada.

Palabras clave: Articulación; Producción sustentable; Territorio.

RESUMEN

Talento joven en acción: demandas del sector y desafíos de los graduados en su primera entrevista laboral

Young talent in action: industry demands and graduates' challenges in their first job interview

Griselda Beatriz Zayas[1], Nora Melnechuk[1], Guillermo Woitschach[1], María Verónica Vetter[1], Mariano Martín Di Stasi[1], Melisa Jeanet Vega[1], Sebastián Armando Antunes da Silva[1], Bianca Mailen Riedenauer[1], Gabriel Sebastián Báez[1], Luciano Ezequiel Paniagua[1], Matías Hernán Neis[1], Rocío Rivas, Marcela Liz Sosa[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. griselda.zayas@fcf.unam.edu.ar

La Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) implementó el proyecto "Talentos Profesionales y Oportunidades Laborales", en el marco del Programa de Fortalecimiento de Actividades de Extensión (PROFAE), con el objetivo de facilitar la inserción laboral de estudiantes avanzados y recientes graduados, especialmente en los sectores forestal y agroindustrial. La iniciativa se enfocó en la preparación de los jóvenes profesionales para enfrentar su primera entrevista de trabajo, una etapa crítica que suele quedar fuera de la formación tradicional en carreras con perfil ingenieril. A partir de experiencias previas en las cátedras de Administración, se habían trabajado herramientas como el CV tradicional y en formato video, el FODA personal, la diferenciación profesional, el marketing personal y las competencias digitales. Esto sentó las bases para el diseño del proyecto. Durante su implementación entre abril y junio de 2024, el proyecto articuló actividades prácticas y teóricas, incluyendo la elaboración de currículums vitae tradicionales y en formato video, simulaciones de entrevistas laborales y un programa intensivo de capacitación llamado "Impulsa tu carrera". La participación de consultoras en recursos humanos y empresas locales permitió relevar, a través de encuestas, las competencias más valoradas por el mercado laboral actual. Del total de respuestas recibidas, el 41% de las empresas pertenecen al sector foresto industrial, el 17% al Agro industrial, 14% a la forestal silvicultura, un 14% a servicios, 10% al rubro agropecuario y un 4% a la construcción. Existe un porcentaje importante de empresas que poseen cubierta las áreas de gestión de recursos humanos (alrededor del 60%). Aún así, puede notarse que existe un número de empresas (alrededor del 30%), que necesitan desarrollar esta área, notándose una mayor carencia en la inducción y evaluación de desempeño. Estos últimos resultados fueron coincidentes con el nivel de estructura de las empresas, se pudo observar que el 78% de las empresas tienen un organigrama establecido, lo que muestra una fuerte tendencia hacia la organización y la estructura en sus operaciones diarias. Al consultar a las empresas sobre las dificultades que suelen encontrar en los postulantes, sus respuestas se enfocan en partes iguales en dos dificultades principales; la falta de experiencia y la falta de habilidades blandas (iniciativa, proactividad, comunicación, liderazgo, flexibilidad, adaptación). El proyecto evidenció una alta demanda de los participantes por mejorar su perfil profesional, y permitió a las empresas conocer el potencial de los futuros egresados. Asimismo, se prevé la publicación de los

resultados, la articulación con la Escuela de Graduados y la creación de una base de datos de candidatos para contribuir a una inserción laboral efectiva. Esta propuesta refuerza el compromiso de la Facultad con una formación integral que responda a las exigencias del contexto regional y productivo.

Palabras clave: Empleabilidad; Habilidades blandas; Recursos humanos.

RESUMEN

Las cuencas hidrográficas como unidad territorial para el desarrollo sostenible

The basin hydrographic as a territorial unit for sustainable development

Mario Gabriel Sackser[1,2], Rosana Manuela Méndez[1], René Elvio Ríos[1], Diego Martín Erbetta[3]

[1]Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. gabriel.sackser@fcf.unam.edu.ar

[2]Instituto de Biología Subtropical, IBS-CONICET. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 85, (3370) Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

[3]Escuela Agrotécnica Eldorado, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 152, (3380) Eldorado, Misiones, Argentina.

La actual problemática ambiental, provocada por los daños y desequilibrios entre las actividades antrópicas y el entorno natural, hace necesario la implementación de medidas de gestión integrada en las cuencas hidrográficas para la conservación de los ecosistemas y asegurar la fertilidad del suelo, la provisión de agua y otros bienes en cantidad, calidad y regularidad para los usos a largo plazo. El objetivo principal de este trabajo fue analizar los problemas identificados y profundizar los conocimientos y las técnicas de la restauración ecológica en el marco de las experiencias locales de recuperación de bosques protectores. Para alcanzarlos se implementó una planificación conjunta y se desarrollaron seis talleres teórico-prácticos en la cuenca del Arroyo Paticuá, que funcionó como eje articulador y espacio de aprendizaje colectivo entre los actores involucrados. En el análisis de la relación suelo-paisaje se identificaron distintos problemas, principalmente asociados al cambio de uso del suelo y la pérdida de cobertura nativa en áreas pedregosas clasificadas como unidad cartográfica 6B, así como en zonas próximas a los arroyos y vertientes. Estas alteraciones, vinculadas a actividades productivas y expansión urbana, fueron señaladas como una de las principales amenazas a las funciones ecológicas que cumplen los bosques, como la estabilización de los márgenes, control de inundaciones en la parte baja de la cuenca y la provisión de recursos alimenticios, medicinales y combustibles. La calidad del agua también fue señalada, especialmente por la presencia de residuos sólidos urbanos, uso de productos fitosanitarios y efluentes de barrios circundantes. A partir de los instrumentos legales y la técnica denominada Nucleación, se estableció un bosque protector en un tramo del margen norte del arroyo “EAE-Paticuá” que atraviesa la propiedad de la Escuela Agrotécnica Eldorado. Esta plantación se llevó a cabo combinando diversas especies nativas del lugar, dispuestas en distintos arreglos espaciales: en forma de islas, al tresbolillo y también intercaladas entre sí en franja conformada por dos líneas de árboles, respetando una franja adicional de igual ancho sin plantar, con el objetivo de favorecer la regeneración natural del sitio. Ante la problemática del uso y manejo del suelo en áreas productivas se analizaron la siembra de especies de rápido crecimiento en áreas desnudas para reducir la incidencia directa de la lluvia y problemas de erosión, instalación de barreras vivas para frenar el escurrimiento superficial, instalación de cortinas rompevientos, sistematización de parcelas y la rotación de cultivos para evitar la compactación. La evaluación de la calidad del agua determinó que el recurso no es apto para el consumo humano sin un tratamiento

de potabilización, según el Código Alimentario Argentino. Se logró resignificar la importancia de los recursos naturales desde una mirada integral, promoviendo la conservación de bosques, suelos y agua como base del desarrollo sustentable. Los talleres no solo profundizaron conocimientos, sino que también generaron espacios de interacción, cooperación y aprendizaje interinstitucional, sentando las bases para futuras intervenciones en la gestión responsable de las cuencas hidrográficas.

Palabras clave: Acción participativa; Gestión integrada; Restauración ecológica.

RESUMEN

Patrimonio biocultural y plantas medicinales: aportes de tres proyectos de extensión universitaria en Santiago del Estero

Biocultural heritage and medicinal plants: contributions from three university extension projects in Santiago del Estero

Enrique Roger[1], José Antonio Díaz Zírpolo[2], María de los Ángeles Basualdo[3], Sol Morend[4], Valeria Ibañez Moro[5], Hugo Acosta[6], Manuel Palacio[7]

[1]Dr. Cs. Ftales. Ing. Ftal, Profesor Adjunto, Botánica Forestal. Jardín Botánico "Ing. Lucas D. Roic", Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

[2]Dr. Cs Ftales. Ing. Ftal, Profesor Adjunto, Dendrología, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

[3]Dra. Cs Agropecuarias. Ing. Ftal, Profesora Adjunta, Ecología Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

[4]Lic. Ecología y Conservación del Ambiente, Auxiliar docente, Botánica Forestal. Jardín Botánico "Ing. Lucas D. Roic", Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

[5]Dr. Cs. Ftales. Biol., Botánica General. Jardín Botánico "Ing. Lucas D. Roic", Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

[6]Dr. Ing. Ftal, Profesor Asociado. Ecologia Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

[7]Msc. Ing. Agr. Profesor Asociado, Botánica Forestal. Jardín Botánico "Ing. Lucas D. Roic", Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

Desde la antigüedad, las plantas han sido la base de la medicina tradicional, un legado cultural que permanece vigente. La Fitomedicina, reconocida por la Organización Mundial de la Salud, es una de las prácticas más populares a nivel global y, en muchos contextos, se integra en las políticas de atención primaria de la salud. En Argentina, numerosas especies son oficialmente reconocidas por la Farmacopea Nacional, lo que subraya su valor terapéutico basado en principios activos y fitocomplejos. Este patrimonio biocultural, íntimamente ligado a los ecosistemas forestales, fue uno de los ejes comunes de una serie de proyectos de voluntariado y de extensión universitaria desarrollados en la provincia de Santiago del Estero, financiados por la UNSE y respaldados por la FCF. Los proyectos "Circuito ecoturistico escolar", "Rescatando el patrimonio natural y cultural de la comunidad de Quimilí Paso" y "Conectando Saber Científico y Comunidad en el Chaco Serrano Santiagueño" se implementaron en las localidades de El Zanjón (EZ) (Departamento Capital), Quimilí Paso (QP) (Departamento Salavina) y Totorillas (TO) (Departamento Ojo de Agua), e incluyeron al Colegio Secundario Giuseppe Tovini, la Fundación

Adobe y La Reserva Natural Los Silencios, respectivamente. El objetivo principal fue recuperar y revalorizar los saberes populares asociados al uso medicinal de las plantas nativas del bosque, trabajando en conjunto con estudiantes secundarios, universitarios y miembros de las comunidades. La metodología se estructuró en varias etapas: 1) Entrevistas iniciales: se indagó sobre los saberes locales referidos a las plantas medicinales; 2) Talleres participativos: que incluyeron una exposición dialogada sobre la importancia del bosque y el valor del conocimiento popular; 3) Recorridos etnobotánicos: con caminatas por ambientes circundantes para identificar in situ las especies de uso común, facilitando un intercambio de saberes entre académicos y la comunidad. Respecto a los sitios de estudio, en EZ se identificaron 16 especies, en QP 15 y en TO 15. No todas las especies fueron observadas en todos los sitios y sólo tres especies fueron comunes. Se registraron 34 especies, 22 de ellas leñosas y el resto plantas herbáceas y suculentas. Del total, 22 fueron de origen nativo y 12 exóticas, con diferentes usos vinculados a la salud humana (digestivo, respiratorio, oftálmico, entre otros). Este resultado constituye un aporte que valida y fortalece el conocimiento local. El proceso de "aprender haciendo" mediante los recorridos fue fundamental para consolidar el aprendizaje y fomentar un sentido de pertenencia y valoración hacia el patrimonio forestal local. Estas experiencias demuestran el papel crucial de la extensión universitaria como un puente entre el conocimiento científico y el saber tradicional. Al centrarse en las plantas nativas del bosque, los proyectos no sólo contribuyen a la conservación de la diversidad forestal, sino que también empoderan a las instituciones y a las comunidades, reafirmando la profunda conexión entre la salud de los ecosistemas y el bienestar de las poblaciones que dependen de ellos. La extensión se consolida, así, como una herramienta valiosa para la educación ambiental y la revalorización de los recursos forestales.

Palabras clave: Etnobotánica; Medicina popular; Saberes tradicionales.

RESUMEN

Educación ambiental y monitoreo de avifauna en la cuenca del Arroyo Paticuá: Una estrategia integrada para la conservación de la biodiversidad local

Environmental education and bird monitoring in the Paticuá stream basin: An integrated strategy for the conservation of local biodiversity

Rosana Manuela Mendez[1], Lorena Marcela Ortiz[1,2], Mariano Nicolas Lima[1], Fernando Javier Vier[1], Erwin Alonso Figueras[1], José Luis Melgarejo[1], Santiago Emanuel Aguinagalde[1]

[1]Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. rosana.mendez@fcf.unam.edu.ar

[2]CONICET. Departamento de Ecología y Conservación. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, (3380) Eldorado, Misiones, Argentina.

El proyecto "Alas en la Selva: Explorando la avifauna de la cuenca del Arroyo Paticuá, Eldorado, Misiones", en el marco de los proyectos PROFAE, tuvo como propósito articular investigación, educación ambiental y participación comunitaria para fomentar la conservación de la biodiversidad local. La Facultad de Ciencias Forestales coordinó esta iniciativa, en colaboración con instituciones educativas y municipales, utilizando el estudio de la avifauna como eje del aprendizaje y la sensibilización ambiental. El área de estudio, la cuenca del Arroyo Paticuá, abarca 1742 hectáreas, con ambientes diversos desde zonas urbanas hasta remanentes de selva misionera y plantaciones forestales. El proyecto se orientó desde un enfoque holístico e interdisciplinario en la conservación de la biodiversidad y la avifauna local. Promovió la participación y el empoderamiento de la comunidad educativa, respondiendo a la necesidad de aumentar la conciencia ambiental en Eldorado, donde el urutaú (*Nyctibius griseus*) es ave emblemática. Integró actividades de investigación y extensión fortaleciendo conocimientos sobre biodiversidad y aves. Además, contribuyó a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, específicamente ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres) y ODS 4 (Educación de Calidad). La implementación se estructuró en fases, la primera destinada a la formación de estudiantes universitarios en ecología enfocada en las aves, el uso de herramientas de ciencia ciudadana como E-bird y Merlin, y la planificación de talleres. La segunda implicó la interacción comunitaria mediante talleres en escuelas primarias y secundarias, salidas de campo y actividades lúdicas. La tercera consistió en la sistematización y difusión de resultados a través de redes sociales, materiales audiovisuales y participación en la Expo Eldorado 2024. La avifauna de la cuenca del arroyo Paticuá fue caracterizada mediante muestreos en diez puntos estratégicos, combinando recorridas al azar y esperas en puntos fijos, con observación directa, registro fotográfico y grabaciones de cantos. Especies dependientes de selva como el Arasarí chico (*Pteroglossus castanotis*) y el Surucuá cola blanca (*Trogon surrucura*) fueron registradas en zonas boscosas; en áreas antropizadas, especies generalistas como el Benteveo común (*Pitangus sulphuratus*) y la Calandria grande (*Mimus saturninus*); y en ambientes acuáticos, aves como la Gallineta negruzca

(*Pardirallus nigricans*) y la Garza bruja (*Nycticorax nycticorax*). Las actividades educativas fomentaron aprendizajes significativos, fortalecieron la conexión emocional con la avifauna y promovieron la adquisición de conocimientos ecológicos, logrando la sensibilización y el involucramiento de la comunidad. Se elaboraron materiales didácticos replicables y se evidenció el desarrollo de capacidades en los extensionistas. El proyecto demostró la alta diversidad de aves en la región y la necesidad de preservar sus hábitats. La educación ambiental se consolidó como instrumento fundamental para fomentar la conciencia crítica sobre la interacción humano-naturaleza. La articulación entre monitoreo ecológico y actividades educativas involucró activamente a los extensionistas, generando datos valiosos y experiencias significativas. Se subraya el rol proactivo de los estudiantes como agentes de cambio y la importancia de la continuidad de monitoreos, estrategias de manejo sustentable y programas educativos para la preservación de la avifauna a largo plazo. El proyecto generó oportunidades de educación ambiental y apoyó la revalorización del Parque Natural Municipal Salto Küppers.

Palabras clave: Biodiversidad; Extensión Universitaria; Monitoreo de aves.

RESUMEN

A extensão universitária como ferramenta na imersão e modo de vida da cultura caiçara inseridas na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba

University extension as a tool for immersion and lifestyle within the Caiçara culture within the Guaraqueçaba Environmental Protection Area

Luis Guilherme Pereira de Brito[1], Daniela Cleide Azevedo de Abreu[2], Miranda Fabiani das Dores Abati[2]

[1]Bolsista Fundação Araucária, Acadêmico do curso de Engenharia Florestal da UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil, e-mail: luisguilhermepereira@alunos.utfpr.edu.br

[2]Doutoras, Docentes do curso de Engenharia Florestal da UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

Nas Instituições de Ensino Superior brasileiras, as diretrizes da extensão universitária organizam-se em oito eixos temáticos: Educação, Meio Ambiente, Saúde, Tecnologia e Produção, Trabalho, Direitos Humanos, Justiça e Cultura. Essas grandes áreas estruturam projetos e ações que, em geral, articulam os conhecimentos acadêmicos às políticas públicas sociais e ambientais. O projeto de extensão Floração vinculado às disciplinas de Manejo e Gestão de Unidades de Conservação e Educação Ambiental do curso de Engenharia Florestal da UTFPR campus Dois Vizinhos, atua na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, uma unidade de conservação na categoria de uso sustentável que está localizada no litoral norte paranaense. Entre as áreas temáticas nas quais as ações do projeto são desenvolvidas, deatacamos aqui a Cultura. Este trabalho tem como objetivo relatar algumas das ações de extensão realizadas na área temática da cultura que são desenvolvidas no projeto de extensão Floração nas comunidades inseridas na Ilha Rasa - Guaraqueçaba. As ações de extensão nas comunidades de Ilha Rasa, Ponta do Lanço, Almeida e Mariana, as ações são realizadas através de rodas de conversas, como ferramenta de discussões, reflexões de um determinado tema e troca de informações ente a comunidade acadêmica e a local como ferramenta de ajustar as ações no loca, são realizadas oficinas temáticas conduzidas por alunos para as pessoas da comunidade, como de Mestres Fandangueiros para a comunidade local, uma forma de compartilhar saberes populares. O projeto de extensão por estar inserido em áreas protegidas e habitado por comunidades tradicionais e com uma riqueza de cultura que reune diversidades de conhecimentos, desde a pesca artesanal, gastronomia, usos específicos como as embarcações para as atividades. No fandango caiçara, parte das vestimentas como o tamanco usado nas coreografías, os instrumentos musicais são construidos a partir de espécies arbóreas nativas. Tais espécies como *Ficus sp.*, *Schizolobium parahyba*, *Inga uraguensis*, *Cedrella fissilis*, *Balizia pedicellaris* e *Tabebuia cassinoides*. Acredita-se que imersão dos extensionistas no modo de vida e na cultura caiçara tem uma forte relação com curso de Engenharia Florestal devido as práticas tradicionais realizadas pelas pessoas das comunidades caiçaras principalmente a importancia das espécies arbóreas usadas para diversos fins que necessitam de manejo adequado para sua conservação, pois a retirada dessas

espécies muitas vezes causam muitos conflitos entre os órgãos ambientais e as pessoas das comunidades inseridas em unidades de conservação. A roda de conversa é uma ferramenta muito utilizada nas ações, com o intuito de promover a troca de saberes entre a comunidade acadêmica e a comunidade local, baseada na escuta e no diálogo, funciona como um espaço de aprendizado coletivo numa construção dialógica e participativa que rompe os moledos de ensino tradicional ao permitir o direito de voz para todos os envueltos, sejam alunos, docentes, membros das comunidades e lideranças locais visando o uso dos recursos naturias de forma sustentável e possibilita ao estudante pensamento reflexivo para sua vida profissional e mediador de conflitos quando se trata de conservação e presevação ambiental onde existe um população que utiliza esses recursos para suas práticas culturais.

Palabras clave: Áreas protegidas; Comunidades; Saberes populares.

RESUMEN

Educación ambiental y biodiversidad fúngica: Relevamiento estacional de Macromicetos en el sendero “Mielero” del Parque Provincial Araucaria, Misiones

Environmental education and fungal biodiversity: Seasonal survey of Macromycetes on the “Mielero” trail of the Araucaria Provincial Park, Misiones

Agustina Paz[1], Santiago Andres Martinez[2], Javier Fernando Vier[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones Facultad de Ciencias Forestales Tecnicatura Universitaria Guardaparque. guardaparqueapaz@gmail.com

[2]Universidad Nacional de Misiones Facultad de Ciencias Forestales

Los hongos macroscópicos son componentes fundamentales de los ecosistemas forestales por su participación en los procesos de descomposición de la materia orgánica y el ciclado de nutrientes, aunque históricamente han sido poco abordados en las estrategias de educación ambiental. Con el objetivo de generar información base sobre su comportamiento ecológico y elaborar herramientas de divulgación, se realizó un relevamiento estacional de hongos formadores de carpóforos en el sendero “Mielero” del Parque Provincial Araucaria, ubicado en San Pedro, Misiones. El estudio se desarrolló durante las estaciones de otoño e invierno de 2025, registrándose un total de 668 individuos pertenecientes a 50 géneros. Para el análisis se dividió el sendero en siete ambientes diferenciados, representativos de la heterogeneidad del área protegida. El ambiente de bambusal fue el que presentó la mayor cantidad de observaciones, destacándose por la elevada acumulación de hojarasca fina y la disponibilidad de material leñoso en distintos estados de descomposición, condiciones que favorecieron la fructificación de hongos saprótrofos. En el ambiente de humedal, caracterizado por su alta humedad edáfica y microclimas estables, también se registraron numerosas observaciones, reflejando la afinidad de muchos macrohongos por sustratos permanentemente húmedos. El ambiente de chachisal y selva primaria presentó igualmente altos valores de presencia, impulsados por una estructura vegetal compleja y una densa capa de hojarasca que generó abundantes sustratos disponibles. La selva secundaria mostró una presencia intermedia de hongos, asociada a la regeneración del dosel y la variabilidad de sustratos en recuperación. En contraste, la selva primaria presentó menor cantidad de registros, pero un aporte relevante en diversidad, característica propia de ambientes maduros y menos disturbados. Por su parte, el caguatal exhibió valores moderados, posiblemente vinculados a la menor retención de humedad. Finalmente, el otro ambiente de bambusal registró el número más bajo de observaciones, aunque con una diversidad relativamente alta, lo cual sugiere que pequeñas diferencias en estructura vegetal o manejo previo pueden influir en la disponibilidad de sustratos. A partir de los resultados obtenidos, se elaboró una guía fotográfica y descriptiva de los hongos del sendero, que incluye imágenes, características morfológicas, función ecológica, hábitat, frecuencia y época de aparición. Este material, disponible en formato físico y digital, fue diseñado como herramienta de apoyo para guardaparques, docentes y visitantes, promoviendo su

uso en actividades guiadas, educación ambiental y propuestas de interpretación dentro del área protegida. Este producto constituye un aporte concreto a la educación ambiental y a la divulgación científica accesible, fortaleciendo la comprensión del comportamiento ecológico de los hongos y su importancia en la conservación del bosque de araucarias.

Palabras clave: Bosque de araucarias; Educación ambiental; Macrohongos.

RESUMEN

Experiencias de la aplicación del Proyecto Pago por Resultados de REDD+ financiados por el Fondo Verde del Clima en territorio santafesino

Experiences of the application of the REDD+ Results-Based Payment Project financed by the Green Climate Fund in the Santa Fe region

María Luciana Manelli[1], Carolina Belén Mendoza[2], Rocío Belén Cainelli[3]

[1]Magíster, Ingeniería Ambiental. Directora de Bosques y Áreas Protegidas. Ministerio de Ambiente y Cambio Climático. Santa Fe, Argentina. mmanell@santafevirtual.edu.ar

[2]Ingeniera Agrónoma. Asistente Técnica. Ministerio de Ambiente y Cambio Climático. Santa Fe, Argentina.

[3]Pasante. Ministerio de Ambiente y Cambio Climático. Santa Fe, Argentina.

Los montes nativos son vitales por albergar flora y fauna diversa, combatir el cambio climático y proporcionar medios de vida a las comunidades. En este contexto, el Proyecto Pagos por Resultados de la Reducción de Emisiones por la Deforestación y Degradación Forestal (PPR REDD+), se consolida como una iniciativa clave para fortalecer la gestión forestal sostenible, agregar valor a la producción y mejorar la calidad de vida de quienes dependen de estos ecosistemas. Durante el período 2014-2016, Argentina logró avances significativos para frenar la deforestación y la degradación forestal. En reconocimiento a la reducción de 18 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO2) equivalente, Argentina recibió una inversión en 2020 de 82 millones de dólares, por parte del Fondo Verde para Clima. Actualmente el proyecto está siendo implementado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Subsecretaría de Ambiente de la Nación en coordinación con las Direcciones de Bosques provinciales. En Santa Fe se implementa desde el año 2022 contando con iniciativas en diferentes componentes: 3 Proyectos Integrales Comunitarios, 4 Proyectos de Manejo de Bosques con Ganadería Integrada, 1 Manejo de Cuenca Forestal y 1 Programa Productoras de Bosque Nativo. Cada componente focaliza en un área de interés, priorizando la quita de presión sobre el monte y sus productos madereros, favoreciendo actividades productivas como apicultura, turismo rural comunitario, ganadería menor, actividades silvopastoriles y acceso al agua. El proyecto beneficia de manera directa a 192 familias santafesinas, que habitan en la ruralidad o en centros urbanos pequeños ligados al monte, sosteniendo el arraigo y garantizando los medios de vida de una población históricamente vulnerada. Se contabilizan bajo los distintos componentes 382.500 hectáreas manejadas bajo los criterios de sustentabilidad, clasificadas en las categorías amarillo y rojo, así como áreas sin categorización. Una de las fortalezas de la implementación es la articulación interinstitucional en territorio: la autoridad nacional y local de aplicación de la ley de bosques, la FAO y los Equipos Técnicos Formuladores (ETFs) de cada una de las componentes, que en Santa Fe incluyen a ACDI, INTA, INCUPO y FUNDAPAZ fortaleciendo el trabajo en

territorio con organizaciones vinculadas a las poblaciones rurales. Esta cooperación permite integrar capacidades técnicas, recursos y conocimientos territoriales y potenciando el impacto de cada intervención en las comunidades involucradas. En total, se firmaron 6 actas de acuerdo entre la FAO y los ETF. Hay diferentes grados de avances según el componente pero se han generado, entre otros productos: inventarios forestales, capacitaciones técnicas, formulación de planes de bosques, planificaciones productivas, planes de adquisiciones, etc. Estas intervenciones evidencian que la interacción bosque-sociedad constituye un eje fundamental para consolidar sistemas productivos sostenibles en territorios de bosque nativo. La diversificación de prácticas de bajo impacto y la participación comunitaria permiten reducir presiones sobre el ecosistema, fortaleciendo medios de vida locales. La integración de las dimensiones sociales, ecológicas y productivas se presenta como condición necesaria para garantizar la resiliencia y continuidad de los bosques nativos a largo plazo.

Palabras clave: Bosques; Comunidades; Producción Sustentable.

RESUMEN

Restauración y puesta en valor de los dibujos elaborados por el Ingeniero Forestal Roberto F. Pascutti

Restoration and Valorization of Drawings Produced by Forestry Engineer Roberto F. Pascutti

Ricardo Javier Dos Santos[1], Nora Gisela Melnechuk[1], Débora Solange Saldivar[2], Victoria Carolina Groschopf[2], Rubén Ángel Ely[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina. ricardo.dossantos@fcf.unam.edu.ar

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Posadas, Misiones, Argentina.

La Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) implementó el proyecto de extensión “Recuperación y puesta en valor de los dibujos elaborados por el Ingeniero Forestal Roberto F. Pascutti”, en el marco de la consigna “Rumbo a los 50 años de la FCF” que busca poner en valor los aportes y la vinculación de la FCF en el territorio, visibilizando y destacando las vivencias históricas y actuales de los actores así como también realizar actividades de carácter recreacional o cultural. La necesidad se plantea como respuesta a la falta de espacios culturales bibliográficos que reflejen el trabajo realizado por docentes de gran trayectoria, que dejaron sus pasos marcados en la Universidad Nacional de Misiones y en la región. Los planos y dibujos elaborados por el Ingeniero Roberto F. Pascutti constituyen un registro histórico patrimonial y documental de la Facultad de Ciencias Forestales. Es por ello que la difusión de los mismos implica convertir esta documentación en una valiosa fuente de consulta por las especificaciones que guardan sus soportes como testimonio de los procedimientos y técnicas utilizadas en el dibujo, del proceso de elaboración y los cambios de formatos claramente visibles a través del tiempo; a su vez, el contenido del mismo refleja la tecnología foresto industrial utilizada en la región y la época, que incluye planos de industrias y de maquinarias, layouts, planos de obras, entre otras, reforzando el carácter histórico de los mismos. El trabajo incluyó diferentes pasos, desde la recopilación, identificación, formas de preservación, capacitación y difusión, evidenciando a su paso la necesidad de una correcta gestión del patrimonio cultural, de destinar recursos económicos a tal fin y capacitación al personal de la universidad en los mencionados temas. En el marco de las tareas realizadas para el desarrollo de los procesos de restauración/prevención, se conformó un equipo interdisciplinario que, además de caracterizar el contenido y técnicas utilizadas, pudiera establecer las mejores estrategias de preservación que se adapten a las cualidades y estado de cada uno de los especímenes, enmarcado en un trabajo de investigación en conjunto con el equipo de Bibliotecología la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la UNaM. Una característica puntual de los planos en cuestión fue el nivel de acidez del papel, por lo que se realizaron estudios con otros de características similares, pero sin valor histórico, para evaluar la carga alcalina necesaria para retardar la degradación del material. Se realizó un trabajo de capacitación del personal de la biblioteca Regional, con la finalidad de aplicar protocolos de preservación a los documentos recuperados y determinar qué tipo de acceso se

brindará a los documentos ya identificados, restaurados y valorados. Las intervenciones realizadas, son fundamentales para morigerar, de alguna manera, el paso del tiempo en dicha documentación, y avanzar con el desarrollo de espacios que permitan instruir y formar en diferentes aspectos a través de la difusión cultural y recreativa.

Palabras clave: Dibujo técnico; Patrimonio documental; Preservación.

RESUMEN

Ambiente y Educación en Misiones: Exploración de Prácticas Vigentes y una Propuesta de Trabajo con Fuentes Mediáticas

Environment and Education in Misiones: Exploration of Current Practices and a Proposal for Working with Media Sources

Sandra Aurora Cubilla[1], Ricardo Javier Dos Santos[2]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Escuela Agrotécnica Eldorado. Eldorado, Misiones, Argentina. sandra.cubilla@eae.unam.edu.ar

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina.

Los conflictos ambientales en la provincia de Misiones presentan una complejidad que contrasta con la manera en que suelen ser abordados por la agenda política y mediática. En numerosos casos, medidas difundidas como respuestas ambientales —por ejemplo, la eliminación de bolsas plásticas en comercios— adquieren centralidad en la comunicación pública y en algunas propuestas escolares, aun cuando su impacto resulta limitado frente a problemáticas estructurales como la pérdida de biodiversidad, las transformaciones en el uso del suelo y el avance de la frontera agrícola. Estas tensiones plantean la necesidad de revisar críticamente la tarea docente y de fortalecer estrategias pedagógicas que amplíen la comprensión de los conflictos ambientales en el ámbito escolar. El trabajo propone describir un cuadro de situación actual en las escuelas en relación con las leyes, programas y materiales provinciales oficiales, además de algunos proyectos educativos que permiten delinear cómo se aborda la temática ambiental en los establecimientos de Misiones. El desarrollo de la educación ambiental se inscribe en un marco internacional que comenzó a consolidarse con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, que incorporó la educación ambiental como prioridad en la agenda global, y con la definición posterior de metas y principios orientadores en 1975. En Misiones, la institucionalización de la temática se inició en 2005 con la sanción de la Ley XVI N.° 80 (antes Ley 4.182), que estableció el marco provincial de educación ambiental, y continuó en 2009 con la Ley VI N.° 137 (antes Ley 4477), que instituyó la “Ceremonia Compromiso con el Ambiente” para estudiantes de séptimo grado cada 5 de junio. A nivel nacional, en Argentina se promulgó en 2021 la Ley de Educación Ambiental Integral N.° 27.621, que definió lineamientos para su incorporación transversal en el sistema educativo. En este marco, el Instituto Nacional de Formación Docente presentó en 2023 el curso “Educación Ambiental Integral: Orientaciones para el aula”. En el ámbito universitario, la Universidad Nacional de Misiones impulsó iniciativas como el programa “Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible” aprobado en 2017 en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (UNaM), la presentación en 2021 del Programa de Educación Ambiental del Instituto de Ciencia, Ambiente y Desarrollo Sostenible y, en 2025, un programa de formación docente en educación ambiental en la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM). En el plano de las políticas públicas, el Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables de Misiones desarrolla acciones de capacitación y sensibilización, junto con programas de

gestión de residuos y promoción del reciclaje; asimismo, en 2021 se sancionó la Ley Provincial de Economía Circular XVI-N.° 142 y se consolidó una red de ecopuntos en distintos municipios. El objetivo principal de este trabajo es analizar los marcos legales e institucionales que estructuran la educación ambiental en Misiones y describir el cuadro de situación actual en las escuelas a partir de leyes, programas, materiales oficiales y proyectos educativos. De manera complementaria, se presenta una propuesta didáctica destinada al nivel secundario basada en la selección y clasificación de artículos periodísticos, el análisis comparado entre problemáticas ambientales y las soluciones difundidas en los medios, y la discusión guiada sobre los factores que influyen en la construcción social del riesgo ambiental. La propuesta incorpora un cuadro comparativo de notas periodísticas y una entrevista a un ingeniero agrónomo de la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM) con trayectoria en agroecología. La contribución del trabajo radica en revisar el tratamiento educativo de la problemática ambiental y en ofrecer una estrategia que articula el análisis crítico de medios con la comprensión de los desafíos ambientales específicos de Misiones.

Palabras clave: Medios; Política educativa; Problemática ambiental.

RESUMEN

Cómo fomentar la implantación de bosques leñateros en regiones áridas mediante distintas estrategias participativas

How to promote the establishment of fuelwood forests in arid regions through diverse participatory strategies

Laura Cynthia Palomeque[1], Miguel Ángel Cárcamo[2], Silvia Mónica Maciel[3], Agustin Candrak[4], Federico Nahuel Martin[5], Leonardo Rubén Brondino[6], Matias Jorge Enrique[7], Liliana Cardozo[8], José Vandecaveye[9]

[1]Ph.D. Profesional de gestión externa. INTA Estación Experimental Agropecuaria Chubut. Trelew, Argentina. palomeque.laura@inta.gob.ar

[2]Ingeniero Agrónomo. Profesional de gestión externa. INTA Estación Experimental Agropecuaria Chubut. Trelew, Argentina.

[3]Licenciada en Educación. Profesora de Prácticas del lenguaje. Escuela Profesional Secundaria Técnica N° 3 de Hurlingham. Buenos Aires, Argentina.

[4]Técnico Aeronáutico Profesor de idioma Inglés. Escuela Profesional Secundaria Técnica N° 3 de Hurlingham. Buenos Aires, Argentina.

[5]Profesor. Profesor de Educación Polimodal con trayecto en Biología. Escuela Profesional Secundaria Técnica N° 3 de Hurlingham. Buenos Aires, Argentina.

[6]Master en Política Educativa. Licenciado en Educación. Profesor de la Educación Técnico Profesional. Escuela Profesional Secundaria Técnica N° 3 de Hurlingham. Buenos Aires, Argentina.

[7]Técnico Electrónico. Profesor de Educación Secundaria Técnica. Instructor de Formación Profesional. Instructor de informática. Escuela Profesional Secundaria Técnica N° 3 de Hurlingham. Buenos Aires, Argentina.

[8]Profesora. Profesora de Matemática. Escuela Profesional Secundaria Técnica N° 3 de Hurlingham. Buenos Aires, Argentina.

[9]Técnico Electrónico. Coordinador de Educación Técnica Profesional, Región 7. Escuela Profesional Secundaria Técnica N° 3 de Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

En regiones áridas de la Patagonia, la flora nativa con aptitud leñatera constituye una fuente clave de biomasa para la generación de energía térmica destinada a calefaccionar hogares y cocinar alimentos. Sin embargo, su extracción continua ha incrementado la presión sobre ecosistemas locales, favoreciendo la pérdida de biodiversidad y la erosión eólica. En este contexto, la producción local de biomasa surge como alternativa para reducir la demanda de combustible vegetal nativo, contribuyendo a la conservación ambiental. La extensión forestal se concibe como un proceso de intercambio de saberes que promueve cambios en las actitudes y prácticas rurales asociadas a los árboles. Dado su carácter transgeneracional, al tratarse de una actividad de impacto a largo plazo, resulta necesario considerar el intercambio de saberes entre generaciones. En este marco, el objetivo del trabajo fue fomentar la producción local de bioenergía mediante la implantación de bosques leñateros en regiones áridas de la provincia de Chubut, a través de parcelas

demostrativas desarrolladas como espacios de formación bajo la metodología “aprender haciendo”. El plan de trabajo se estructuró en tres etapas: (1) convocar productores dispuestos a instalar unidades demostrativas y seleccionar aquellos que contaran con infraestructura adecuada (cerco contra herbívoros, agua para riego y capacidad para realizar labores culturales); (2) convocar a la comunidad educativa con la misma propuesta y cuya comunidad tuviera un vínculo directo con la comunidad rural y (3) integrar demandas de la comunidad compatibles con los objetivos del proyecto. En 2021, se establecieron dos parcelas demostrativas de 625 m2 en: (a) Laguna Fría (campo La Maroma) y (b) Aldea Escolar Chacay Oeste (Escuela N° 63). Se implantaron *Elaeagnus angustifolia*, *Ulmus minor* y *Casuarina equisetifolia*. Se registró supervivencia, crecimiento y dificultades encontradas, las cuales fueron codificadas y agrupadas en categorías asociadas a una temática a abordar en las capacitaciones. En 2024, se desarrollaron siete capacitaciones convocando a técnicos, productores, docentes y estudiantes, donde el aprendizaje se instrumentó a través de demostraciones efectuadas en jornadas a campo en cada parcela demostrativa. Como estrategia participativa e intergeneracional se incorporó a la Escuela Profesional Secundaria Técnica N°3 (Hurlingham, Buenos Aires). Sus estudiantes crearon un libro digital sobre implantación de bosques energéticos y una página web sobre uso eficiente de la bioenergía, en colaboración con la comunidad educativa de Chacay Oeste. Esta actividad permitió intercambiar conocimientos en informática y sensibilizar a la comunidad acerca de la conservación de especies nativas. El plan contempla una proyección de continuidad durante los próximos años que incluye la implantación de 4 parcelas demostrativas y el seguimiento de las implantaciones realizadas por productores y docentes. En conclusión, las parcelas demostrativas constituyen una herramienta eficaz para el intercambio de saberes entre comunidades rurales y urbanas, extensionistas e investigadores. Generan mayores capacidades locales y promueven el uso responsable del recurso biomásico. El trabajo con escuelas rurales, donde los estudiantes provienen de familias productoras, la transmisión de conocimiento en el ámbito escolar asegura un doble efecto: impacta a largo plazo y, a corto plazo incorporándose en hogares rurales, favoreciendo la construcción colectiva del conocimiento.

Palabras clave: Bioenergía; Extensión forestal; Parcelas demostrativas.

RESUMEN

Educación Ambiental Integral en el Profesorado Universitario en Ciencias Agrarias. Cartografía de experiencias de un campo emergente y transformador

Comprehensive Environmental Education in University Teaching Programs in Agricultural Sciences: Mapping Experiences in an Emerging and Transformative Field

Juliana Romina Piris[1], Raúl Demetrio Roznicki[2], Ricardo Alberto Acosta[3], Fabian Dos Santos Batista[4], Ramona Soledad Correa Melnichuk[5], Darío Marcelo Aranda[6], Mariela Paredes Cáceres[7], Marina Parra[8]

[1]Profesora Universitaria en Ciencias Agrarias. Ayudante de Primera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. San Vicente. Misiones. Argentina. juliana.piris@fcf.unam.edu.ar

[2]Magíster en Políticas Sociales. Docente Adjunto. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Misiones. Argentina.

[3]Magister en Educación. Docente Adjunto. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Misiones. Argentina.

[4]Magíster en Educación. Ayudante de Primera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. San Vicente. Misiones. Argentina.

[5]Profesora. Especialista en Entornos Virtuales. Ayudante de Primera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. San Vicente. Misiones. Argentina.

[6]Especialista en Investigación Educativa. Docente Adjunto. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Misiones. Argentina.

[7]Profesora Universitaria en Ciencias Agrarias. Graduada Adscripta. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. San Vicente. Misiones. Argentina

[8]Lic. en Cs. de la Educación. Especialista en Educación Ambiental. Profesora adjunta. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Salto Encantado, Misiones, Argentina.

La preocupación ambiental no es una cuestión reciente. En particular la actividad agrícola, se encuentra ligada de manera intrínseca a los modos de gestión ambiental, pudiendo observarse que en los espacios educativos existen múltiples estrategias que buscan problematizar y repensar las prácticas humanas. En este marco, hace al menos 7 años, desde el Profesorado Universitario en Ciencias Agrarias (PUCA) de la Facultad de Ciencias Forestales (FCF), Universidad Nacional de Misiones, ubicado en la sede de Expansión Territorial de la Ciudad de San Vicente, se desarrollan propuestas educativas que apuntan incorporar el enfoque de la Educación Ambiental, con el objetivo de contribuir a sentar las bases para su curricularización. Se establece como metodología para la sistematización de las experiencias, la revisión documentada y el trabajo con grupos focales, permitiendo recuperar el trabajo interdisciplinario, la co-construcción de espacios orientados al

diálogo de saberes, y la articulación con diversos actores; aportando identidad y proyección a la carrera. Se ha logrado la ejecución de experiencias haciendo posible que la Educación Ambiental se presente como un campo en crecimiento en la FCF en general, y en el PUCA en particular. En ese marco, se llevaron a cabo 3 cohortes de la asignatura optativa de Educación Ambiental con una participación de 48 estudiantes, 1 cohorte de la asignatura optativa Huertas Educativas Agroecológicas con 21 estudiantes, 6 Proyectos de extensión y 1 Voluntariado, entre los años 2019-2025, articulados con 10 organizaciones (estatales, comunitarias y privadas), 3 propuestas de formación continua: el Postítulo Huertas Educativas, un espacio multirreferencial de construcción de conocimientos y 2 cursos de Educación Ambiental para docentes (INFoD y gremios). Además, se presentaron 9 ponencias de trabajos en seminarios y congresos; 9 publicaciones en revistas y otros y, al menos 1 capítulo de libro en la Editorial de la Universidad Nacional de la Plata, 1 proyecto de Investigación y 2 tesis de maestría. Asimismo, se pueden mencionar las experiencias enmarcadas en las Prácticas Profesionales Docentes del PUCA, que se articularon con 4 escuelas agrarias de nivel secundario de las ciudades de El Soberbio, Colonia Aurora y San Vicente. En dichas instituciones se llevaron a cabo talleres, jornadas, y encuentros en relación con la Educación Ambiental. Este trabajo evidencia un conjunto de acciones y experiencias que buscan consolidar la Educación Ambiental como un campo emergente y transversal dentro de la formación de profesionales docentes en Ciencias Agrarias. Además, pone en evidencia la necesidad del trabajo articulado con actores locales para hacer posible el desarrollo de diferentes trayectos en el ámbito educativo, productivo y académico, aportando a un modelo de pensamiento ambiental frente al modelo convencional predominante en la ruralidad misionera. Por otro lado, se destaca el rol de la universidad pública, al validar prácticas pedagógicas que vinculan la formación académica con el compromiso social y la mejora de la calidad de vida comunitaria. Finalmente, la producción científica resultante sistematiza un marco metodológico reproducible para la ambientalización de la enseñanza en contextos similares.

Palabras clave: Enfoque integral; Interinstitucionalidad; Sostenibilidad.

RESUMEN

Hacer visible lo invisible: Mujeres de la Cuenca Forestal Villa Guillermina

Making the invisible visible: Women of the Villa Guillermina Forest Basin

Ana María Deambrosi[1], Romina María Cecilia Beltrán[2]

[1]Ing. Agr., Esp. Desarrollo Rural- AER INTA Las Toscas. Las Toscas, Santa Fe, Argentina deambrosi.ana@inta.gob.ar

[2]Ing. Agr., Becaria doctoral - AER INTA LAS TOSCAS – CONICET. Las Toscas, Santa Fe, Argentina.

El Proyecto Pagos por Resultados de REDD+ de Argentina, es una iniciativa nacional conjunta de la Subsecretaría de Ambiente de la Nación y FAO, financiada por Fondo Verde del Clima, cuyo responsable territorial es el Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe. Este propone fortalecer el manejo sostenible de los bosques nativos, mejorar la calidad de vida de las comunidades forestales y reducir emisiones derivadas de la deforestación y degradación, de acuerdo con la Ley N° 26. 331, con un eje fundamental es su enfoque de equidad de género. El mismo promueve la creación de cuencas forestales. Una de ellas es la Cuenca Forestal Villa Guillermina, de la cual, la AER INTA Las Toscas forma parte como actor relevante en el Comité de Cuenca. El presente trabajo, tiene como objetivo dar a conocer la situación actual de las mujeres de la Cuenca Forestal Villa Guillermina, analizar su vínculo con su contexto y las posibilidades de impulsar su participación en la gestión territorial y en procesos productivos.

En el marco de este proyecto, en 2025, la Asociación Cultural para el Desarrollo Integral, (equipo técnico formulador), realizó un diagnóstico socio productivo de dicha Cuenca mediante entrevistas semiestructuradas a actores clave del sector público, privado, comunitario y técnico-académico, encuestas presenciales a actores locales; reuniones con autoridades comunales y referentes institucionales; talleres participativos y visitas a emprendimientos productivos y espacios comunitarios. Este estudio identificó que la población general sufre altos niveles de informalidad laboral, inseguridad en la tenencia de la tierra, baja capacidad organizativa y reveló la centralidad del trabajo de las mujeres en la economía del bosque nativo, a menudo en condiciones de mayor informalidad que los varones. Estas realizan más del 50% de las tareas (recolección de leña, viveros, apicultura, turismo, cuidado ambiental), pero rara vez figuran como titulares de emprendimientos o actores capitalizados; la mayoría son acompañantes o trabajadoras por cuenta propia sin acceso a recursos. Los conocimientos específicos sobre la flora nativa y el uso tradicional del bosque que preservan las mujeres, principalmente originarias, tampoco se encuentran reconocidos como trabajo productivo ni registrado en las cadenas de valor forestales. Las relaciones de género estructuran el uso y gestión de los recursos naturales, expresándose en la división sexual del trabajo, acceso diferencial a medios de producción y subrepresentación en espacios de decisión, perpetuando su invisibilizarían y precariedad. En este sentido, existe un riesgo de profundizar estas brechas si no se incorporan medidas específicas de inclusión, reconocimiento y participación. Para revertir las desigualdades diagnosticadas se propuso la creación de un espacio de encuentro y gestión propio para las mujeres de la Cuenca; capacitaciones con enfoque de género para equipos técnicos; promoción de redes de producción y comercialización solidaria; espacios de cuidado comunitario y generación de condiciones para formalizar el trabajo forestal femenino con acceso a herramientas, seguridad y retribución justa. Se concluye, que

es fundamental el acompañamiento interinstitucional, el desarrollo de políticas públicas acordes y la generación de un espacio propio para la visibilizarían de las mujeres de la Cuenca.

Palabras clave: Bosque nativo; Equidad; Género.

RESUMEN

Sabores con identidad: fortalecimiento de la alimentación saludable y conservación de la diversidad biocultural

Flavors with Identity: Strengthening Healthy Eating and the Conservation of Biocultural Diversity

Analia Pirondo[1,2], Patricia Sandra Blatter[3,4], Florencia Elías[5,6]

[1]Dra. en Recursos Naturales, Investigadora Asistente Conicet, Instituto de Botánica del Nordeste UNNE-CONICET. Corrientes, Argentina. analiapirondo@hotmail.com

[2]Profesora Adjunta, Cátedra de Antropología. FaCENA - UNNE, Corrientes, Argentina.

[3]Lic. en Física. Docente Investigadora FaCENA - UNNE, Corrientes, Argentina.

[4]Profesora Adjunta, Taller de Tecnología Educativa. FaCENA - UNNE, Corrientes, Argentina.

[5]Lic. en Ciencias Biológicas, Becaria Conicet. Instituto de Botánica del Nordeste UNNE-CONICET. Corrientes, Argentina

[6]Auxiliar Docente de Primera Categoría, Cátedra de Antropología. FaCENA - UNNE, Corrientes, Argentina.

Las comunidades semirrurales atraviesan actualmente profundos procesos de transformación derivados del cambio climático y la degradación ambiental. Estas nuevas dinámicas repercuten directamente en sus modos de vida, afectando el acceso y la vinculación con la tierra y los recursos naturales, elementos indispensables para una alimentación saludable. Como consecuencia, muchos niños y niñas crecen hoy con dietas empobrecidas y desvinculadas de la biodiversidad cultivada y recolectada por generaciones anteriores. Frente a este escenario, se vuelve necesario repensar las prácticas alimentarias desde una perspectiva integral que articule salud, cultura y ambiente. La presente ponencia expone la experiencia de un proyecto de extensión universitaria desarrollado en la provincia de Corrientes. El objetivo principal fue generar, como estrategia educativa, materiales lúdicos que promovieran una alimentación saludable en consonancia con el conocimiento del ambiente. Los juegos se inspiraron en formatos tradicionales como el memotest, dados, tableros y ruletas, pero fueron readaptados y diseñados de acuerdo con la realidad del territorio, incorporando información local que revaloriza productos y recetas regionales, así como los beneficios que otorga la flora local desde una perspectiva biocultural. La implementación de estos recursos permitió integrar conocimientos provenientes de la antropología, la etnobotánica y la fisicoquímica, favoreciendo la reflexión crítica sobre la alimentación, los hábitos saludables y la importancia de la biodiversidad local. Asimismo, fortaleció el vínculo emocional y sensorial de los estudiantes con los alimentos locales, las comidas no industrializadas y el uso tradicional de plantas comestibles y condimentarias del entorno. De este modo, los juegos se constituyeron en una estrategia didáctica innovadora y atractiva que, mediante el diálogo de saberes entre la universidad y la comunidad educativa territorial, favoreció la adopción de hábitos alimentarios saludables, contribuyó a la mejora de la nutrición y fortaleció las identidades, los vínculos comunitarios y la conservación de la diversidad biocultural del sitio.

Palabras clave: Estrategia Educativa Lúdica; Etnobiología.

RESUMEN

El árbol Matemática: representaciones sociales y aprendizaje de la Matemática en estudiantes de Ingeniería Forestal de la UNaM

The Mathematics Tree: Social Representations and Mathematics Learning in Forestry Engineering Students at UNaM

Julieta Edith Kornel[1], Pablo Daniel Vain[2]

[1]Mgter en Docencia Universitaria. Profesora Titular de Matemática de la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM). Eldorado, Misiones, Argentina. julieta.kornel@fcf.unam.edu.ar

[2]Doctor y Post-doctorado por la Universidad de Málaga. Investigador de la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM). Investigador del Instituto de Estudios Sociales y Humanos. CONICET/Universidad Nacional de Misiones. Posadas, Misiones, Argentina.

El “árbol Matemática” constituye una metáfora que condensa una representación social (RS) acerca de la organización del conocimiento matemático (CM) y de su relación con el entorno. Dada la relevancia de la Matemática en la formación en Ingeniería Forestal, resulta pertinente indagar cómo los estudiantes significan este conocimiento, en tanto las RS no son externas a la práctica educativa, sino que forman parte de los marcos interpretativos desde los cuales los sujetos orientan sus procesos de aprendizaje. En este contexto, el problema de investigación se centra en las relaciones entre las RS que los estudiantes construyen sobre el CM —condensadas en la metáfora del “árbol Matemática”— y sus modos de aprender. El objetivo principal del trabajo es describir, analizar e interpretar dichas relaciones en estudiantes de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Se empleó un diseño de triangulación metodológica de predominio cualitativo. La estrategia incluyó la aplicación de una encuesta a 138 estudiantes con el fin de identificar tendencias generales en las representaciones sobre el CM, así como cinco entrevistas en profundidad orientadas a reconstruir los significados y sentidos que los estudiantes atribuyen a dicho conocimiento y a su relación con el aprendizaje. El análisis combinó procedimientos descriptivos para los datos cuantitativos y técnicas de análisis de contenido para el abordaje cualitativo, apoyadas en el instrumento analítico denominado La Rejilla (Flores Martínez, 1998). En relación con la naturaleza del CM, el 73% de los estudiantes manifiesta una tendencia hacia una concepción de carácter platonista, entendiendo la Matemática como un conocimiento que se “descubre”, postura que aparece asociada a prácticas de ejercitación y memorización. No obstante, en los discursos también emergen referencias a la resolución de problemas y al rol activo del estudiante, lo que sugiere configuraciones híbridas antes que posiciones epistemológicas excluyentes. La utilidad del CM se configura como un elemento central de la representación, actuando como principio organizador del significado que los estudiantes atribuyen a este conocimiento. En efecto, el 95% fundamenta su valor en la aplicabilidad y en su vínculo con el ejercicio profesional, reconociendo además su incidencia en el entorno social y cultural. Esta centralidad otorga predominio a la dimensión aplicada del CM y aparece asociada a discursos que le atribuyen un sentido motivador para el aprendizaje de la disciplina.

Respecto de la organización del CM, el 57% lo representa como un sistema jerárquico y secuencial, mientras que un 37% lo concibe como una estructura dinámica orientada a la resolución de problemas. Estas configuraciones sugieren que la relación entre las visiones epistemológicas sobre la Matemática y los modos de aprendizaje no se establece de manera lineal, sino a través de una articulación parcial de sentidos diversos.
En conclusión, las RS sobre el CM muestran vínculos con los modos de aprender que pueden interpretarse como tendencias orientadoras más que como relaciones causales directas. Predomina la imagen del "árbol" como representación de una estructura jerárquica del conocimiento, articulada con una fuerte valoración de su utilidad profesional, lo que aporta elementos para la reflexión sobre la enseñanza de la Matemática en la formación universitaria.

Palabras clave: Conocimiento matemático; Enfoques de aprendizaje; Formación en Ingeniería Forestal.

RESUMEN

Gobernanza colaborativa para el desarrollo productivo en la comunidad originaria Tekoa Miri.

Collaborative governance for productive development in the Tekoa Miri indigenous community.

Mara Schedler[1], Miguel Ángel Correa[2], Roque Rafael Toloza[2], Celso Limberger[3], Romario Dohmann[4], Daniel Schmidel[5]

[1]Ing. Agr. Dra. en Cs Biológicas AER INTA Puerto Rico., Misiones, Argentina. Schedler.mara@inta.gob.ar

[2]Ing. Ftal., AER INTA Puerto Rico.

[3]PROCAyPA y Fundación Padre José Marx SVD.

[4] Fundación Protestante Hora de Obrar.

[5]Municipalidad de Capiovi.

La producción de yerba mate en convivencia con el monte nativo no es solo una actividad económica; para las comunidades originarias, representa la recuperación de un sistema ancestral de cultivo que respeta la biodiversidad y garantiza la soberanía alimentaria. Sin embargo, el éxito de estos sistemas complejos depende de una red de colaboración interinstitucional donde cada actor aporta un recurso crítico. El objetivo fue establecer un lote productivo de yerba mate con árboles nativos contemplando prácticas culturales sustentables en la comunidad Mbya Guaraní Tekoa Miri, en el municipio de Capioví, Misiones, Argentina. Para ello, el trabajo conjunto de los actores involucrados fue relevante. El rol técnico fue aportado desde el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), a través del sistema de extensión que actúa como puente del conocimiento técnico. Su intervención fue fundamental para garantizar que la plantación siga criterios agroecológicos. Aportando el asesoramiento sobre el manejo de suelos, la densidad de plantación y, crucialmente, la selección de especies arbóreas nativas que convivirán con la yerba mate, priorizando especies leguminosas y frutales nativas. Por su parte, el componente educativo con enfoque rural del Profesorado en Ciencias Agrarias y Protección Ambiental (PROCAyPA) fue sustancial en la interacción de los alumnos y los miembros de la comunidad. No se trató solo de plantar, sino de entender el ciclo biológico y la gestión del cultivo y el cuidado del suelo. Al involucrar a la educación, se garantizó que el conocimiento sea apropiado por la comunidad Tekoa Mirí, fomentando el liderazgo local y el arraigo territorial. Paralelamente, las Fundaciones (Padre José Marx y Hora de Obrar) desempeñaron el rol de gestoras y facilitadoras de los recursos, teniendo en cuenta que uno de los mayores obstáculos para las comunidades es el acceso al capital inicial. Su intervención permitió la adquisición de insumos críticos: plantines de yerba mate de alta calidad y de especies nativas, tablitas para sombra de yerba, herramientas manuales y aporte de combustible para máquinas viales. Sin este flujo financiero, las ideas técnicas no podrían materializarse en terreno. Finalmente, la Municipalidad de Capioví, aportando la logística, principalmente a través de la maquinaria vial y agrícola. La preparación del terreno requiere de una intervención precisa para no dañar el entorno, y el aporte en el arreglo de caminos y movimiento de suelo, permitiendo que los insumos lleguen al lote y que la comunidad pueda, en el futuro, trasladar su producción. El proyecto en Tekoa Mirí es un modelo de gobernanza

colaborativa, con un enfoque participativo para el abordaje y la resolución del problema. Mientras el INTA pone el "saber cómo", el PROCAyPA el "aprender haciendo", las Fundaciones el "con qué" y la Municipalidad el "cómo llegar", la comunidad aporta lo más sagrado: el territorio y la identidad. Esta unión de fuerzas demuestra que la producción de yerba mate con árboles nativos y la restauración del ambiente son objetivos compatibles cuando se aborda de manera integral.

Palabras clave: Parcelas Demostrativas; Sinergia interinstitucional; Yerba Mate Agroforestal.

RESUMEN

Qualidade da Água em Unidades de Conservação e a Extensão Universitária na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba

Water Quality in Conservation Units and University Extension in the Guaraqueçaba Environmental Protection Area

Daniela Cleide Azevedo de Abreu[1]; Fabiani das Dores Abati Miranda[1], Vaneza Andrea Lima de Freitas[2], Paola Regina Dalcanal[2], Jardelma Assunção Sousa[3], Laura Gomes da Silva[3], Luis Guilherme Pereira de Brito[3]

[1]Docentes do curso de Engenharia Florestal da UTFPR-DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. danielaabreu@ufpr.edu.br

[2]Docentes da UTFPR-PB, Pato Branco, Paraná, Brasil

[3]Bolsistas de Extensão, Estudantes do curso de Engenharia Florestal da UTFPR-DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

A qualidade da água é um dos pilares fundamentais para a manutenção da saúde pública e do equilíbrio ecológico, especialmente em áreas protegidas, como as unidades de conservação. Estes ambientes, destinados à preservação da biodiversidade e dos recursos naturais, dependem diretamente da integridade dos seus corpos hídricos. Entretanto, a contaminação bacteriana representa uma ameaça crescente, exigindo diagnóstico preciso e ações de conscientização voltadas à comunidade local e visitantes. O monitoramento da água em unidades de conservação é essencial para detectar possíveis fontes de poluição, como escoamento superficial, resíduos sólidos, atividades humanas e animais silvestres. Os principais indicadores de contaminação bacteriana incluem coliformes totais e Escherichia coli, cuja presença sinaliza riscos à saúde humana e à fauna local. A coleta sistemática de amostras, seguida de análises laboratoriais, permite mapear áreas críticas e identificar os períodos de maior vulnerabilidade, como épocas de chuvas intensas. A identificação de focos de contaminação bacteriana possibilita o desenvolvimento de planos de manejo, ações corretivas e preventivas, além de subsidiar políticas públicas voltadas à proteção dos recursos hídricos nas unidades de conservação. As universidades desempenham papel essencial na promoção da saúde hídrica por meio de projetos de extensão. Estas ações incluem atividades educativas, campanhas informativas, oficinas práticas, palestras, visitas técnicas e envolvimento comunitário. A participação ativa de estudantes, professores e pesquisadores favorece a disseminação do conhecimento científico, aproximando a academia da sociedade. A primeira ação voltada à discussão da temática do manejo e da gestão dos recursos hídricos consistiu na realização de rodas de conversas nas escolas com a participação da liderança comunitária, pessoas de quatro comunidades da Ilha Rasa, inserida na Área de Proteção Ambeintal de Guaraqueçaba e da equipe executora do projeto de extensão. Como ações eficazes e com apoio das pessoas das comunidades foram realizadas oficinas sobre o uso racional da água e prevenção de contaminação; palestras em escolas, associações de moradores e centros comunitários sobre os riscos da água contaminada;

campanhas de coleta de resíduos e limpeza de corpos d'água; distribuição de materiais informativos educativos e diversidades de temas abordados feira de ciências; monitoramento participativo com envolvimento da comunidade na coleta de amostras de água para analises em laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A integração entre diagnóstico técnico e ações educativas fortalece a percepção coletiva sobre a importância da água limpa e incentiva mudanças de comportamento, contribuindo para a preservação dos recursos naturais e para a saúde pública. A qualidade da água em unidades de conservação deve ser tratada como prioridade, devido à sua relevância para o equilíbrio ambiental e para a saúde das populações humanas e animais. O diagnóstico de contaminação bacteriana, aliado às ações de extensão universitária, constitui uma estratégia eficaz para promover a conscientização e engajamento social, tornando possível a construção de ambientes mais saudáveis e sustentáveis. O envolvimento da comunidade, a capacitação contínua e o apoio das instituições de ensino superior são fundamentais para que a saúde hídrica seja percebida como um direito coletivo e uma responsabilidade compartilhada.

Palabras clave: Áreas Protegidas; Comunidades Tradicionais; Recursos Hídricos.

RESUMEN

Compromiso participativo de la comunidad juvenil de la región de Despeñaderos para mitigar los efectos del cambio climático

Participatory commitment of the youth community of the Despeñaderos region to mitigate the effects of climate change.

Marisa Jacqueline Joseau[1], Sandra Rodríguez Reartes[2], Javier Frassoni[3], Fatima Romero[4], Ana Meehan[5], Alejandra Francia[6], Nancy Sánchez[7], Melina Scandaliaris[8]

[1]Ingeniera Agrónoma. Dra. en Ciencias Agropecuarias, Profesora Titular de Silvicultura. Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC), Córdoba, Córdoba, Argentina. jajoseau@agro.unc.edu.ar

[2]Ingeniera Agrónoma. Mgter en Ciencias Agropecuarias, Profesora Asistente de Silvicultura. Departamento de Producción Vegetal. FCA-UNC, Córdoba, Córdoba, Argentina.

[3]Ingeniero Agrónomo. Dr. en Ciencias Agropecuarias, Profesor Asistente de Silvicultura. Departamento de Producción Vegetal. FCA-UNC, Córdoba, Córdoba, Argentina.

[4]Ingeniera Agrónoma. Profesora Ayudante A del Área de Gestión Ambienta y Producción Sostenible. Departamento de Recursos Naturales. FCA-UNC, Córdoba, Córdoba, Argentina.

[5]Ingeniera Agrónoma. Esp. en Espacios Verdes. Profesora Adjunta de en Espacios Verdes. Departamento de Ingeniería y Mecanización Rural. FCA-UNC, Córdoba, Córdoba, Argentina

[6]Ingeniera Agrónoma., Profesora Asistente de Espacios Verdes. Departamento de Ingeniería y Mecanización Rural. FCA-UNC, Córdoba, Córdoba, Argentina

[7]Ingeniera Agrónoma. Esp. en Enseñanza de las Ciencias. Agropecuarias, Profesora Ayudante A de Silvicultura. Departamento de Producción Vegetal. FCA-UNC, Córdoba, Córdoba, Argentina.

[8]Ingeniera Agrónoma. Dra. en Ciencias Agropecuarias, Profesora Asociada de Botánica Agrícola II. Departamento de Fundamentación Biológica. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. FCA-UNC, Córdoba, Córdoba, Argentina.

Los bosques tienen la función de absorber más CO_2, siendo muy biodiversos atraen más fauna, más polinizadores, constituyéndose en potenciales corredores biológicos. Tienden a regenerarse, mejoran la calidad de vida de las personas, reducen los efectos nocivos de la contaminación de aire y contrarrestan el fenómeno de islas de calor, acciones que mitigan los efectos del cambio climático. Si las especies son de uso múltiple incentivan a que comunidad las revalorice y conserve. El objetivo de este trabajo fue interaccionar con la comunidad de la región de Despeñaderos y zonas aledañas para lograr un compromiso participativo de los jóvenes en la mitigación de los efectos del cambio climático. La comunidad juvenil estuvo conformada principalmente por estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC), que son habitantes de dichas regiones. Este trabajo se generó en respuesta a la invitación del Municipio de Despeñaderos a participar en la convocatoria de proyectos del Fondo Juventud y Acción Climática, Ronda 2 de Bloomberg Philanthropies. Las acciones ejecutadas fueron la elección de un espacio residual urbano dotado de la presencia

de vegetación nativa de la región a fin de establecer un espacio verde colaborativo (Bosque urbano tintóreo – BUT), se demarcaron senderos y áreas de permanencia, se identificaron las especies y sus usos potenciales, se llevó a cabo la colecta, acondicionamiento y conservación de semillas. Se identificaron 23 especies pertenecientes a 9 familias de tres estratos. Se destacó el uso tintóreo de la vegetación presente colocando señalética didáctica, se enriqueció el BUT con más de 65 plantines de especies tintóreas producidas en el Vivero Forestal Educativo de la cátedra de Silvicultura de la FCA-UNC con la participación de pasantes de nivel secundario quienes además colaboraron en la evaluación de las semillas. Se brindaron talleres de capacitación relacionados con la temática y actividades efectuadas, se confeccionaron 5 muestrarios con lanas teñidas para el reconocimiento de la capacidad tintórea de las especies relevadas con 25 colores que están expuestos en el Centro Cultural Dr. Cimadamore de Despeñaderos para que sean una herramienta en el rescate de estos conocimientos. Se relevó la vegetación arbórea de 10 avenidas y 150 cuadras en la ciudad de Despeñaderos y se registró la presencia de más de 10 especies introducidas con el uso de la plataforma inteligente MuniDigital. Fueron 18 estudiantes los que participaron en las diversas tareas colaborando con más de 20 actores sociales (artesanos, docentes de distintos niveles educativos y personal del municipio). La creación de un espacio verde de mayor biodiversidad conteniendo un BUT incentiva a la comunidad a valorar y conocer la vegetación nativa. Este proyecto establece un vínculo entre la juventud, el entorno natural y social, recuperando saberes vinculados al uso de las especies del bosque, favoreciendo una actitud de compromiso participativo al tomar conciencia de que el actuar mitiga los efectos del cambio climático, mejorando el bienestar y salud de la comunidad.

Palabras clave: Concientización; Participación Comunal; Resiliencia Urbana; Vegetación Nativa.

RESUMEN

Producción de varas de Eucalipto para instalaciones e infraestructura productiva para pequeños productores.

Production of Eucalyptus poles for facilities and productive infrastructure for small producers

María Rosana Ferruchi[1], Aldo Keller[2], Rodolfo Kreuzner[3], Juan Carlos Kobler[3], Gladys Gasser[3]

[1]Ing. Ftal., Extensionista, AER Eldorado – INTA. Montecarlo, Misiones, Argentina. ferruchi.maria@inta.gob.ar

[2]Ing. Ftal. Investigador, EEA Montecarlo – INTA. Montecarlo, Misiones, Argentina.

[3]Productor, Misiones, Argentina.

En el norte de Misiones, las instalaciones y la infraestructura productiva generalmente son rudimentarias, afectando negativamente los índices productivos. La madera nativa fue insumo fundamental y tradicional para las construcciones rurales. Su disponibilidad dentro del propio predio reducía costos. Toda propuesta de mejora requiere de inversión. Dada la escasez actual de recursos forestales nativos y el alto costo de la madera comprada a terceros, surge la iniciativa de promover el autoabastecimiento de madera mediante pequeñas plantaciones de Eucalipto integradas al predio. Para ello, se instalaron parcelas experimentales con los productores, asistiéndolos en el establecimiento y manejo de la plantación. A principios del 2024 fueron seleccionados los productores interesados en la propuesta. Se evaluó cada situación y se definieron las ubicaciones de los cuadros de plantación. A fines del invierno se preparó el terreno (limpieza, control de hormigas y subsolado) y entre septiembre y octubre del 2024 se hizo la plantación de 3 parcelas, de 300 plantas cada una, con densidad de 2000 plantas/ha (distanciamiento de 2,5 m entre líneos y 2 m entre plantas), resultando parcelas de 1500 m2, de forma variable. Se utilizó genética clonal disponible localmente para garantizar una plantación homogénea (GC27 INTA; G2136 POMERA y GC78 POMERA). A efectos de simplificar el manejo, en cada parcela se utilizó un solo clon. Se efectuó el seguimiento regular de las parcelas, para control de hormigas y malezas. En el año 2025 se hizo la evaluación de posibles daños por las fuertes heladas ocurridas, sin registrarse daños visibles. A partir de los resultados, en septiembre del año 2025 se instaló otra parcela en Santiago de Liniers (clon G2136). En octubre del 2025 se realizó la primera medición de todos los diámetros y una muestra de alturas, en las tres parcelas iniciales. La altura total promedio a los 12 meses, fue de 2,6 m para GC78; 4,3m para G2136 y 5,2m para GC27. Los diámetros promedios estimados fueron de 1,2cm para GC78; 3,7cm para G2136 y 3,5 cm para GC27. Hasta aquí, podemos concluir que sería adecuada una estrategia de cultivo escalonado en el tiempo y que un tamaño pequeño de parcela es ideal para lograr un adecuado seguimiento por parte de los productores. Las técnicas de establecimiento y seguimiento fueron apropiadas y comprensibles por los productores (preparación del terreno, época de plantación y cuidados posteriores). Un correcto control de hormigas y malezas durante los primeros meses permite lograr una alta sobrevivencia inicial. Pudimos escuchar al productor, entender sus problemas concretos y convertirlos en soluciones tecnológicas que abran camino a la innovación. Mediante la

implementación de parcelas experimentales y asistencia técnica personalizada, se facilita a los productores la transición hacia fuentes de suministro estructural más eficientes y de menor costo. La innovación en instalaciones e infraestructura productiva es clave para mejorar el rendimiento y la rentabilidad de las actividades agropecuarias en el norte de la provincia. Se prevé continuar las mediciones, evaluar el uso del material producido, realizar propuestas de manejo acordes a cada uno y diseñar líneas de trabajo futuras.

Palabras clave: Autoabastecimiento; Madera Estructural; Parcelas Experimentales.

RESUMEN

Cartografiando Saberes: Innovación en la enseñanza de la geomática a través de plataformas digitales abiertas

Mapping Knowledge: Innovation in geomatics education through open digital platforms

Gustavo Ariel Maslowski[1], Martín Orlando Orona[1], Rubén Carlos Cinauski[1], Alejandro Roberto Vargas[1], Felipe Sodré Mendes Barros[1], Tania Marina Jungblut Schuh[1], Luna Gianela Lindao[1], Mauricio Julian Schweigert[1], Andres Angel Leonardo Lindao[1]

[1]Facultad de Ciencias Forestales – UNaM, Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina. gustavo.maslowski@fcf.unam.edu.ar

En el contexto actual, la geomática se ha consolidado como una disciplina fundamental para abordar desafíos complejos relacionados con la sostenibilidad ambiental, la planificación urbana, la gestión de riesgos naturales, etc. Ante la creciente demanda de conocimientos especializados y la necesidad de contar con herramientas accesibles para la toma de decisiones basadas en datos espaciales, surge el proyecto denominado Cartografiando Saberes. Siendo el objetivo principal difundir información vinculadas al campo de la geomática que resulten de interés tanto para la comunidad universitaria como para el público en general, utilizando para ello webinarios y materiales audiovisuales de libre acceso.

La metodología consistió en el diseño e implementación de una estrategia de difusión digital basada en la creación y gestión de un canal en la plataforma YouTube, estructurada en fases de diagnóstico temático, producción de contenidos y monitoreo de métricas de alcance. El proceso de relevamiento de temas de interés se realizó mediante encuestas a empresas, entidades gubernamentales y docentes. El equipo docente del área de Herramientas de Soporte a las Decisiones asumió la coordinación técnica, edición audiovisual y carga de materiales en el canal, así como el contacto con profesionales destacados para la organización de capacitaciones virtuales.

Durante el primer año de ejecución, el proyecto ha logrado consolidar el canal denominado Geomática FCF (https://www.youtube.com/@GeomaticaFCF), que supera los 150 suscriptores. Se produjeron más de 40 videos tutoriales de acceso público y 30 materiales audiovisuales orientados a cátedras específicas de la Facultad de Ciencias Forestales. Asimismo, la transmisión del GIS Day 2025, superó las 500 visualizaciones en directo y permitió perfeccionar la dinámica del equipo para organizar webinarios y gestionar eventos virtuales.

Estos resultados evidencian la consolidación operativa del proyecto y su potencial para generar y difundir recursos educativos en geomática mediante plataformas digitales abiertas para la comunidad universitaria y público en general. Con estos avances sientan las bases para ampliar el alcance del proyecto en los próximos años, fortaleciendo la formación en tecnologías geoespaciales y promoviendo su aplicación en problemáticas sociales, ambientales y productivas.

Palabras clave: Materiales Audiovisuales; Recursos Educativos; Tecnologías Geoespaciales.

RESUMEN

La cooperación universitaria como herramienta de la integración regional, Convenio Específico de Doble Titulación para las carreras de Ingeniería Forestal de la UNaM y la UTFPR

University Cooperation as a Tool for Regional Integration

Specific Dual-Degree Agreement for the Forestry Engineering Programs of UNaM and UTFPR

Andres Angel Leonardo Lindao[1], Héctor Fabian Romero[1], María Madalena Santos da Silva[2], María Cristina Bischoff[1], Mariano Martín Di Stasi[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina. andres.lindao@fcf.unam.edu.ar

[2]Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus DV, Estrada para Boa Esperança Km 04, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

Este trabajo sistematiza la experiencia de Doble Titulación en Ingeniería Forestal entre la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Facultad de Ciencias Forestales, y la Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, con el propósito de identificar sus principales hitos, actores involucrados, fortalezas y desafíos, así como aportar elementos para la discusión sobre la internacionalización de la educación superior en el contexto regional.

El objetivo es analizar el proceso de construcción, implementación y continuidad del convenio, evaluando sus resultados iniciales y su potencial como política educativa sistemática, flexible y recíproca entre instituciones de países limítrofes.

El convenio comenzó a gestarse en 2016, a partir de reuniones institucionales orientadas a promover acuerdos de cooperación académica. En una instancia inicial realizada en la sede del rectorado de la UNaM, se propuso generar convenios de doble titulación para tres carreras de la Facultad de Ciencias Forestales: Ingeniería Forestal, Ingeniería Agronómica y Profesorado/Licenciatura en Biología. Durante 2017, equipos docentes y coordinadores de ambas instituciones trabajaron en el análisis y la compatibilización de los planes de estudio, mediante consultas técnicas e intercambios interinstitucionales.

Como resultado de ese proceso, se alcanzaron acuerdos para las carreras de Ingeniería Forestal y Profesorado/Licenciatura en Ciencias Biológicas. En el caso de Ingeniería Agronómica, la propuesta fue postergada debido a diferencias estructurales entre los planes de estudio y a que la carrera en UNaM aún no había transitado su acreditación ante CONEAU. Ese mismo año se realizaron intercambios académicos y visitas institucionales, que permitieron fortalecer los vínculos entre docentes, estudiantes y autoridades.

En 2018 se firmaron los convenios de doble titulación. La primera experiencia de movilidad estudiantil en Ingeniería Forestal se concretó en 2020, luego de instancias

previas de intercambio de corta duración y de una convocatoria abierta que seleccionó a dos estudiantes quienes completaron sus trayectorias académicas en el contexto de la pandemia de COVID-19 y obtuvieron la doble titulación, constituyendo los primeros egresados del programa.

Actualmente, el convenio se mantiene vigente, aun cuando ambas carreras atraviesan procesos de actualización curricular. Las instituciones acordaron sostener la cooperación, incorporando los ajustes necesarios para garantizar la continuidad del programa. Este enfoque flexible reconoce que, más allá de la equivalencia entre asignaturas, cargas horarias y correlatividades, la movilidad debe permitir a los estudiantes apropiarse de las particularidades formativas e identitarias de cada universidad.

Entre las principales fortalezas se destacan la integración regional del conocimiento, la ampliación de redes científicas y técnicas y el fortalecimiento de vínculos con actores del sector productivo, que enriquecen la trayectoria formativa de los estudiantes participantes. Entre los desafíos se identifican las fluctuaciones económicas que atraviesan las instituciones universitarias, las barreras idiomáticas, a ser abordadas mediante programas institucionales de formación lingüística y las cambiantes reglas en materia migratoria.

Como conclusión, la experiencia demuestra que la doble titulación constituye una herramienta concreta para la integración regional y la internacionalización de la educación superior, favoreciendo la formación de profesionales con una perspectiva más amplia, intercultural y articulada a los contextos institucionales y productivos del territorio.

Palabras clave: Educación Pública; Experiencia Interinstitucional.

RESUMEN

Primer Inventario Micológico en la R.U.M.G 103 Especies Bajo el Dosel Misionero con un Potencial Nuevo Registro para Argentina

First Mycological Inventory of the Guaraní Multiple-Use Reserve (R.U.M.G.): 103 Species Recorded Beneath the Misiones Forest Canopy with a Potential New Record for Argentina.

María Emilia Cardozo[1], Santiago Andrés Martínez[1], Claudio Javier Dummel[2], Fernando Javier Vier[3], Facundo Javier Sanchez[1], Omar Ferrerira[1]

[1]Estudiante, Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina. emiliacardozo777@gmail.com

[2] Ing. Ftal. Docente, Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina.

[3] Prof. de Biología. Docente, Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina.

La provincia de Misiones constituye uno de los principales reservorios de biodiversidad de la Argentina, enmarcada dentro de la Selva Atlántica del Alto Paraná. Sin embargo, a pesar de la abundante información disponible sobre flora y fauna vascular, la diversidad fúngica de la región continúa siendo un componente escasamente documentado. En este contexto, la Reserva de Usos Múltiples Guaraní (R.U.M.G.) emerge como un área clave para el estudio de la micobiota, tanto por su alto valor ecológico como por su integración al Corredor Verde y a la Reserva de Biosfera Yabotí. Los antecedentes micológicos en Misiones se remontan a los trabajos pioneros de Spegazzini a fines del siglo XIX y comienzos del XX, seguidos por aportes más recientes como los de Wright, Grassi y Ramírez, quienes evidencian una elevada riqueza de macrohongos en distintos ambientes de la provincia. No obstante, estos estudios han sido fragmentarios y concentrados en áreas específicas, como el Parque Nacional Iguazú o zonas de manejo forestal, dejando amplios sectores sin relevamientos sistemáticos. En particular, la R.U.M.G. carecía hasta el momento de un inventario micológico detallado, a pesar de contar con antecedentes botánicos sólidos y una heterogeneidad ambiental propicia para una elevada diversidad fúngica. El presente trabajo se inscribe en este vacío de conocimiento y aporta un checklist preliminar que registra 103 especies de hongos macroscópicos, pertenecientes a 64 géneros y 34 familias, distribuidas principalmente en las divisiones Basidiomycota y Ascomycota. Este número resulta especialmente significativo si se considera que el relevamiento se basó exclusivamente en observaciones de campo y en criterios morfológicos macroscópicos, sin la aplicación de técnicas moleculares. La diversidad registrada posiciona a la R.U.M.G. como un área de alta riqueza fúngica, comparable aunque con particularidades propias a otros sitios previamente estudiados en Misiones. Los antecedentes regionales indican que la diversidad de macrohongos está fuertemente influenciada por factores como el tipo de bosque, la cobertura vegetal, el grado de disturbio y las características edáficas. En concordancia con estos estudios, el relevamiento en la R.U.M.G. evidenció una mayor riqueza de especies en ambientes de bosque nativo y bosques de helechos arborescentes, mientras que los

pastizales y las áreas afectadas por incendios presentaron una diversidad relativamente menor. Estos resultados refuerzan la idea de que los hongos responden de manera sensible a las condiciones ambientales y al manejo del territorio, consolidando su valor como indicadores ecológicos. Un antecedente de particular relevancia surgido de este checklist es el posible registro de Mycena mamaku, una especie previamente no documentada para la Argentina y asociada a bosques de helechos arborescentes. Este hallazgo preliminar no solo amplía el conocimiento biogeográfico del género, sino que también sugiere la existencia de asociaciones ecológicas específicas y potencialmente endémicas, destacando la urgencia de profundizar los estudios micológicos en la región. En conjunto, estos antecedentes consolidan la importancia de la R.U.M.G. como un sitio estratégico para la investigación micológica y subrayan el valor de los inventarios preliminares como herramientas fundamentales para futuras investigaciones, conservación de la biodiversidad y manejo sustentable de los ecosistemas misioneros.

Palabras clave: Biodiversidad; Hongos; Relevamiento.

RESUMEN

Educación ambiental y sustentabilidad: homeopatía aplicada a sistemas agrícolas, pecuarios y forestales

Environmental education and sustainability: homeopathy applied to agricultural, livestock, and forestry systems

Sharim Cynthia Lobo[1], Alejandra Lorena Decara[2], Jonathan Von Below[3], Irene Viviana Reyes[4], Pedro Boff[5], Wilson Itamar Godoy[6]

[1]Mgter. Ing. Agr. Prof. EAE y FCF-UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina. lobo.sharim@fcf.unam.edu.ar

[2]Esp. Med. Vet. Prof. FAV-UNRC, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

[3]Dr. Ing. Ftal. Prof. FCF-UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

[4]Lic. Prof. EAE-UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

[5]Dr. Ing. Agr. EPAGRI, Lages, Santa Catarina, Brasil.

[6]Dr. Ing. Agr. Prof. UTFPr, Pato Branco, Paraná, Brasil.

En el contexto productivo de Misiones, y observando la realidad socioeconómica de la región, las prácticas sustentables adquieren relevancia entre quienes adoptan enfoques agroecológicos, por su potencial para reducir costos como por su compatibilidad con la conservación de la biodiversidad. La Agrohomeopatía, por el uso de diluciones dinamizadas, se presenta como una real posibilidad tecnológica, de bajo costo y sin residuos ambientales, que aplicada a sistemas agrícolas, pecuarios y forestales, está orientada a restablecer el equilibrio mediante el uso de remedios específicos. Los remedios homeopáticos consisten en ultradiluciones de matrices provenientes de elementos del reino animal, vegetal, mineral y fúngico, que son diluidos y dinamizados sucesivas veces, no representando problemas de toxicidad. Este proyecto tiene como objetivo promover la homeopatía en agroecosistemas como práctica sustentable y contribuir a su implementación concreta en contextos productivos. Entre mayo y octubre de 2025, la EAE y la FCF (UNaM), en articulación con la FAV (UNRC) y la EPAGRI de Brasil, desarrollaron un proceso formativo sobre principios y usos de la Homeopatía en producción sustentable, con la participación de 26 personas entre docentes, no docentes, agricultores y profesionales vinculados al sector productivo. Para acreditar el curso, las y los estudiantes debían elegir un sistema productivo, tomar el caso según los principios de la ciencia homeopática, que consiste en realizar una anamnesis, repertorizar los síntomas observados, elegir a través de la materia médica un remedio homeopático con el cual intervenir, aplicar el mismo y observar los resultados obtenidos. Actualmente, la EAE cuenta con un botiquín donado por el Laboratorio de Homeopatia e Saúde Vegetal de la EPAGRI con cerca de 80 matrices homeopáticas que están a disposición de la comunidad y son usadas en los diferentes Sectores Didáctico Productivos (SDP) de la institución. En el seminario de cierre se presentaron 9 trabajos grupales desarrollados en unidades productivas de diversas localidades de Misiones. Los casos abordados evidenciaron resultados positivos del uso de la homeopatía en situaciones como: taladro y cochinilla en yerba mate, ectoparásitos y traumas posparto en bovinos, virosis en tomate, oídio en

zapallo, sarna en ternero y canibalismo en gallinas de engorde. Los estudios de caso fueron desarrollados en el tiempo mínimo de dos meses, con el acompañamiento de las docentes y cumpliendo con el protocolo y metodologías propias de la Homeopatía. Se pudo observar que el uso de los preparados homeopáticos en la producción es una tecnología efectiva para tratar los diferentes sistemas, y que posee un amplio campo de acción ya que se pueden elaborar remedios homeopáticos con base en los elementos presentes en los propios sistemas productivos, como por ejemplo con el uso de isoterápicos o nosodes.

Palabras clave: Agrohomeopatía; Formación Práctica; Remedios Homeopáticos.

RESUMEN

De Semente à Floresta: A Casa de Vegetação como Espaço de Ensino e Sustentabilidade

*From Seed to Forest: The Greenhouse as a Space for Teaching and Sustainability**s***

Yasmin Badluk Laroca[1], Andreza Taveira Silva[1], Estéfany Fontana[1], Carla Cristina Becker[1], Flávia Favero[1], Franz Lira Pancera[1], Guilherme Attila Ribeiro Sarkany[1], Hanna Francielle Padilha[1], Kassiani de Fatima Bueno Ruth[1], Luiz Alfredo Zanella Gouvea[1], Nilson Costa Neto[1], Victor Lucas Rodrigues Alcides Nascimento[1], Pedro Petzen Oliveira[1], Fernanda Niéri Lima[1], María Madalena dos Santos Silva[2]

[1]Discente, Bolsista, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. ylaroca@alunos.utfpr.edu.br

[2]Doutora, Professora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

A educação ambiental tem sido reconhecida como uma ferramenta essencial para a promoção de comportamentos sustentáveis, especialmente quando aplicada em ambientes escolares via atividades práticas que aproximam os estudantes da natureza. Nesse contexto, o Grupo PET Engenharia Florestal da UTFPR – Campus Dois Vizinhos desenvolveu o projeto “De Semente à Floresta” no Colégio Estadual Cívico Militar Vinícius de Moraes, buscando promover a educação ambiental por meio da construção e utilização de uma Casa de Vegetação como espaço de aprendizagem prática. A estrutura foi construída com bambu gigante (Dendrocalamus asper), material renovável e de baixo impacto ambiental, e coberta com tela de sombreamento, proporcionando um ambiente adequado para o cultivo de mudas de espécies florestais nativas e para a realização de oficinas educativas com estudantes do 6° ano do Ensino Fundamental. As atividades foram organizadas de forma sequencial e planejada, articulando teoria e prática conforme o processo natural de produção de mudas. Inicialmente, os alunos participaram da oficina de preparo de substratos, na qual aprenderam sobre os diferentes componentes que podem ser utilizados, compreendendo suas funções na aeração, retenção de umidade e fornecimento de nutrientes. Em seguida, foi realizada a oficina de coleta e beneficiamento de sementes, abordando a identificação de árvores matrizes, técnicas corretas de coleta, limpeza, seleção de sementes viáveis e formas adequadas de armazenamento, enfatizando a importância da qualidade genética e fisiológica do material propagativo.Na etapa seguinte, trabalhou-se a prática de quebra de dormência, explicando de forma lúdica os tipos de dormência das sementes e os métodos utilizados para superá-la, como escarificação mecânica, tratamentos térmicos, químicos e estratificação. A abordagem utilizou comparações simples, como a ideia de que a semente está “dormindo”, facilitando a compreensão dos conceitos pelas crianças. Posteriormente, foi realizada a oficina de fitossanidade, na qual os estudantes aprenderam a identificar sintomas de doenças em mudas, compreenderam a importância da higiene de ferramentas, do monitoramento constante e das práticas preventivas para garantir a saúde vegetal, estabelecendo analogias entre sintomas em plantas e em seres humanos. Os resultados observados ao longo das oficinas demonstraram aumento significativo no engajamento,

participação e interesse dos alunos pelos temas ambientais. As atividades práticas despertaram curiosidade, facilitaram a compreensão de conceitos técnicos e estimularam o protagonismo estudantil. Os estudantes mostraram-se capazes de identificar sintomas fitossanitários, reconhecer a importância da seleção de sementes de qualidade e compreender os fatores que influenciam a germinação e o desenvolvimento das plantas, relacionando esses conhecimentos aos princípios de conservação ambiental e uso sustentável dos recursos naturais. Conclui-se que a aplicação de metodologias ativas e participativas na educação ambiental, aliadas ao uso de estruturas como a Casa de Vegetação, constitui uma estratégia eficaz para a formação de consciência ecológica em crianças e adolescentes. O projeto demonstrou que a integração entre teoria e prática favorece a aprendizagem significativa e o desenvolvimento de atitudes sustentáveis. Diante dos resultados positivos, prevê-se a continuidade e ampliação das atividades, com a inclusão de novos módulos, fortalecendo o compromisso da comunidade escolar com a preservação ambiental e a valorização das espécies florestais nativas.

Palabras clave: Educação ecológica; Extensão; Sensibilização ambiental.

RESUMEN

Diagnóstico rural rápido en el municipio de Pozo Azul. Misiones

Rapid rural diagnosis in the municipality of Pozo Azul, Misiones.

R. Toloza[1,2], R. Perez[2], E. Méndez[2], C. Baray[2], S. Villarino[2], E. Martínez[2], J. Koziarski[2], R. Molina[2], M. Riegel[2], M. López[2], N. López[2]

[1]Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria, Pto. Rico, Misiones. toloza.roque@inta.gob.ar

[2]Facultad de Ciencias Forestales-UNaM, Eldorado, Misiones

En El municipio de Pozo Azul se creó el 12 de octubre de 2017, y paso a ser el número 76 de la provincia de Misiones. El objetivo es analizar las unidades productivas en ejes productivo, ambiental, social y económico de dicho municipio. El estudio se basa en una metodología de diagnóstico rural rápido, el levantamiento de datos se realizó mediante la herramienta de entrevista semi estructuradas a 6 productores y 3 informantes claves. Todos poseen actividades de renta y autoconsumo; la principal actividad es el tabaco, seguido por la horticultura, granja, maíz, mandioca, yerba mate, fruticultura, ganadería, apicultura y piscicultura. Mayoritariamente poseen herramientas propias. La mano de obra es familiar, un 55% contrata mano de obra ocasionalmente, el 66 % de los entrevistados conocen los programas forestales de incentivos, pero no acceden por cuestiones legales. Los grupos familiares tienen un promedio de cuatro integrantes, el 55% de los productores reconoce a organizaciones del medio, la totalidad considera estar frágil frente a la salud, conectividad y educación. El territorio actúa como condicionante estructural: la combinación de alto capital social local y fragilidad institucional reproduce círculos de precariedad. Se destacan tres tensiones: reproducción versus trasformación, cohesión social versus exclusión institucional y participación femenina y juventud en tensión. Los consultados coincidieron en una fuerte deforestación (78%), desaparición de vertientes y degradación de monte nativo, todos refirieron tener problemas de abastecimiento de agua, la que se consume no es segura, un 44% refiere que existen instituciones capacitando para atender esta situación, todos los productores utilizan productos químicos en sus cultivos, un 33% manipulan productos orgánicos, la mayor problemática es la erosión del suelo (66%). La economía está centralizada alrededor de la actividad tabacalera (66%), la producción de yerba mate es ubicada en secaderos y el tabaco compañías tabacaleras, las ferias francas son mercados inseguros, el rubro forestal no es un mercado organizado y sin precios estables. La actividad de fruticultura (77%) es considerada como una alternativa de diversificación, seguido por la forestación y la apicultura, estas alternativas no se dan según los entrevistados por desconocimiento, falta de capacitación y fondos para la inversión inicial. Si bien están diversificados en su producción existe una alta dependencia del cultivo del tabaco y yerba mate. Se requieren políticas territoriales integrales que aborden simultáneamente las dimensiones sociales, productiva y de infraestructura básica. Priorizando el fortalecimiento de cooperativas y asociaciones, inversión en estructura social (educación, salud y conectividad), programas para mujeres y jóvenes de formación, articulación entre entidades estatales, organizaciones locales y productores. Es necesario una restauración en algunas áreas y la integración de producción con conservación que generen ingresos a las unidades productivas.

Palabras clave: Desarrollo; Extensión; Ruralidad

RESUMEN

Casa de vegetação escolar sustentável como ferramenta de educação ambiental e extensão universitária

Sustainable school greenhouse as a tool for environmental education and university extension

Fernanda Niéri Lima[1], Estéfany Fontana Brasil[1], Andreza Taveira Silva[1], Carla Cristina Becker[1], Flávia Favero[1], Franz Lira Pancera[1], Guilherme Attila Ribeiro Sarkany[1], Hanna Francielle Padilha[1], Kassiani de Fatima Bueno Ruth[1], Luiz Alfredo Zanella Gouvea[1], Nilson Costa Neto[1], Victor Lucas Rodrigues Alcides Nascimento[1], Pedro Petzen Oliveira[1], Yasmin Badluk Laroca[1], Maria Madalena dos Santos Silva[2]

[1]Discente, Bolsista, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. fernandanieri@alunos.utfpr.edu.br

[2]Doutora, Professora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

En A educação ambiental no contexto escolar constitui estratégia essencial para a formação de cidadãos críticos e comprometidos com o uso sustentável dos recursos naturais, especialmente quando associada a práticas experimentais e espaços de aprendizagem contextualizados. Entretanto, muitas instituições públicas de ensino carecem de infraestrutura adequada para o desenvolvimento de atividades práticas relacionadas à educação vegetal e à compreensão aplicada de processos ecológicos. Considerando este cenário, o presente trabalho teve como objetivo descrever a concepção, construção e implantação de uma casa de vegetação com materiais sustentáveis como ação de extensão universitária desenvolvida pelo grupo do Programa de Educação Tutorial (PET) de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, no Colégio Estadual Cívico Militar Vinícius de Moraes, no município de Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. A estrutura foi projetada para atender simultaneamente a critérios de funcionalidade didática, segurança estrutural e viabilidade construtiva com baixo impacto ambiental. O principal material empregado foi o bambu gigante (Dendrocalamus asper), selecionado em função de seu rápido crescimento, elevada resistência mecânica e potencial como recurso renovável de uso estrutural. As varas, após colhidas, passaram por um período de 3 meses de repouso para secagem e em seguida foram submetidas a tratamento térmico com chama direta para redução da umidade e inativação de agentes biológicos, seguido pela aplicação de verniz protetor com a finalidade de aumentar a durabilidade e a resistência às condições ambientais. O processo construtivo foi realizado de forma colaborativa por acadêmicos do grupo PET, envolvendo etapas de seleção e preparo do material, definição do arranjo estrutural, montagem da armação, fixação dos elementos de cobertura e adequação do espaço para uso pedagógico. A estrutura foi dimensionada em aproximadamente 9 m² e cerca de 3 m de altura, considerando ventilação, incidência luminosa e estabilidade, buscando criar ambiente protegido adequado para cultivo de plantas e desenvolvimento de experimentos didáticos. A

implantação da casa de vegetação representa uma alternativa de baixo custo e reduzido impacto ambiental para a criação de infraestrutura educacional em escolas públicas, contribuindo para a aproximação entre universidade e comunidade escolar por meio de ações extensionistas aplicadas. O uso de material renovável e biodegradável associado a técnicas construtivas acessíveis mostra o potencial de tecnologias sustentáveis na promoção de soluções educacionais replicáveis em diferentes cenários institucionais. Além dos resultados estruturais obtidos com a implantação da casa de vegetação, a experiência possibilitou aprendizagens relevantes no âmbito social e institucional, ao fortalecer processos colaborativos entre estudantes universitários, professores e a comunidade escolar local. A participação dos acadêmicos na concepção e execução do projeto favoreceu o desenvolvimento de competências técnicas, organizacionais e extensionistas, colocando em prática os conhecimentos teóricos obtidos durante a graduação, enquanto a escola passou a dispor de um espaço permanente para o desenvolvimento de atividades educativas relacionadas à produção vegetal, sustentabilidade e conscientização ambiental. Dessa forma, a iniciativa contribui para consolidar a extensão universitária como instrumento de transformação social, evidenciando a importância de projetos colaborativos para propiciar inovação educacional e ampliar o diálogo entre universidade e sociedade.

Palabras clave: Bambu-Gigante; Socioambiente; Sustentabilidade.

RESUMEN

Programa de Postítulo Docente en Educación Ambiental Integral: Una propuesta colaborativa entre la Fundación Ma'era, la Facultad de Ciencias Forestales y la Escuela Agrotécnica Eldorado

Postgraduate Program for Teachers in Comprehensive Environmental Education: A collaborative proposal between the Ma'era Foundation, the Faculty of Forest Sciences and the Eldorado Agricultural Technical School

Sthefanía Belén Núñez[1,4], María Sol González[2,4], Ivana Marisol Barrios[4], Mateo Leandro Marín[3,4]

[1]Estudiante de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones. belen.nunez@fcf.unam.edu.ar

[2]Docente, Escuela Agrotécnica Eldorado, Eldorado, Misiones.

[3]Docente, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado Misiones.

[4]Docente, Fundación Ma'era, Eldorado, Misiones.

La crisis ambiental contemporánea no se limita a una perturbación ecológica o climática, sino que constituye una profunda crisis de la racionalidad moderna que interpela directamente a los paradigmas de los sistemas educativos actuales. En regiones de alta vulnerabilidad y extraordinaria biodiversidad como la provincia de Misiones, la creciente presión antrópica sobre los bienes comunes y el avance de diversas problemáticas socioambientales, exigen una respuesta académica sólida y comprometida. Frente a este escenario, y bajo el resguardo normativo de la Ley N° 27.621 de Educación Ambiental Integral (EAI), se reconoce la necesidad de superar enfoques tradicionales para adoptar perspectivas críticas, complejas e interculturales.

El presente informe de experiencia evalúa el programa de postítulo docente EAI orientado a profesionalizar educadores en el diseño de estrategias situadas, el análisis de conflictos territoriales y la curricularización de la educación ambiental.

El método de implementación de la propuesta consistió en un diseño pedagógico modular de carácter progresivo y bajo modalidad de educación a distancia, facilitando el acceso a la formación técnica. La oferta se estructuró en tres niveles de certificación: Actualización Académica en Fundamentos y Prácticas de la EAI (200 hs), compuesta por los Módulos 1, 2 y 3, con una instancia de Trabajo Final de la Actualización; Especialización Superior en Gestión y Abordaje de Problemáticas Ambientales (400 hs), que integra los Módulos 4, 5 y 6, sumando la instancia de Trabajo Final de la Especialización; y Diplomatura Superior en Estrategias para la Curricularización y Sostenibilidad de la EAI (600 hs), que abarca los Módulos 7, 8 y 9, concluyendo con el Trabajo Final de Diplomatura. La metodología incluyó el dictado de 18 clases sincrónicas mediadas por tecnologías de la información, el uso de campus virtual para el seguimiento y la realización de diagnósticos participativos.

Estos métodos permitieron que los cursantes desarrollaran proyectos basados en problemas reales de sus comunidades educativas.
Como resultados de la cohorte 2025, el programa obtuvo la certificación de 181 aprobados en la Actualización, 141 en la Especialización y 125 profesionales en la Diplomatura.
Para evidenciar la apropiación del conocimiento técnico-científico y su transposición a la práctica áulica, se establecieron tres analizadores clave: 1) La coherencia entre el diagnóstico territorial y propuesta didáctica; 2) La incorporación de la complejidad sistémica en el abordaje de los contenidos; y 3) El pasaje de un enfoque centrado en la sensibilización hacia uno basado en la acción ciudadana.
A la luz de la pedagogía crítica y la educación ambiental, se observó que los cursantes no solo replicaron contenidos, sino que los resignificaron mediante la "praxis" freiriana. Los proyectos finales reflejaron esta evolución: se pasó de actividades aisladas a propuestas integrales de gestión de residuos con impacto comunitario, y de la descripción del cambio climático al análisis de la vulnerabilidad hídrica local.
Finalmente, la evidencia recolectada en los diversos proyectos expuso una transición hacia una ciudadanía ambiental activa, donde el conocimiento científico se pone al servicio de la defensa del derecho constitucional a un entorno sano y la preservación del patrimonio natural de la región.

Palabras clave: Formación docente; Misiones; Sostenibilidad.

RESUMEN

Escuelas de Campo para el fortalecimiento del manejo del bambú en Misiones y su articulación con cadenas de valor e industrialización

Farmer Field Schools to strengthen bamboo management in Misiones and link it to value chains and industrial development

Silvia Marisel Korth[1], Hernán Gerónimo Sosa[2], Lucía Viviana Rambo[3], Marina Teresa Madoery[4], Rubén Darío Bischoff[5]

[1]Ingeniera Forestal, Mgter., Prof. Adjunta (Estadística I y II, Dasometría y Bioestadística). Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina. silvia.korth@fcf.unam.edu.ar

[2]Ingeniero Agrónomo, Mgter., Prof. Adjunto (Producción Vegetal y Forrajicultura). FCF–UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Ingeniera Forestal. Docente contratada. FCF–UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

[4]Estudiante avanzada de Ingeniería Agronómica. FCF–UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

[5]Agente de Extensión. Agencia de Extensión Rural (AER), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Eldorado–Montecarlo, Misiones, Argentina.

El bambú constituye en Misiones un recurso de alta versatilidad productiva y valor cultural, históricamente asociado a usos tradicionales en comunidades rurales y pueblos originarios, y actualmente revalorizado por su potencial para diversificar economías locales y abastecer demandas industriales emergentes. A pesar de la existencia de múltiples mercados posibles (construcción, mobiliario, artesanías, etc.), persisten restricciones técnicas y organizacionales que limitan su aprovechamiento sostenible: manejo inadecuado, ausencia de criterios estandarizados de cosecha y madurez por destino, baja escala para garantizar suministro continuo, y capacidades incipientes para secado, preservación y transformación con calidad homogénea. En este marco, y considerando antecedentes institucionales provinciales orientados al desarrollo del bambú, así como evidencia técnica regional vinculada al establecimiento y estudio del desempeño de especies de interés productivo, se formula una propuesta para implementar una Escuela de Campo (ECA) como estrategia de extensión rural basada en aprendizaje práctico y participación comunitaria. La ECA se plantea desde la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (FCF–UNaM), en el ámbito de las Secretarías de Extensión y de Ciencia y Técnica, en articulación con la Agencia de Extensión Rural Eldorado de la Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. La propuesta se alinea con el enfoque impulsado por la *International Bamboo and Rattan Organisation* (INBAR), organismo que promueve el desarrollo sostenible y la bioeconomía rural mediante el uso del bambú, articulando instituciones de investigación, extensión y formación para fortalecer capacidades locales. Como antecedente formativo, docentes y estudiantes de la FCF–UNaM participaron del V Curso Formador de Formadores:

Manejo Sostenible del Bambú (2025), de 20 sesiones virtuales y total de 20 horas, orientadas a consolidar competencias técnicas y pedagógicas, estandarizar criterios de manejo sostenible y fortalecer metodologías de transferencia para la implementación territorial de ECAs para Agricultores. Completada la instancia práctica prevista, el equipo docente estará en condiciones de implementar la ECA en el ámbito de la FCF, promoviendo la sostenibilidad ambiental y generar oportunidades socioeconómicas. La ECA se concibe como un dispositivo replicable para acelerar la adopción de buenas prácticas de manejo y transformación, e integrar la producción familiar y comunitaria con emprendimientos y abastecimiento industrial. El objetivo fundar la ECA y presentar una propuesta metodológica orientada al manejo del bambú y su inserción en cadenas de valor, integrando actores productivos individuales y comunitarios y articulándolos con potenciales demandantes. La metodología se estructura en cuatro componentes: (i) diagnóstico territorial de actores, recursos, limitantes y objetivos productivos; (ii) parcelas demostrativas para prácticas de establecimiento, mantenimiento, manejo de matas y culmos, sanidad y cosecha; (iii) módulos de poscosecha y transformación (corte, secado, preservación/curado, clasificación por usos y prototipado); y (iv) fortalecimiento organizacional para agregación de oferta, logística y comercialización básica, con criterios mínimos de calidad y continuidad de abastecimiento. Los resultados esperados incluyen estimar la oferta potencial, incentivar el establecimiento y manejo de bambusales, mejorar la calidad del material, reducir pérdidas poscosecha mediante prácticas estandarizadas, diversificar productos y consolidar capacidades locales para articular oferta y demanda, promoviendo empleo y agregado de valor en origen.

Palabras clave: Agregado de Valor; Bambúceas; Transferencia Tecnológica.

RESUMEN

La Enseñanza de Ecología en el Patio de la Escuela como estrategia de formación docente para la conservación en Misiones

Teaching Ecology in the Schoolyard as a Teacher Training Strategy for Conservation in Misiones

Rossana Celeste Lezcano[1], Norma I. Hilgert[2,3]

[1]Becaria Doctoral, Instituto de Biología Subtropical (IBS-CONICET–UNaM). Puerto Iguazú, Misiones, Argentina. Integrante, Laboratorio de Etnobiología y Desarrollo Comunitario (LEyDeC-FCF-UNaM). Eldorado, Misiones, Argentina. Docente, Facultad de Ciencias Forestales (FCF-UNaM). Eldorado, Misiones, Argentina. Coordinadora Área Diversidad Biocultural y Educación Intercultural, Fundación Ma'era. Eldorado, Misiones, Argentina.Miembro, Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CeIBA). Puerto Iguazú, Misiones, Argentina. rossana.lezcano@fcf.unam.edu.ar

[2]Investigadora, Instituto de Biología Subtropical (IBS-CONICET–UNaM). Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

[3]Directora, Laboratorio de Etnobiología y Desarrollo Comunitario (LEyDeC-FCF-UNaM). Eldorado, Misiones, Argentina. Docente, Facultad de Ciencias Forestales (FCF-UNaM). Eldorado, Misiones, Argentina. Miembro, Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CeIBA). Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

La provincia de Misiones alberga una elevada diversidad biológica asociada a la selva paranaense y una diversidad cultural vinculada a comunidades indígenas y rurales. En este contexto, la formación docente constituye una herramienta clave para promover procesos educativos que integren la conservación de la biodiversidad con el reconocimiento de los conocimientos ecológicos locales. El objetivo de este trabajo consiste en analizar una experiencia de capacitación docente basada en la propuesta pedagógica Enseñanza de Ecología en el Patio de la Escuela (EEPE), orientada a fortalecer prácticas educativas contextualizadas en el entorno local. La capacitación se desarrolló en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones mediante cinco jornadas intensivas de trabajo con la participación de 26 docentes mbya guaraní y criollos provenientes de escuelas interculturales de la provincia. La propuesta combinó instancias teóricas y prácticas utilizando el patio institucional y el Jardín Botánico Selva Misionera como espacios de aprendizaje. A través del Ciclo de Indagación, estrategia metodológica de la EEPE, los participantes realizaron observaciones directas del entorno, formularon preguntas investigables y desarrollaron investigaciones ecológicas aplicables al ámbito escolar. Durante el proceso formativo se realizaron seis indagaciones guiadas destinadas a ejercitar la metodología de investigación en el campo. Estas indagaciones abordaron diferentes problemáticas ecológicas del entorno inmediato, tales como compactación de suelos en senderos, preferencias alimentarias de hormigas, diversidad de líquenes en relación con características del sustrato, herbivoría en hojas de plantas del sotobosque, variaciones en el conocimiento y uso de plantas entre participantes, y relación entre cobertura vegetal e insolación. Posteriormente, los docentes desarrollaron seis indagaciones libres diseñadas por ellos mismos, en las que definieron las observaciones iniciales, formularon preguntas de investigación, diseñaron los procedimientos de recolección de datos y realizaron instancias de reflexión colectiva. Estas indagaciones integraron conocimientos

ecológicos locales y saberes culturales vinculados al entorno. Los resultados evidencian que el trabajo en espacios naturales próximos favorece la comprensión de procesos ecológicos, fortalece habilidades de indagación científica y promueve la valoración cultural del paisaje como ámbito pedagógico. La experiencia muestra el potencial de la EEPE como estrategia para la formación docente en contextos interculturales, contribuyendo a la generación de prácticas educativas orientadas a la conservación de la biodiversidad y al uso responsable de los recursos naturales.

Palabras clave: Ciclo de Indagación; Educación intercultural; Etnobiología.

ÁREA: SILVICULTURA Y MANEJO DE SISTEMAS FORESTALES (BOSQUES PLANTADOS Y NATIVOS)

RESUMEN

Análisis comparativo del rendimiento y consumo de combustible de harvesters de rueda entre Argentina, Brasil, y Uruguay

Comparative analysis of performance and fuel consumption of wheel harvesters between Argentina, Brazil, and Uruguay

Patricio Mac Donagh[1], Danilo Simoes[2], Alejandro Olivera[3], Eduardo Lopes[4], Julio Arce[5]

[1]Prof. Titular, Dr. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina. patricio.macdonagh@gmail.com

[2]Prof. Dr. Facultade de Ciencias Agrarias, UNESP, Botucatu, Brasil.

[3]Prof. Dr. CUT, Universidad de la República, Uruguay

[4]Prof. Dr. DEF-UNICENTRO, Paraná, Brasil

[5]Prof. Dr. DCF, UFPr, Curitiba, Paraná, Brasil.

A nivel mundial, las plantaciones forestales de América del Sur se destacan por su rápido crecimiento y gran expansión territorial, con costos de producción bajos y una creciente industrialización. La modelización de la producción es una herramienta esencial para la planificación forestal, la gestión de los costos, y para garantizar el abastecimiento industrial. La mayoría de los estudios de modelización de la maquinaria realizados son locales, y solo aplicables bajo las mismas condiciones en las que se realizaron. El objetivo de este trabajo es presentar un análisis comparativo sobre la productividad y consumo de combustible de *harvesters* de ruedas operando en plantaciones forestales en Argentina, Brasil y Uruguay. Los *harvesters* eran todos de la marca *Ponsse*, en los modelos *Cobra*, *Ergo* y *Bear*. Se evaluaron datos de cosechas finales obtenidos de los registros mensuales de empresas. Se registraron la producción, horas efectivas trabajadas, consumo de combustible, además de parámetros de las plantaciones como densidad, y volumen individual de los fustes. A este análisis se sumaron parámetros de las máquinas como la potencia y el peso. Se compararon modelos de estimación de la productividad de las máquinas del tipo mixto, generalizados, aditivos y GAMLSS. Todos los análisis fueron realizados en R Studio. Como principales resultados se destacan que para Argentina la productividad promedio en *Pinus spp*. se situó en 27,8 m^3 h^{-1} (DE 6,34) para un volumen del árbol medio de 0,7 m^3. El consumo de combustible fue de 14 l h^{-1} (DE 1,8) y de 0,6 l t^{-1} (DE 0,1). Para Brasil la productividad promedio en *Pinus spp*. se situó en 33,79 m^3 h^{-1} (DE 3,1) para un volumen del árbol medio de 0,6 m^3. El consumo de combustible fue de 18,9 l h^{-1} (DE 1,1) y de 0,6 l t^{-1} (DE 0,1). En el caso de Uruguay, en plantaciones de *Eucaliptus spp*., el rendimiento se situó en 23,17 m^3 h^{-1} (DE 7,4) para un volumen del árbol medio de 0,5 m^3. El consumo de combustible fue de 22,5 l h^{-1} (DE 5,4) y de 1 l t^{-1} (DE 0,3). Al comparar los resultados de la modelización de la productividad se emplearon el volumen individual de los árboles, la potencia, el peso de la máquina y la especie como principales variables predictoras, siendo todas altamente significativas menos la especie. Los modelos fueron analizados a través del criterio de AIC, y fue el GAMLSS el que presentó el menor indicador. Los rendimientos obtenidos se sitúan por debajo de valores

señalados para las mismas máquinas en talas rasas de *Pinus spp*. en Sudáfrica, y son comparables a rendimientos obtenidos en Finlandia y Suecia en bosques mixtos. Los consumos de combustible fueron más elevados en el caso de Uruguay, aunque en términos de litros por hora se pueden considerar normales, dadas las potencias de los motores. Con referencia a la huella de carbono de estas máquinas, los valores señalados en litros por tonelada significan que en el caso de Argentina y de Brasil los valores son altos, mientras que para Uruguay son más altos todavía.

Palabras clave: Huella de carbono; Modelos no lineales; Plantaciones forestales.

RESUMEN

Impacto del diámetro mínimo aprovechable en la disponibilidad de biomasa residual en plantaciones de *Pinus taeda* L.

Impact of minimum usable diameter on residual biomass availability in Pinus taeda L. plantations

Emanuel Alasia[1], Eduardo Hildt[2], Andrés Leszczuk[3], Pablo Cipriotti[4], Patricio Mac Donagh[5]

[1]Ingeniero Forestal. Profesor Ayudante de Primera (FCF-UNaM), Becario Doctoral del CONICET, Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina; emanuel.alasia@fcf.unam.edu.ar

[2]Ingeniero Forestal, Doctor en Ciencias Agropecuarias. Investigador de INTA-EEA Montecarlo, Docente Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Ingeniero Forestal, Doctor en Ciencias Agropecuarias, Jefe de trabajos prácticos (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina.

[4]Ingeniero Agrónomo, Dr., Prof. Titular de la Facultad de Agronomía-IFEVA, Universidad de Buenos Aires / CONICET. Av. San Martín 4453 (C1417DSE), Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

[5]Ingeniero Forestal, Ingeniero Agrónomo, Doctor en Ciencias Agropecuarias, Profesor titular (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina.

El creciente interés por la bioenergía ha reforzado la necesidad de cuantificar la biomasa forestal residual generada durante la cosecha, cuya disponibilidad depende tanto de la estructura del rodal como de las intervenciones silvícolas y de las decisiones de trozado aplicadas en campo. Entre ellas, el diámetro mínimo aprovechable (DMA) determina la partición entre productos sólidos y material residual. Para analizar estos efectos, se simuló el crecimiento mediante el empleo del software PlaForNEA en rodales de entre 13 y 18 años con densidades de plantación de 1.250 pl·ha^{-1}, considerando tres esquemas de manejo: a) plantaciones sin raleos, b) con un raleo a los seis años y c) con dos raleos a los seis y once años. Posteriormente, se utilizó el simulador de trozado ST-19, integrando ecuaciones alométricas regionales y un conjunto representativo de productos comercializados en el NEA. Se evaluaron instrucciones de trozado con DMA de 5, 14 y 18 cm para identificar cómo la elección del DMA afecta la partición del volumen entre productos sólidos y biomasa residual. La biomasa residual incluyó el ápice, las trozas descartadas y una fracción de las ramas, mientras que la biomasa de ramas, acículas y conos fue estimada mediante ecuaciones alométricas para la región, considerando un contenido de humedad del 94,1% y recuperos de biomasa del 60-70% para sistemas Full-Tree; las acículas y conos no fueron incorporados al recupero, ya que habitualmente permanecen en campo al realizarse el estacionamiento. Los resultados indican que los rodales sin raleos generaron mayor volumen de biomasa residual, alcanzando valores que pueden ser hasta 2,5 veces superiores a los observados en rodales sometidos a dos raleos, diferencia que se explica fundamentalmente por la mayor densidad y la mayor proporción de material fino presente en rodales sin raleo. A su vez, el incremento del DMA produce un aumento consistente de la biomasa recuperable, aunque su efecto se acentúa en rodales no raleados y se atenúa en la medida que se encuentra más próximo al ápice; si bien el DMA influye en la oferta de biomasa residual, las decisiones silvícolas son

predominantes y condicionan la magnitud del efecto del DMA. Esto subraya la utilidad de los simuladores de crecimiento y trozado como herramientas de planificación para analizar escenarios de abastecimiento energético, ya que las combinaciones de manejo aplicado y la estrategia de trozado permiten estimar la biomasa disponible, evaluar compromisos entre productos sólidos y biomasa residual y apoyar decisiones en contextos donde la bioenergía adquiere creciente relevancia; en conjunto, los resultados contribuyen a comprender cómo influyen los esquemas de manejo y trozado en la disponibilidad de biomasa forestal con fines energéticos.

Palabras clave: Bioenergía; Residuos forestales; Simulación.

RESUMEN

Tiempos de actividades de forwarders en tala rasa de Pinus spp. Análisis y modelos en función a los avances tecnológicos

Forwarder activity times in clear-cutting of Pinus spp.: Analysis and modeling based on technological improvements

Andrés Leszczuk[1], Patricio Mac Donagh[2], Emanuel Alasia[3], Eduardo Hild[4]

[1]Ingeniero Forestal, Doctor en Ciencias Agropecuarias, Jefe de trabajos prácticos (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina. andres.leszczuk@fcf.unam.edu.ar

[2]Ingeniero Forestal, Ingeniero Agrónomo, Doctor en Ciencias Agropecuarias, Profesor titular (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Ingeniero Forestal, Profesor Ayudante de Primera (FCF-UNaM), Becario Doctoral del CONICET, Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina.

[4]Ingeniero Forestal, Doctor en Ciencias Agropecuarias, Investigador INTA EEA Montecarlo, Docente Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina.

La cosecha forestal es una operación altamente compleja y costosa dentro de la cadena de valor, especialmente en sistemas totalmente mecanizados *cut-to-length* (CTL), donde el *harvester* realiza el volteo, desrame y trozado, y el *forwarder* se encarga de la carga, extracción y descarga de trozas. En este contexto, la eficiencia del *forwarder* es clave para reducir costos y aumentar la rentabilidad, particularmente en regiones como el NEA, donde pueden darse sobreofertas de madera y precios relativamente bajos. Este trabajo analiza los factores que explican los tiempos de actividades y la productividad de forwarders operando en tala rasa de plantaciones de Pinus spp. en la provincia de Corrientes. Se relevaron 13 sitios de cosecha con plantaciones de edades entre 15 y 19 años, densidades de 300 a 650 plantas ha^{-1} y distintos productos (rollos pulpables largo variable y 18 cm dpf, aserrables de 10-12' y dpf de 18 cm, laminables de 2,5 m y dpf de 30 cm y de exportación de 19' y diámetro variable). Se estudiaron ocho modelos de *forwarders*, clasificados en dos grupos mediante el algoritmo de clasificación no supervisado k-means: equipos de hasta 16 t de capacidad nominal de carga y de 19 t. Los tiempos de las actividades se obtuvieron mediante filmaciones a bordo de los equipos y seguimiento con GNSS, desagregando el ciclo en viaje vacío (camino y rodal), carga, movimiento entre cargas, viaje cargado (rodal y camino) y descarga. A partir de más de 400 ciclos medidos se ajustaron modelos lineales mixtos para las actividades de carga, movimiento entre cargas y descarga, utilizando como variables predictoras el volumen individual de troza, el volumen de carga, la densidad de trozas, la distancia de movimiento en la carga, el tipo de *forwarder* y características técnicas de los equipos. Los modelos ajustados para las actividades de carga, movimiento entre carga y descarga explicaron entre el 76% y el 82% de la variabilidad de los tiempos parciales, y alrededor del 78% del tiempo total del ciclo. Los resultados mostraron que las actividades de carga, movimiento entre cargas y descarga concentran cerca del 70–75% del tiempo efectivo del ciclo, y son, por lo tanto, las etapas críticas para la planificación. La productividad media efectiva fue de 47,9 m^3 h^{-1}, con claras

diferencias entre grupos: los forwarders de 19 t alcanzaron productividades promedio de 55 m^3 h^{-1}, frente a 41,3 m^3 h^{-1} en los de 16 t. Más allá de la distancia de extracción, tradicionalmente considerada la variable principal, los factores que más influyeron en los tiempos fueron el volumen de carga, el volumen de trozas y la densidad o concentración de trozas en el rodal: a mayor concentración, disminuyen los tiempos de movimiento y aumentan las productividades. Los resultados indican que los forwarders de mayor capacidad reducen los tiempos de carga y descarga y alcanzan mayores productividades en tala rasa. Sin embargo, sigue siendo necesario profundizar la investigación y adaptar y validar estos modelos en otros contextos de cosecha y tipos de manejo.

Palabras clave: Cosecha forestal; Extracción forestal; Modelos lineales mixtos.

RESUMEN

Transporte de rollos en Misiones, análisis la incidencia de las configuraciones de los camiones en los rendimientos

Logs truck transport in Misiones, yields analysis of trucks configurations

Patricio Mac Donagh[1], Kalle Kärhä[2], Allan Bradley[3], Wang Dian[4], Gunnar Svenson[5]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones, Argentina.

[2]University of Eastern Finland, Joensuu, Finland

[3]FPInnovations, Vancouver, Canada

[4]Beijing Forestry University, Beijing, China

[5]Skogforsk, Uppsala, Sweden

El transporte de rollos por medio de camiones representa del 36% a más del 50% del costo de la madera puesta en industria. Esto provoca que a partir de una determinada distancia resulten económicamente inviables las operaciones de abastecimiento. Se presenta un estudio de caso que compara dos camiones forestales típicos utilizados en Misiones, uno con un Peso Bruto Total (PBT) de 45 t y el otro con un PBT de 60 t, con potencias de 132 kW y 358 kW respectivamente. Los datos analizados corresponden a ciclos de transporte realizados en 2021 y 2022. Ambas configuraciones de camión transportaron madera desde los sitios de plantación hasta plantas de celulosa, aserraderos y fábricas de contrachapado, totalizando más de siete tipos de rollos de madera durante el período de estudio. El camión maderero de 5 ejes y 45 t transportó madera desde plantaciones en terreno llano, recorriendo alrededor de 40 km por caminos forestales. El consumo promedio fue de 53 l/100 km. Por el contrario, el camión de 7 ejes y 60 t operó en terreno empinado desde plantaciones ubicadas cerca de una red de caminos asfaltados. El consumo promedio fue de 58 l/100 km. Las distribuciones del consumo de tiempo para los camiones estudiados fueron bastante similares, a pesar de que las condiciones de transporte fueron diferentes y las configuraciones de los camiones variaron considerablemente. El camión de 60 t en el caso de estudio transportó, en promedio, cargas útiles 13,4 t mayores que las del camión de 45 t. Además, la duración del ciclo de tiempo del camión de 60 t fue menor que la del camión de 45 t, mientras que la distancia total de transporte para el camión de 60 t fue en promedio 25 km mayor. Sin embargo, la distancia de transporte en caminos forestales con el camión de 45 t fue en promedio de 38 km, mientras que la distancia de transporte del camión de 60 t consistió casi en su totalidad en caminos asfaltados. Como resultado, la productividad del transporte fue de 9,87 $t*h^{-1}$ para el camión de 60 t mientras que para el de 45 t fue de 6,33 $t*h^{-1}$. Nuestro estudio de caso demostró que, con los camiones con un peso bruto vehicular más elevado (60 t), se pueden lograr mayores cargas útiles y una mayor productividad en el transporte de larga distancia. La longitud de la distancia de transporte y, en especial, la calidad y clase de la carretera recorrida (carretera forestal frente a asfaltada) tuvieron un impacto significativo en la productividad y el consumo de combustible del transporte de madera en el estudio de caso. Además, el estudio de caso demostró

que es crucial controlar los pesos del grupo de ejes, los PBT y las cargas útiles de los camiones para evitar circular con sobrecarga, ya que en este estudio se observaron ciclos con cargas por encima del peso permitido. Esta sería una tecnología posible de incorporar en los camiones, que permitiría una mejora sustancial en las operaciones de transporte.

Palabras clave: Abastecimiento de madera; Plantaciones forestales; Productividad.

RESUMEN

Estimación de carbono en plantaciones de *Pinus caribaea* en la Orinoquia Colombiana

Estimation of carbon in Pinus caribaea plantations in the colombian Orinoco

Alonso Barrios[1], Ana Milena López[1]

[1]Ingeniero Forestal, MSc, PhD, Profesor Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima, Colombia. abarriost@ut.edu.co

La estimación de biomasa aérea y de las existencias de carbono aéreo en plantaciones forestales es un componente clave de los inventarios forestales, la planificación del manejo y los sistemas de monitoreo, reporte y verificación asociados a la mitigación del cambio climático. En la práctica, estas estimaciones suelen basarse en factores de expansión genéricos que, si bien facilitan su aplicación operativa, no siempre representan adecuadamente las condiciones locales de crecimiento, estructura del rodal y asignación de biomasa, lo que puede introducir sesgos sistemáticos, especialmente en plantaciones tropicales de coníferas donde los modelos alométricos específicos son limitados. El objetivo de este estudio fue evaluar el aporte de modelos alométricos de biomasa aérea ajustados para árboles de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en la Orinoquia colombiana, comparado con las estimaciones de carbono obtenidas mediante el método convencional basado en factores de expansión de biomasa aérea. En el ajuste de los modelos de biomasa aérea se utilizaron datos de un muestreo destructivo de 30 árboles, con diámetro entre 7,0 y 35,4 cm, representativos de las plantaciones de la región. En los árboles muestreados, la biomasa aérea fue desagregada en fuste, ramas y follaje, posteriormente, se ajustaron modelos alométricos aditivos de biomasa, basados en variables dendrométricas como el diámetro, altura total, y diámetro de copa, comúnmente medidas en inventarios forestales. Los modelos alométricos desarrollados alcanzaron coeficientes de determinación entre 0,981 a 0,989 para biomasa aérea. Las estimaciones de CO_2 aéreo obtenidas mediante los nuevos modelos fueron comparadas con aquellas calculadas utilizando el método convencional basado en factores de expansión de biomasa aérea (FEB = 1,5), a partir de datos de inventario forestal correspondientes a seis rodales. En ambos enfoques se empleó una fracción de carbono de 0,50 para la conversión de biomasa aérea a carbono. Los resultados muestran de manera consistente que el método convencional conduce a una sobreestimación de las existencias de carbono. En todos los sitios evaluados, las estimaciones basadas en los nuevos modelos fueron inferiores a las obtenidas con factores genéricos, con diferencias absolutas que oscilaron entre 1,09 y 4,83 $tCO_2e\ ha^{1}$. En términos relativos, esta sobreestimación varió entre 1,24 % y 4,65 %, con un sesgo promedio de 2,24 % a escala global del estudio. La magnitud consistente de estas diferencias indica que no se trata de variabilidad aleatoria, sino de un sesgo estructural asociado al uso de factores de expansión no específicos de especie y región. En este sentido, la aplicación de modelos alométricos desarrollados a partir de información local permite reducir de manera efectiva el sesgo sistemático en la estimación de biomasa y carbono, mejorando la precisión y la credibilidad de los inventarios forestales a escala de rodal. Los resultados resaltan la importancia de reemplazar enfoques genéricos por modelos específicos en plantaciones forestales tropicales, particularmente cuando las estimaciones de carbono sustentan decisiones de manejo forestal, reportes

nacionales de gases de efecto invernadero y mecanismos de mitigación del cambio climático, donde incluso pequeñas diferencias porcentuales pueden tener implicaciones significativas a escala operativa y de política pública.

Palabras clave: Biomasa aérea; Factores de expansión de biomasa; Inventarios forestales.

RESUMEN

Quantificação de carbono do clone AEC 0144 em sistemas de integração lavoura pecuária floresta

Carbon quantification of clone AEC 0144 in integrated crop-livestock-forestry systems

Carla Cristina Becker[1], Franz Lira Pancera[2], Eleandro José Brun[3]

[1] Estudante do curso de Engenharia florestal, UTFPR, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil,

[2]Estudante do curso de Engenharia florestal, UTFPR, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

[3]Professor(a) do curso de Engenharia florestal, UTFPR, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

A quantificação de carbono em clones florestais representa uma ferramenta essencial para avaliar o potencial de sequestro de carbono e a contribuição desses sistemas para a sustentabilidade ambiental. A área experimental deste estudo localiza-se no sudoeste do Paraná, na fazenda experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos. Esse trabalho teve como finalidade realizar a quantificação de carbono presente em clones de AEC 0144 uma conífera, devido ao seu bom desempenho silvicultural. O clima da região é caracterizado como Cfa, sendo o solo é caracterizado como Nitossolo. O experimento foi implantado no final de novembro de 2021. A área de estudo apresenta 3,5 ha, contendo 100 árvores em cada ha, 1 fila de árvores por faixa com espaçamento de 2 metros na linha (entre as plantas) e 50 metros entre linhas. O desbaste da plantação está previsto para acontecer ao seu 8° ano de idade, já o próximo desbaste está previsto ao completar 12 anos de idade. Após isso há estimativa de 70 árvores remanescentes. Os indivíduos tiveram seus dados coletados com 3 anos e 3 meses, sendo as variáveis: número de árvores por ha, altura média, diâmetro médio, área basal média, volume médio de madeira, toneladas de CO_2, volume de madeira por ano que ganhará e por fim, kg de metano retirado por ano. Durante o estudo foram analisadas 75 árvores por meio do software SisICLF *Eucalyptus* desenvolvido pela EMBRAPA florestas, sendo gratuito para todo tipo de computador, pois apresenta uma interface simples e antiga, além de possibilitar o estudo de várias espécies de Eucalipto usados em sistemas ILPF. Segundo o software essa análise é estimada novamente de 3 em 3 anos. Dando destaque ao 8° ano que será realizado o desbaste, tendo ainda 100 árvores, que segundo a estimativa do software apresentarão altura média de 32,9 metros, o diâmetro médio será 36,3 cm, área basal será de 10,4 m^2/ha, volume médio em madeira será de 136,1m^3, absorção estimada de 100,2 toneladas de CO_2, volume de madeira será de 16,6 m^3/ano, e por fim a retirada de metano da atmosfera será de 447,5 kg/ano. Já no 12° ano após o desbaste, estima-se a permanência de 70 árvores por hectare, uma altura média de 39,4 metros, diâmetro de 42,3 cm, área basal de 9,8 m^2/ha, volume médio de madeira será de 151,2 m^3, será retirado 113,9 toneladas de CO_2 da atmosfera, volume de madeira/ano será de 12,6 m^3, e será retirado 338,9 kg de metano por ano. Concluiu-se que os resultados demonstram crescimento progressivo do povoamento e aumento significativo do estoque de carbono ao longo do ciclo, evidenciando o potencial do clone AEC 0144 tanto para fins produtivos quanto ambientais, reforçando a importância do manejo adequado e maximizando a eficiência silvicultural e a contribuição para a mitigação das mudanças climáticas. Os resultados estão coerentes com outros estudos realizados na região com outras espécies de eucalipto.

Palabras clave: Eucalipto; Manejo; ILPF.

RESUMEN

Análisis histórico de la peligrosidad de incendios y variabilidad del Índice FWI en el noreste de Corrientes, Argentina

Historical analysis of fire danger and FWI variability in northeast Corrientes, Argentina.

Camila Gisel Baray[1], Javier Ezequiel López[2, 3], Diego Ricardo Broz[4, 5], Carlos Pereyra[6]

[1]Estudiante de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina. camibaray16@gmail.com

[2]Ingeniero Forestal, Ayudante de primera de la Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Becario doctoral, Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE - CONICET), Corrientes Capital, Corrientes, Argentina.

[4]Ingeniero Forestal, Docente de la Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina.

[5]Doctor, Investigador Asistente (FCF - CONICET), Eldorado, Misiones, Argentina.

[6]Ingeniero Forestal, Coordinador del Consorcio de Manejo del Fuego, Gdor. Virasoro, Corrientes, Argentina

Los incendios forestales se definen como fuegos que se extienden de manera descontrolada a través de la vegetación, generando impactos devastadores en el medio ambiente y la economía. A nivel global, afectan anualmente más de 400 millones de hectáreas. En Argentina, la crisis ígnea alcanzó niveles críticos entre 2021 y 2022; particularmente en Corrientes, donde se detectaron más de un millón de hectáreas incendiadas en el primer trimestre de 2022. La región noroeste de la provincia enfrenta una vulnerabilidad creciente ante incendios rurales y forestales, exacerbada por eventos climáticos extremos. Argentina adoptó el Sistema Canadiense de Evaluación de Peligro de Incendios (CFFDRS) como herramienta estándar para la predicción del peligro. Dentro de este sistema, el Índice Meteorológico de Incendios (FWI) constituye la herramienta operativa más utilizada para la predicción diaria, aunque requiere una adaptación local para ser efectivo. El objetivo de este apartado fue evaluar el comportamiento histórico y la sensibilidad del índice FWI en la zona de influencia del Consorcio de Manejo del Fuego (CMF) durante el período 2006-2024, mediante la correlación de registros meteorológicos con la ocurrencia real de incendios y la superficie afectada en la región.

La investigación empleó un enfoque cuantitativo y retrospectivo basado en el procesamiento de una serie temporal de 18 años (2006-2024). Mediante el lenguaje de programación Python, se automatizó el cálculo de la variación media histórica del FWI y sus desviaciones estándar para identificar patrones de estacionalidad. Asimismo, se analizó la evolución interanual en la frecuencia de días bajo nivel de peligro "Extremo", permitiendo detectar tendencias de incremento en la severidad del riesgo a lo largo de todo el período analizado.

El análisis de la serie histórica revela una marcada estacionalidad en la peligrosidad, concentrándose los valores más críticos en el primer y último trimestre del año. Enero registra el mayor riesgo promedio con un FWI medio de 8,80 y máximos

extremos de 56,70, seguido por febrero con una media de 8,10. En contraste, el período de baja intensidad ocurre en invierno; junio y julio muestran mínimos medios de 2,14 y 2,56 respectivamente, lo que coincide con la menor actividad de incendios registrada. La variabilidad alcanza su punto máximo en enero, subrayando la necesidad de un monitoreo diario riguroso en temporada estival. Históricamente, los días con peligro “Extremo” eran poco frecuentes entre 2006 y 2011, con un máximo de 7 anuales; sin embargo, en 2022 se registró un pico sin precedentes de 43 días extremos, año en que la severidad alcanzó las 17.637,89 ha afectadas.
El estudio valida la eficacia del FWI para caracterizar la dinámica ígnea en Corrientes, demostrando una alta sensibilidad ante la variabilidad estacional y las anomalías climáticas. La transición documentada hacia una mayor frecuencia de eventos extremos confirma un cambio en el régimen de peligro, donde la severidad de los incendios se correlaciona con el incremento de días bajo condiciones críticas.

Palabras clave: Consorcio de Manejo del Fuego; Incendios rurales; Índice Meteorológico de Incendios.

RESUMEN

Desarrollo de un Plan de Contingencia para el Área Natural Protegida Monte Seguín, Puerto Rico, Misiones

Development of a Contingency Plan for the Monte Seguín Protected Natural Area, Puerto Rico, Misiones

Mario Urnau[1], Diego Broz[2], Javier Lopez[3]

[1]Estudiante de Ingeniería Forestal (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina. urnaumarioandres@gmail.com

[2]Ingeniero Forestal, Doctor en Ingeniería (FCF-UNaM), Investigador Asistente (CONICET), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina. Email: diego.broz@fcf.unam.edu.ar

[3]Ingeniero Forestal (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina. Email: javier.lopez@fcf.unam.edu.ar

Un Plan de Contingencia es un documento operativo donde se establecen procedimientos, responsabilidades y recursos necesarios para una efectiva coordinación ante una situación adversa. Esto incluye, identificación del riesgo, organización del equipo y acciones específicas a ejecutar durante la emergencia. El objetivo del plan es minimizar los impactos, proteger a las personas y los bienes, como así también llevar tareas de reacondicionamiento post situación adversa. En la provincia de Misiones, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) no cuentan con un Plan de Contingencia formal contra incendios, aunque se están desarrollando iniciativas. El Área Natural Monte Seguín se localiza en la localidad de Puerto Rico, departamento Libertador General San Martín. Cuenta con una superficie de 300 ha cubierta por bosque nativo, zonas bajo proceso de restauración y pastizales exóticos, siendo esta última la más afectada por incendios. Estos incendios de origen antrópico ocurren de forma periódica en temporadas de sequías y afectan aproximadamente 60 ha, en las cuales actualmente se desarrollan tareas de restauración coordinadas entre organismos municipales, provinciales y nacionales. En el ANP Monte Seguín se encuentra la Comunidad Mbyá-Guaraní Yvyrá Poty, ocupando alrededor de 5 ha, la cual se encuentra expuesta a ser afectada por los incendios desde pastizales adyacentes. Ante estas amenazas se desea crear e implementar un Plan de Contingencia y Manejo Integral del Fuego, para proteger los recursos naturales y a las personas que habitan en ésta. Se caracterizará al Monte Seguín según su clima, topografía, vegetación. Se elaborarán mapas de riesgos, cortafuegos, accesos y puntos hídricos de recarga. Se definirán brigadas jerarquizadas y protocolos operativos. El desarrollo del Plan de Contingencia para el Monte Seguín establecerá protocolos estandarizados para las tres fases críticas del manejo del fuego (prevención, respuesta inmediata y restauración post-evento). Todo esto sumado a la coordinación interjurisdiccional. Este marco operativo no solo garantizará la protección de 300 ha de ecosistemas nativos y el asentamiento Yvyrá Poty, sino que servirá como modelo estandarizado y replicable para la elaboración de Planes de Contingencia en todas las ANP de Misiones.
Con la implementación de este plan se espera una reducción significativa del riesgo de ignición del ANP, llevando a cabo las tareas de mantenimiento de las áreas mapeadas, junto con la eliminación de combustible vegetal y el monitoreo constante del territorio. Además, se busca mejorar la eficiencia de respuesta ante

emergencias, mediante la coordinación de distintas instituciones, con la finalidad de proteger y preservar la biodiversidad.

Palabras clave: Gestión integrada del fuego; Presupresión; Prevención; Supresión.

RESUMEN

Hacia una Gestión Integrada del Fuego: Validación del índice FWI y umbrales críticos de peligro en la región noreste de Corrientes, Argentina

Towards Integrated Fire Management: Validation of the FWI Index and critical danger thresholds in the northeastern region of Corrientes, Argentina

Diego Ricardo Broz[1, 2], Alexandre Tetto[3], Javier Ezequiel López[4, 5], Carlos Pereyra[6], Camila Gisel Baray[7]

[1]Ingeniero Forestal, Docente de la Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina. diego.broz@fcf.unam.edu.ar

[2]Doctor, Investigador Asistente (FCF - CONICET), Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Doctor, Profesor Asociado de la Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

[4]Ingeniero Forestal, Ayudante de primera de la Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina.

[5]Becario doctoral, Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE - CONICET), Corrientes Capital, Corrientes, Argentina.

[6]Ingeniero Forestal, Coordinador del Consorcio de Manejo del Fuego, Gdor. Virasoro, Corrientes, Argentina

[7]Estudiante de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina.

En los últimos años, la región del Noreste Argentino (NEA), específicamente la provincia de Corrientes ha enfrentado un incremento crítico en la severidad de los incendios forestales. Durante el periodo 2021-2022, el fuego afectó más del 12% de la superficie provincial, alcanzando aproximadamente 1.067.000 de hectáreas quemadas en ecosistemas vulnerables como pastizales, humedales y bosques implantados. Esta problemática, potenciada por el cambio climático, genera pérdidas económicas, ambientales y sociales significativas. A pesar de contar con el Índice Meteorológico de Peligro de Incendios (FWI) como estándar internacional, su eficacia depende de la calibración con variables locales. Existe una necesidad imperativa de validar esta herramienta para mejorar la toma de decisiones en prevención y presupresión dentro del sector foresto-industrial. El estudio se basó en un análisis retrospectivo y cuantitativo de una serie temporal desde 2006 hasta 2024. Se integraron bases de datos meteorológicos históricos con registros de incendios y superficie afectada proporcionados por el Consorcio de Manejo del Fuego (CMF), que tiene bajo su órbita de gestión 180.000 ha situadas en la provincia de Corrientes. Un componente distintivo de la metodología fue la caracterización de los combustibles forestales realizada mediante relevamientos de campo por los brigadistas y el equipo técnico del CMF de Virasoro. El procesamiento técnico se realizó mediante el lenguaje Python en el entorno Google Colab, utilizando algoritmos de aprendizaje supervisado (Random Forest) para determinar la

importancia de las variables y establecer umbrales críticos de peligro. La validación confirmó una alta precisión del FWI en la región, mostrando una tasa de ocurrencia de incendios del 62,68% en días bajo nivel "Extremo", frente a sólo un 4,72% en nivel "Bajo". El Código de Humedad del Combustible Fino (FFMC) resultó ser la variable más determinante, con un punto crítico de riesgo a partir de un valor de 85,11. El análisis de severidad identificó al año 2022 como el más crítico, con un FWI máximo de 56,70 y un promedio anual de 8,19. El impacto fue marcadamente estacional, concentrando la mayor superficie afectada en el verano con 17.381,87 ha, en contraste con las áreas mínimas registradas en invierno (49,71 ha). Estos picos de severidad coincidieron con anomalías extremas en el Índice de Sequía (DC) y combustible disponible (BUI), que alcanzaron los 522,7 y 689,0 puntos, respectivamente. Históricamente, los pastizales (19.545 ha) y bañados (16.302 ha) fueron los estratos vegetales con mayor superficie quemada, seguidos por las plantaciones de *Pinus* sp. (15.099 ha).
La investigación demuestra que el FWI es una herramienta altamente confiable para predecir el peligro de incendios en Corrientes, siempre que se calibren los umbrales locales de FFMC. La integración del conocimiento empírico y modelos de aprendizaje automático permite optimizar la Gestión Integrada del Fuego (GIF). Este proyecto no solo fortalece la articulación entre la universidad y el sector privado, sino que sienta las bases para el desarrollo de un subsistema de predicción del comportamiento del fuego adaptado a las particularidades ambientales de la región.

Palabras clave: Consorcio de Manejo del Fuego; FFMC; Incendios rurales.

RESUMEN

Modelización predictiva del peligro de incendios en Corrientes: Validación del FWI mediante Regresión Logística Multivariada

Predictive modeling of fire danger in Corrientes: Validation of the FWI using Multivariate Logistic Regression

Javier Ezequiel López[1, 2], Diego Ricardo Broz[3, 4], Alexandre Tetto[5], Carlos Pereyra[6], Camila Gisel Baray[7]

[1]Ingeniero Forestal, Ayudante de primera de la Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina.

[2]Becario doctoral, Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE - CONICET), Corrientes Capital, Corrientes, Argentina.

[3]Ingeniero Forestal, Docente de la Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina. diego.broz@fcf.unam.edu.ar

[4]Doctor, Investigador Asistente (FCF - CONICET), Eldorado, Misiones, Argentina.

[5]Doctor, Profesor Asociado de la Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

[6]Ingeniero Forestal, Coordinador del Consorcio de Manejo del Fuego, Gdor. Virasoro, Corrientes, Argentina

[7]Estudiante de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina.

Para la gestión del riesgo de incendios en la provincia de Corrientes se utiliza el sistema FWI, cuya eficacia local no ha sido suficientemente validada frente a registros históricos de incendios. El problema central radica en la incertidumbre sobre si los umbrales de peligro diseñados para otras latitudes se ajustan a la realidad de los ecosistemas del Noreste Argentino (NEA). El presente estudio busca analizar si el FWI es una herramienta robusta para la región, utilizando una base de datos histórica para auditar su desempeño, identificar márgenes de mejora y calibrar sus componentes multivariados, potenciando así su utilidad como sistema de alerta temprana de alta precisión. Para validar la capacidad predictiva del índice, se implementó un modelo de Regresión Logística Multivariada en Python. La metodología incluyó la integración de componentes del FWI (FFMC, DMC, DC, ISI, BUI) con registros reales de ocurrencia de fuego. El proceso técnico contempló la estandarización de variables para normalizar escalas y el uso de pesos balanceados para manejar el desequilibrio de datos. El *dataset* se dividió de forma estratificada (80% entrenamiento, 20% prueba) para garantizar una evaluación objetiva de la capacidad del modelo para discernir entre días con y sin incendios. El análisis multivariado demostró que el FWI es una herramienta eficaz, alcanzando un puntaje ROC-AUC de 0,78 lo que valida su capacidad de discriminación. Un hallazgo crítico fue la obtención de una sensibilidad del 78% para la detección de incendios. Esto indica que el modelo logra capturar la gran mayoría de los eventos reales, minimizando los falsos negativos. Si bien la precisión en la predicción de ocurrencia de incendio fue del 23%, la alta efectividad para descartar ocurrencia de incendios (95% de precisión) confirma que el sistema es confiable para la toma de decisiones operativas. El punto de corte estadístico, con una probabilidad de ocurrencia de

incendio mayor al 50%, es indicado por un FWI igual a 14,20, valor que coincide con el límite inferior de la categoría “Muy Alto”. Los resultados validan el uso del FWI en la provincia de Corrientes, pero sugieren que su utilidad se potencia significativamente mediante el análisis multivariado. El modelo permite pasar de una observación aislada de índices a una probabilidad integrada de ocurrencia. Esta validación científica proporciona al Consorcio de Manejo del Fuego y a los organismos de protección civil una base sólida para ajustar los umbrales operativos y optimizar el despliegue de recursos, especialmente en temporadas críticas como la registrada en el año 2022.

Palabras clave: Consorcio de Manejo del Fuego; Gestión Integrada del Fuego; Incendios rurales;

RESUMEN

Efecto del genotipo y la edad de la planta madre en el enraizamiento de *Peltophorum dubium*

Effect of genotype and mother plant age on rooting of Peltophorum dubium

Fernando Niella[1], Thalmayr Peggy[2], Rocha Patricia[1]

[1]Ing. Ftal. Mgter. Profesor Titular; UNaM-FCF-LAPROVECO. Eldorado, Misiones, Argentina. fernando.niella@fcf.unam.edu.ar

[2]Ing. Ftal. Ayudante de primera. UNaM-FCF-LAPROVECO. Eldorado, Misiones, Argentina.

La Caña fistola (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) es una especie forestal nativa de la Selva Paranaense con alto potencial maderable y ornamental. Para avanzar en su domesticación y mejora genética, es fundamental ajustar protocolos de propagación vegetativa que permitan capturar las ganancias genéticas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del genotipo y la edad de la planta madre sobre la capacidad de enraizamiento de estacas de esta especie. El ensayo se llevó a cabo en condiciones de invernáculo, utilizando sustrato de corteza de pino tamizada y bandejas de 93 cm^3. Se evaluaron rebrotes provenientes de minicepas de 33 progenies distintas de 6 meses de edad, y se comparó su desempeño con material obtenido de mincepas de 48 meses mantenidas en sombráculo. Las estacas, de 5 a 7 cm de longitud, recibieron un tratamiento antifúngico preventivo y se establecieron bajo un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA). A los 70 días se evaluaron las variables de sobrevivencia, enraizamiento, número de raíces primarias y longitud de la raíz principal. Los resultados del análisis de varianza indicaron que no existen diferencias significativas entre los distintos genotipos evaluados para ninguna de las variables, obteniéndose altos porcentajes de sobrevivencia y enraizamiento, alcanzando el 100% en la mayoría de las progenies. Respecto a la influencia de la edad ontogenética, no se detectaron diferencias significativas entre el material juvenil (6 meses) y el de mayor edad (48 meses) en cuanto a sobrevivencia ($p=0,4001$) ni capacidad de enraizamiento ($p=0,1489$), logrando este último un 94% de éxito. Sin embargo, se observó una diferencia significativa ($p=0,0181$) en la longitud media de las raíces, siendo superior en las estacas derivadas de plantas de 48 meses (7,08 cm) en comparación con las de 6 meses (5,71 cm). Se concluye que *P. dubium* presenta una alta aptitud para la propagación clonal vía estacas y que la edad de la planta madre, dentro del rango evaluado, no afecta negativamente la capacidad rizogénica, lo cual valida la viabilidad técnica de establecer bancos miniclonales con material seleccionado de hasta 4 años de edad para la producción masiva de plantas.

Palabras clave: Caña fistola; Estacas; Propagación vegetativa.

RESUMEN

Evaluación de producción de resina en familias híbridas de *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Evaluation of resin production in hybrid families of Pinus elliottii var. elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis

Cristian Andrés Rotundo[1], Cristian Damián Schoffen[1], Ector Cesar Belaber[1]

[1]Ingeniero Forestal, investigador, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Montecarlo, Misiones, Argentina. rotundo.cristian@inta.gob.ar

El exceso de resina en la madera reduce su calidad y valor comercial para usos sólidos. Esta problemática es relevante en el híbrido *Pinus elliottii var. elliottii* × *P. caribaea var. hondurensis*, dado que sus parentales son conocidos por su alta producción de resina. Ante la ausencia de evaluaciones de producción de resina en las familias híbridas F_1 INTA-PINDÓ, el objetivo de este trabajo fue caracterizar fenotípicamente dicha producción en árboles en pie. El estudio se realizó en un ensayo de progenies a los 13 años, con 84 familias híbridas, en Puerto Esperanza (Misiones, Argentina). Para este estudio, fueron evaluados entre 5 – 10 árboles por familia. A cada árbol se le realizo una perforación de 16 mm de diámetro y 7 – 10 mm de profundidad a una altura de 1,2 m del suelo, donde se colocó un tubo colector de 15 mL. Los tubos permanecieron durante 1 – 3 días según la estación. La producción de resina de cada árbol se cuantificó en gramos por hora ($g.h^{-1}$). Las mediciones se realizaron en otoño (PR_{OT}), invierno (PR_{INV}) y primavera (PR_{PRIM}). Además, en invierno se registró el diámetro a la altura del pecho (DAP; cm) y la altura total (HT; m) de los árboles. Luego de su extracción, los tubos se pesaron con una precisión de 0,0001 g y la producción se estimó dividiendo el peso neto de resina por el tiempo de permanencia de cada tubo. Los análisis se realizaron utilizando métodos no paramétricos debido a la falta de normalidad de las variables de producción de resina indicada por la prueba de Shapiro – Wilk. Los resultados mostraron una variación estacional marcada: PR_{OT} = 0,14 ± 0,15 $g.h^{-1}$, PR_{INV} = 0,07 ± 0,08 $g.h^{-1}$ y PR_{PRIM} = 0,26 ± 0,22 $g.h^{-1}$. El DAP promedio fue 29,3 ± 5,0 cm y la HT promedio 23,4 ± 1,9 m. Las correlaciones de producción de resina medida en distintas estaciones resultaron positivas y significativas, con intensidades entre moderadas y altas ($r \geq 0,68$; $p < 0,001$), sugiriendo que una única medición podría representar la producción relativa de resina de las familias. Por otro lado, las correlaciones entre PR_{INV} y los caracteres de crecimiento fueron bajas y significativas: DAP – PR_{INV} ($r = 0,14$; $p < 0,05$) y HT – PR_{INV} ($r = 0,11$; $p < 0,05$), lo cual indicaría que el tamaño del árbol tiene un efecto positivo en la producción de resina. Dado que las correlaciones de la producción de resina entre estaciones fueron positivas de moderadas a altas, se optó por utilizar la variable PR_{PRIM} para evaluar las diferencias en la producción de resina entre familias mediante la prueba de Kruskal–Wallis. Se encontraron diferencias significativas entre familias ($p < 0,001$). El test post-hoc de Dunn con ajuste de Bonferroni permitió agrupar familias de mayor y menor producción de resina. Sin embargo, para establecer si este agrupamiento se correlaciona con la calidad de madera aserrada, es necesario llevar a cabo una evaluación de las tablas producidas por estas familias.

Palabras clave: Correlaciones; Pino híbrido; Variabilidad estacional.

RESUMEN

Evaluación de progenies de algarrobos blancos

Evaluation of progeny of white algarrobos trees

Carmen Vega[1,3], Fanny Medina[2], Gerardo Tenaglia[2], Raúl Mendoza[2], Cristian Giménez[5], Víctor Pérez[4], Germán Caballero[5], Diego López Lauenstein[1,3]

[1]Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales – INTA. Córdoba, Argentina. vega.carmen@inta.gob.ar

[2]EEA El Colorado. Formosa, Argentina.

[3]Unidad de Estudios Agropecuarios (INTA-CONICET), Av. 11 de septiembre 4755

(X5014MGO), Córdoba, Argentina

[4]Facultad de Recursos Naturales - Universidad Nacional de Formosa. Formosa, Argentina.

[5]Área Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar. - Región NEA

Entre las especies de mayor valor forestal del Gran Chaco se destacan las del género *Neltuma* (ex *Prosopis*), conocidas como algarrobos. *Neltuma hassleri* y *Neltuma fiebrigii* se distribuyen en la porción subhúmeda del Parque Chaqueño de Argentina y Paraguay, mientras que *Neltuma alba* ocupa la región semiárida. Estas especies son aprovechadas por sus usos productivos y los servicios ecosistémicos que brindan. Con el propósito de obtener información base para un programa de domesticación y mejoramiento genético, en 2018 se estableció un ensayo de procedencias/progenies en la localidad de Laguna Naineck, provincia de Formosa, con tres especies: *N. hassleri, N. fiebrigii* y *N. alba*. El objetivo fue evaluar el crecimiento de progenies de algarrobo colectadas en su área de distribución natural en la provincia de Formosa y compararlo con dos procedencias de *N. alba.* El ensayo está conformado por 17 familias de medios hermanos de *N. hassleri* (8) y *N. fiebrigii* (9) colectadas en su área de distribución natural. Asimismo, se incluyeron dos procedencias de *N. alba:* población Campo Durán (CD), Salta, y rodal semillero Isla Cuba (IC), Formosa. El ensayo se estableció bajo un diseño experimental en bloques completos al azar, con tres bloques, donde cada bloque incluyó la totalidad de los materiales evaluados (familias de *N. hassleri* y *N. fiebrigii* y procedencias de *N. alba*). Se realizaron mediciones de diámetro a la altura del pecho (DAP, cm) y altura total (HT, m) a los seis años. El análisis de los datos se realizó mediante Modelos Lineales Mixtos, considerando especies y procedencias como factor fijo y familias como factor aleatorio. Asimismo, el área de distribución geográfica de los algarrobos paraguayos fue dividida en tres zonas geográficas según el origen de los árboles madre: Formosa Oeste (FO), Formosa Centro (FC) y Formosa Este (FE). El modelo detectó diferencias altamente significativas entre familias y procedencias para ambas variables de crecimiento ($p < 0,0001$). Los resultados de las mediciones, expresados como medias ajustadas por el modelo, indicaron que las procedencias de *N. alba* CD e IC presentaron los mayores valores de crecimiento (DAP: 18,8 cm y 15,0 cm; HT: 7,3 m y 6,4 m, respectivamente). En comparación, el promedio por especie de *N. hassleri* y *N. fiebrigii* fue menor (DAP: 11,0 cm y 9,0 cm; HT: 5,0 m y 4,5 m, respectivamente). Asimismo, se detectaron diferencias significativas ($p = 0,001$) en DAP y HT entre zonas geográficas de colecta de *N. hassleri* y *N. fiebrigii*, observándose que los individuos provenientes de FE presentaron los menores valores en el sitio de ensayo. Se observaron diferencias en el crecimiento entre los materiales evaluados, especialmente para HT. Los mayores valores se registraron en *N. alba,* mientras que

dentro de *N. hassleri* se observaron diferencias entre zonas geográficas: las familias provenientes de FC alcanzaron una altura promedio de 5,5 m, en comparación con 4,0 m en las familias de FE. Estos resultados destacan el potencial del ensayo para identificar material genético promisorio para programas de mejoramiento y conservación.

Palabras clave: Crecimiento; Mejoramiento genético; *Neltuma*.

RESUMEN

Identificación de rasgos foliares asociados a tolerancia al estrés hídrico para uso en mejoramiento genético de *Neltuma alba*

Identification of leaf traits associated with drought tolerance for use in the genetic improvement of Neltuma alba

Diego López Lauenstein[1,2], Carmen Vega[1,2], Aníbal Verga[3], Ramiro Lascano[2] y Paula Marchelli[4]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales. Av. 11 de septiembre 4755 (X5014MGO). Córdoba, Argentina. lopez.diego@inta.gob.ar

[2]Unidad de Estudios Agropecuarios (INTA-CONICET). Av. 11 de septiembre 4755 (X5014MGO). Córdoba, Argentina.

[3]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Agencia de Extensión Rural La Rioja, Argentina.

[4]INTA Bariloche - IFAB (Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche, INTA–CONICET) Modesta Victoria 4450, 8400, Río Negro, Argentina.

Neltuma alba (Algarrobo blanco) es una especie nativa clave del Bosque Chaqueño, ampliamente utilizada en programas de mejoramiento genético orientados a incrementar productividad y adaptación. Sin embargo, aún no existen programas específicos que seleccionen materiales genéticos con tolerancia al estrés hídrico. Aunque numerosos estudios han avanzado en la comprensión de los mecanismos ecofisiológicos que determinan la tolerancia a la sequía en especies leñosas, estos conocimientos son difíciles de incorporar operativamente en esquemas de selección debido a altos costos, complejidad y tiempo requerido para medir dichos rasgos. En este contexto, identificar rasgos morfológicos simples, heredables y funcionalmente vinculados a la respuesta a la sequía resulta esencial para integrar criterios de adaptación en programas de mejoramiento. El objetivo de este estudio fue evaluar la heredabilidad de rasgos morfológicos foliares en poblaciones naturales de *N. alba* y analizar su asociación con la tolerancia al estrés hídrico. Se muestrearon de 90 individuos adultos pertenecientes a tres poblaciones distribuidas a lo largo de un gradiente de precipitación (500–1100 mm anuales). Se recolectaron hojas para medir los rasgos foliares y semillas para realizar un ensayo en invernadero de estrés hídrico. Se midieron nueve rasgos foliares (largo de pina, N° foliólulos, distancia entre foliólulos, largo, ancho y área de foliólulo, largo/ancho foliólulo, ápice y área total de la hoja) y se estimó la varianza genética entre individuos mediante modelos lineales mixtos. La respuesta al estrés hídrico se obtuvo de un ensayo en invernadero, evaluando la senescencia foliar y la supervivencia mediante cinco clases ordinales cada 3 días durante tres meses (5 = sin estrés hídrico; 4 = 50 % de hojas amarillas; 3 = 50 % de defoliación; 2 = 100 % de defoliación; 1 = plántula muerta) La relación entre rasgos foliares y tolerancia a la sequía fue analizada mediante correlaciones de Pearson. Los rasgos foliares mostraron alta variación genética, con heredabilidades en sentido estricto entre 0.29 y 0.55, destacándose la relación largo/ancho y el área total de la hoja como los de mayor componente aditivo. Las correlaciones mostraron

que los individuos con hojas más pequeñas (menor área total y foliolos más cortos) presentaron una mayor tolerancia a la sequía, evidenciada por mayor senescencia (disminución del área foliar) bajo estrés moderado y mayor supervivencia bajo estrés severo y prolongado (cof. Pearson 0.52). Por el contrario, individuos con hojas de mayor tamaño (largo, ancho y área) retrasaron la senescencia foliar bajo estrés moderado, pero la supervivencia en estrés severo y prolongado fue menor (cof. Pearson -0.38). Estos resultados demuestran la existencia de un trade-off entre crecimiento y supervivencia, donde rasgos que reducen la pérdida de agua por transpiración permiten una mayor resistencia a la desecación. Nuestros hallazgos indican que los rasgos foliares de *N. alba* no solo poseen valor taxonómico, sino también un claro valor funcional y adaptativo. Además, resultan simples y económicos de medir, por lo que constituyen herramientas útiles para la selección temprana de genotipos superiores en programas de restauración y manejo adaptativo frente al cambio climático en la región chaqueña.

Palabras clave: Algarrobo; Mejoramiento Genético; Restauración; Sequía.

RESUMEN

Nuevo clon de sauce nativo seleccionado para el delta del Paraná

A new native willow clone selected for delta of Paraná

Teresa Cerrillo[1], Victorio Dieta[2], Sabrina Loval[3], Mauro Fernández[4], Florencia Pomponio[5], Susana Torales[6]

[1]Ing. Agr., Investigadora referente Programa de Mejoramiento de Salix, AER Delta Frontal, INTA. Tigre, Buenos Aires, Argentina. cerrillo.teresa@inta.gob.ar

[2]Licenciado en Ciencias Ambientales. Investigador y Extensionista. AER Delta Frontal, INTA. Tigre, Buenos Aires, Argentina.

[3]Ing. Agr. Becaria Doctoral del Programa de Mejoramiento de Salix, EEA Delta, INTA. Campana, Buenos Aires, Argentina.

[4]Ing. Agr. Extensionista. Jefe de AER Delta Frontal, INTA. Tigre, Buenos Aires, Argentina.

[5]Bióloga. Investigadora. Becaria Doctoral. Instituto de Recursos Biológicos (IRB)- CIRN, INTA. Castelar, Buenos Aires, Argentina.

[6]Ing. Agr. Investigadora. Instituto de Recursos Biológicos (IRB)- CIRN, INTA. Castelar, Buenos Aires, Argentina.

Salix spp comprende más de 350 especies con distribución natural casi exclusiva en el hemisferio norte. *Salix humboldtiana* Willd. ("sauce criollo") se distingue como la única especie del género nativa de Sudamérica, que se encuentra en diversos ecosistemas de Argentina, desde el extremo norte del país hasta Chubut. Con el objetivo de aportar al conocimiento, conservación e inclusión de la especie para diversas aplicaciones, en la EEA Delta del INTA se desarrolla desde 2009 una línea específica para "sauce criollo". El trabajo se ha basado en la identificación de poblaciones e individuos aislados en puntos del delta bonaerense y entrerriano, seguida de la colecta de material y evaluaciones sobre la morfología, fenología y diversidad genética. Entre las aplicaciones prácticas para las que se ha desarrollado esta labor se encuentran los proyectos ambientales y la ampliación de la base genética del programa de mejora con fines productivos mediante cruzamientos controlados. También se pretende contar con disponibilidad de materiales puros y registrados según la normativa vigente, para su difusión ante una demanda creciente y una oferta con falta de trazabilidad.

Como resultado, se conformó inicialmente una colección de germoplasma proveniente del delta bonaerense y entrerriano, integrada por materiales con características fenotípicas compatibles con *Salix humboldtiana*, cuya identidad específica fue posteriormente validada mediante estudios moleculares. En 2023 se seleccionaron nueve clones destacados por su supervivencia, crecimiento, tolerancia o resistencia a enfermedades y capacidad de rebrote. Siete de éstos fueron inscriptos en 2024 en el Registro Nacional de Cultivares del Instituto Nacional de Semillas (INASE).

En este trabajo se describe un nuevo genotipo seleccionado, el octavo de la serie, con origen en Diamante (Entre Ríos), aprobado el 12 de diciembre de 2025 con el nombre de Costa de Diamante 7 INTA, bajo el número de registro 24.467. El cultivar fue desarrollado a través de un proceso de domesticación y selección, sobre la base de la colección establecida en la EEA Delta del Paraná de INTA. Es un genotipo femenino, con excelente capacidad de enraizamiento, supervivencia del 100% de

plantas a los 5 años; buen vigor inicial (con valores medios de 3,40 m al año), marcada rectitud del fuste (alcanzando el máximo nivel en una escala arbitraria de 6 grados) y escasas ramas. Por este perfil, resulta un material con potencial para usos ambientales, plantaciones para producción de biomasa o para ser incorporados en el programa de mejora genética.
Junto a los otros siete clones inscriptos en 2024, Costa de Diamante 7 INTA integra la primera serie de sauce nativo en Argentina con estatus de material registrado en el INASE, representando un hito hacia su conservación en el delta del río Paraná. Disponer de recursos genéticos portadores de rasgos de adaptación tiene valor estratégico para proyectos relacionados con la restauración de paisajes, fitorremediación, apoyo a emprendimientos apícolas y otros servicios. Por otra parte, este desarrollo aportará al sistema comercialización de material vegetativo de la especie, proporcionando la certeza de disponer de material genético con pureza varietal y trazabilidad, beneficiando la calidad integral del sistema**.**

Palabras clave: *D*omesticación; Registro; *Salix humboldtiana*.

RESUMEN

Nuevos cinco clones de sauce "doble propósito" registrados en 2026

New five "dual purpose" willow clones registered in 2026.

Teresa Cerrillo[1], Esteban Thomas[2], Jorgelina Grande[3], Mauro Fernández[4], Sabrina Loval[5], Lucas Leverone[6]

[1]Ing. Agr. Investigadora referente Programa de Mejoramiento de Salix, AER Delta Frontal, INTA. Tigre, Buenos Aires, Argentina. cerrillo.teresa@inta.gob.ar

[2]Ing. Forestal, Investigador y Extensionista. Grupo de Recursos Naturales. Área Forestal. EEA Alto Valle INTA, Ctte. Guerrico, Allen, Río Negro, Argentina

[3]Ing. Química. Jefa del Laboratorio Central de Papel Prensa SA, San Pedro, Buenos Aires, Argentina

[4]Ing. Agr. Extensionista. Jefe de AER Delta Frontal, INTA. Tigre, Buenos Aires, Argentina.

[5]Ing. Agr. Becaria Doctoral del Programa de Mejoramiento de Salix, EEA Delta, INTA. Campana, Buenos Aires, Argentina.

[6]Ing. Agr. Extensionista. Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial. SAGyP, Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

Los sauces (*Salix spp.*) se caracterizan por su adaptabilidad, fácil propagación y amplia diversidad de aplicaciones, tanto madereras como ambientales. En Argentina, su núcleo de producción se ubica en el delta del Paraná, donde la elaboración de papel y de tableros de partículas consume más del 90 % de la producción, mientras que el resto se destina a usos sólidos. A menor escala, existen plantaciones en otras regiones del país, como Patagonia norte, donde se utilizan principalmente en cortinas rompevientos.

Con el objetivo de lograr una oferta integral del recurso, el Programa de mejoramiento genético de *Salix* del INTA se orienta a la obtención de germoplasma con alto rendimiento y aptitud tecnológica para distintas aplicaciones industriales. La metodología aplicada involucra un proceso de entre 16 y 20 años, desde la hibridación hasta la evaluación final, siguiendo criterios predeterminados de selección que incluyen crecimiento, adaptación ambiental, resistencia o tolerancia a enfermedades, forma del árbol y características tecnológicas de la madera. En el marco de este programa, entre 2013 y 2025 se generaron doce cultivares destinados a la producción forestal y continúa la evaluación y selección de otros materiales

Sobre la base de los resultados más recientes, se presentan en este trabajo cinco clones propuestos en enero de 2026 para su inscripción en el Registro Nacional de Cultivares del Instituto Nacional de Semillas. Cuatro de ellos, Yatasto INTA, 2 de Abril INTA, 3 de Febrero INTA y Cruz del Sur INTA, tienen origen en *Salix matsudana* Koidz. × *Salix alba* L., mientras que Ñancay INTA proviene de polinización abierta de *Salix amygdaloides* Andersson. Estos materiales se incorporan a la serie de sauces mejorados liberados entre 2013 y 2025, consolidando una base genética orientada simultáneamente a la productividad forestal y a la aptitud tecnológica.

Los valores de Incremento Medio Anual (IMA) de los clones mejorados superan, en promedio, en cerca del 42 % a los materiales tradicionales testigos. La madera presenta estándares industriales destacados para la elaboración de papel para embalaje y diarios y, junto con su aptitud para usos sólidos, les confiere una aptitud integral “doble propósito” inédita en el cultivo del sauce, lo que representa una

innovación tecnológica. Este perfil productivo, asociado a un manejo silvícola adecuado, permite acortar significativamente los ciclos de aprovechamiento respecto del clon histórico que ocupa actualmente la mayor parte de la superficie plantada en el delta del Paraná, *Salix babylonica* var. *sacramenta* 'Soveny Americano', material bien adaptado al ambiente y de excelente calidad papelera, aunque caracterizado por crecimiento lento y deficiente forma del árbol.
Este aporte de diversidad genética fortalece el sistema productivo frente a estreses bióticos y abióticos, aspecto clave en cultivos basados en propagación agámica. La adaptabilidad a ambientes diversos, junto con la aptitud tecnológica y el rápido crecimiento, posiciona a estos clones como recursos genéticos ambientalmente sostenibles para el establecimiento de macizos forestales y cortinas rompevientos. Mediante estrategias de difusión que incluyen acuerdos de transferencia con viveristas locales, se dispondrá en el corto plazo de material vegetativo para nuevas plantaciones en el país.

Palabras clave: Cultivares mejorados; Foresto-industria; *Salix*.

RESUMEN

Uso de H_2O_2 e AIB na miniestaquia de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud em propágulos de matrizes com diferentes idades

Application of H_2O_2 and IBA in the mini-cutting propagation of Cordia trichotoma from donor plants of different physiological ages

Maria Clara Coutinho Rodrigues[1], Dayane de Resende Fortunato[2], Ana Carolina Nascimento de Oliveira[3], Giovanna Campos Mamede Weiss de Carvalho[4], Jussara Tamires de Souza Silva Goulart[5], David Pessanha Siqueira[6], Deborah Guerra Barroso[7]

[1]Dra. em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. mariaclaracoutinho3@gmail.com

[2]Bióloga, mestranda em Produção Vegetal, UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. 202523120042@pq.uenf.br

[3]Estudante de Biologia, UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: oliveiracarolina.nsc@gmail.com

[4]Dra em Produção Vegetal, Pós-doc, UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. giovannacampos85@yahoo.com.br

[5]Dra. em Biotecnologia Vegetal, UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: jussaratamiresdesouzasilva@gmail.com

[6]Dr em Produção Vegetal, Pesquisador, Scion (New Zealand Forest Research Institute). 49 Sala street, Rotorua, Bay of Plenty, New Zealand. Email: dps@pq.uenf.br

[7]Dra em Produção Vegetal, Professora de Silvicultura, UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: deborah@uenf.br

Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud., conhecida como louro-pardo, é uma espécie florestal nativa cuja propagação vegetativa por estaquia e miniestaquia é limitada em materiais fisiologicamente maduros. Neste estudo, foram avaliados os efeitos da combinação de diferentes concentrações de AIB, associada à pré-imersão em peróxido de hidrogênio no enraizamento adventício de miniestacas obtidas em minicepas de diferentes idades. O experimento foi conduzido em esquema fatorial, considerando como fatores: a idade das minicepas (dois e cinco anos); as concentrações de H_2O_2 (0 e 50 mM), aplicadas por imersão da base das miniestacas por 8 h; e as concentrações de AIB (0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg L^{-1}) aplicadas, após imersão em peróxido, por imersão da base das miniestacas por 15 segundos. Assim, após aplicação dos tratamentos as miniestacas foram estaqueadas em tubetes contendo substrato florestal comercial, formulado com casca de pinus, fibra de coco, turfa, vermiculita e fertilizantes de liberação lenta e, em seguida, levadas para câmara de nebulização intermitente, onde permaneceram por 60 dias, sob temperatura média entre 24 e 27 °C e umidade relativa do ar entre 85 a 98%. Após 60 dias no setor de enraizamento, as miniestacas sobreviventes foram levadas para casa de vegetação e aos 120 dias do estaqueamento as variáveis analisadas foram: sobrevivência, enraizamento, altura, diâmetro do colo, brotação, número e comprimento total de raízes de primeira ordem, massa seca da parte aérea, massa

seca do sistema radicular e índice de qualidade de Dickson. Houve efeito da idade sobre a sobrevivência das miniestacas, com 44,5% em material proveniente de minicepas com dois anos e 14% nas miniestacas provenientes de minicepas com cinco anos de idade. A aplicação de AIB a 4000 mg L^{-1} promoveu o maior percentual de enraizamento (28,75%), além de ganhos em altura, diâmetro e massa seca da parte aérea em mudas produzidas a partir de minicepas com dois anos de idade. O H_2O_2 não influenciou nenhuma das variáveis avaliadas. Conclui-se que o avanço da idade fisiológica reduz a capacidade de enraizamento adventício das miniestacas da espécie, muito rapidamente e que o AIB, na concentração de 4000 mg L^{-1}, aumentou o percentual de enraizamento e o crescimento vegetativo de miniestacas provenientes de minicepas de *C. trichotoma* com dois anos, mas o resultado foi muito baixo em relação à concentrações menores observadas na literatura.

Palabras clave: Enraizamento adventício; Reguladores de crescimento; Silvicultura clonal de nativas.

RESUMEN

A influência da posição da semente na semeadura sobre a germinação, vigor e a emergência de plântulas de *Dahlstedtia muehlbergiana*

The influence of seed position at sowing on germination, vigor and emergence of Dahlstedtia muehlbergiana seedlings

Daniela Cleide Azevedo de Abreu[1], Alfredo Carlos Stucan[2], Beatriz Irene Eibl[3], Genoveva Gatti[3,4]

[1]Docente da UTFPR-DV e Pós-Doutaranda do curso de Engenharia Florestal Facultad de Ciencias Forestales UNaM, Eldorado, Misiones. Argentina. danielaabreu@utfpr.edu.br

[2]Acadêmico do curso de Engenharia Florestal da Facultad de Ciencias Forestales UNaM, Eldorado, Misiones Argentina.

[3]Facultad de Ciencias Forestales UNaM, Eldorado, Misiones. Argentina.

[4] Pesquisadora do Conicet, Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

Compreender os fatores que intervêm na germinação é essencial para o manejo eficiente do processo. Ao controlar essas variáveis, é possível maximizar a porcentagem, a velocidade e a uniformidade da emergência, resultando em mudas mais vigorosas e na redução dos custos operacionais no viveiro. A posição da semente na semeadura é um fator determinante para o sucesso germinativo, embora ainda seja pouco explorada em estudos científicos. Nesse contexto, a espécie florestal rabo-mole (*Dahlstedtia muehlbergiana*) merece atenção, por ser uma árvore nativa de crescimento vigoroso, ela é amplamente indicada para a arborização urbana, projetos de restauração ecológica e recuperação de áreas degradadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da posição da semente na semeadura sobre a germinação, o vigor e a emergência de plântulas de *D. muehlbergiana* em condições laboratoriais. O lote experimental foi constituído pela homogeneização de sementes coletadas em agosto de 2025, provenientes de quatro localidades na Província de Misiones, Argentina: Puerto Esperanza, Puerto Libertad, Eldorado e 9 de Julio. O ensaio foi conduzido no Laboratório de Sementes (LabSe) da FCF-UNaM, onde foram testados os seguintes métodos de semeadura: T_1- semente com hilo voltado para baixo no substrato; T_2 – sementes e hilo no sentido horizontal sobre o substrato e T_3 – semente no sentindo vertical e hilo coberto pelo substrato. O experimento foi conduzido em substrato areia e adaptadas em caixas de plásticos a temperatura de 25°C (8 h no escuro/16 h na presença de luz) com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. O sistema radicular do rabo-mole é extremamente extenso durante o processo de germinação, o que desafia a avaliação laboratorial de plântulas normais e a identificação de anormalidades. Observou-se que a espécie apresenta germinação lenta e desuniforme, levando em média de 25 a 30 dias para a emergência de plântulas (parte aérea e sistema radicular bem desenvolvido). Apesar da alta taxa de germinação (entre 90% e 98%) nos tratamentos testados, o método mais eficaz consistiu na semeadura das sementes no sentido vertical com o hilo totalmente coberto pelo substrato, com melhor germinação e vigor. Houve diferença estastísitca a 5% pelo teste de Tukey nos parâmetros avaliados (porcentagem, tempo médio e índice de velocidade de

germinação). Devido à morfologia reniforme da semente, a extremidade de contorno levemente mais estreito deve ser posicionada voltada para cima, direcionamento fundamental para otimizar o desenvolvimento inicial da plântula.

Palabras clave: Fabaceae; Mata Atlântica; Vigor.

RESUMEN

Avaliação Nutricional do Solo na UTFPR – Dois Vizinhos: Diagnóstico e Implicações para o Manejo

Nutritional Soil Assessment at UTFPR – Dois Vizinhos: Diagnosis and Management Implications

Guilherme Jesus dos Santos Lima[1], Eleandro José Brun[2]

[1]Estudante do curso de Engenharia florestal, UTFPR, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. guilherme.080902@alunos.utfpr.edu.br

[2]Professor(a) do curso de Engenharia florestal, UTFPR, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

A análise nutricional do solo é uma ferramenta essencial para orientar práticas de manejo, corrigir limitações químicas e garantir que as plantas tenham acesso aos nutrientes necessários ao seu desenvolvimento. Em ambientes de ensino, pesquisa e extensão, como a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), esse tipo de diagnóstico ganha ainda mais relevância, pois subsidia experimentos, atividades formativas e orientações técnicas voltadas à agricultura sustentável. O laudo de fertilidade permite identificar com precisão a disponibilidade de macro e micronutrientes, além de características físico-químicas fundamentais, auxiliando na tomada de decisões antes e depois do cultivo. A área avaliada corresponde a um espaço de teste de uso múltiplo com eucalipto implantado em Latossolo Vermelho distrófico, solo típico da região caracterizado por elevada profundidade, boa drenagem e baixa fertilidade natural. A metodologia adotada baseou-se na coleta de amostras em duas profundidades, 0–20 cm, sendo realizadas quatro subamostras, posteriormente homogeneizadas para formação das amostras compostas representativas da área. A coleta no pré-plantio é fundamental para definir correções como calagem e adubação inicial, garantindo condições adequadas para o estabelecimento das culturas, enquanto a coleta pós-colheita permite avaliar a exportação de nutrientes pelas plantas e o impacto do sistema produtivo sobre a fertilidade residual. Ressalta-se que não foi realizado manejo do solo após a colheita, possibilitando a avaliação da fertilidade remanescente do sistema sem interferências corretivas. As análises laboratoriais utilizaram os extratores Mehlich 1, KCl, dicromato de potássio e fosfato de cálcio, amplamente recomendados para avaliação da fertilidade dos solos do sul do Brasil. Na profundidade de 0–20 cm, os resultados indicaram solo com fertilidade moderada, apresentando teores adequados de cálcio (4,12 cmolc/dm³), magnésio (1,98 cmolc/dm³) e potássio (0,84 cmolc/dm³), refletindo em boa soma de bases (6,94 cmolc/dm³). A matéria orgânica apresentou valor elevado (41,28 g/dm³), contribuindo positivamente para a estrutura do solo, retenção de água e atividade microbiana. O alumínio trocável apresentou valor praticamente inexistente (0,01 cmolc/dm³), indicando ausência de toxicidade para as plantas. Entretanto, o fósforo disponível (5,01 mg/dm³) e o boro (0,32 mg/dm³) apresentaram valores baixos, podendo limitar o crescimento e desenvolvimento vegetal sem suplementação via adubação. Micronutrientes como manganês e ferro foram observados em teores elevados, enquanto zinco e cobre apresentaram concentrações consideradas adequadas. Conclui-se que o solo avaliado apresenta boas condições gerais para uso agrícola e experimental em sistemas com eucalipto, embora existam limitações específicas relacionadas principalmente aos baixos teores de fósforo e boro, sendo recomendada a correção desses nutrientes aliada ao manejo adequado da acidez e à manutenção dos níveis de matéria orgânica,

visando maior eficiência produtiva e suporte às atividades de pesquisa e extensão desenvolvidas na área.

Palabras clave: Análise Química; Fertilidade do Solo; Manejo agrícola.

RESUMEN

Crecimiento de una especie forestal de la Amazonia y toxicidad en el uso de recipiente biodegradable de TNT

Growth of Amazon Forest species and toxicity in the use of biodegradable TNT containers

Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira[1], Angélica Croce de Souza[2], Maria Eduarda Marques Da Conceição[3], Gabriel Soares Lopes Gomes[4], Jacyelli Sgranci Angelos[5], Fabricia Benda de Oliveira[6]

[1]Doutor em Ciências Florestais. Professor Titular do Ifes campus de Alegre, Instituto Federal do Espírito Santo. carlos.oliveira@ifes.edu.br

[2]Mestre em Agroquímica, Programa de Pós-graduação em Agroquímica, Universidade Federal do Espírito Santo.

[3]Doutoranda em Agronomia, Departamento de agronomía, Universidade Federal do Espírito Santo.

[4]Doutor em Ciência Florestal, Pós-doc no Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo.

[5]Doutorando em Ciência Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo.

[6]Doutora em Produção Vegetal, Professora no Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo.

La producción de plántulas en recipientes biodegradables viene ganando cada vez más relevancia, debido a su plantación directa sin la necesidad de retirarlos en el momento de la siembra, lo que aumenta el prendimiento de las plántulas y el rendimiento en el momento del plantío para reforestación. En este sentido, el presente trabajo busca evaluar la supervivencia, el crecimiento y la viabilidad técnica y ambiental de plántulas forestales nativas, producidas y plantadas en bolsas biodegradables de TNT. El experimento fue implantado en un área de pastizal degradado del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Espírito Santo (Ifes – campus de Alegre), distrito de Rive, en el municipio de Alegre, Brasil. La especie nativa de la Amazonia adoptada en el estudio fue *Samanea tubulosa* Bentham, producida en bolsas plásticas tradicionales y en bolsas de TNT con y sin orificios. La investigación fue conducida en un diseño de bloques al azar (DBA), con 10 plantas por parcela, 3 repeticiones y 3 tratamientos (T1 – bolsa plástica tradicional, T2 – bolsa de TNT sin orificios y T3 – bolsa de TNT con 16 orificios). Se realizaron análisis de varianza (P > 0,5), prueba de Tukey al 95 % y análisis de regresión mediante curvas de crecimiento. Se evaluaron la biomasa aérea y radicular, la altura, el diámetro del cuello, la degradabilidad de las bolsas empleadas en los tres tratamientos y se llevó a cabo un ensayo ecotoxicológico con dos organismos de prueba: Daphnia similis y Ceriodaphnia dubia. Los resultados revelaron diferencias estadísticas significativas en el diámetro del cuello, siendo T2 superior al testigo (T1). Después de la plantación, todos los tratamientos presentaron altas tasas de supervivencia. La biomasa aérea y radicular, así como la supervivencia, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica la viabilidad de las bolsas de TNT. Los datos también indicaron que no hubo evidencias de toxicidad en ninguna de las muestras de lixiviado con uso de las bolsas de TNT, sin manifestar efectos agudos ni crónicos. De esta manera, se observa que las bolsas de TNT son

recipientes promisorios para sustituir los tubetes plásticos en la producción y plantación de plántulas forestales.

Palabras clave: Reforestación; Silvicultura; Sustentabilidad.

RESUMEN

Desinfestação e estabelecimento *in vitro* de louro pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrabida ex Steudel)

Desinfestation ans in vitro establishment of louro-pardo (Cordia trichotoma (Vell.) Arrabida ex Steudel)

Amanda Gabrielly Coelho Olenka[1], Hanna Francielle Padilha[2], Fernanda Niéri De Lima[2], Luiz Alfredo Zanella De Gouvea[2], Simone Neumann Wendt[2]

[1]Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia/COEBB, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

[2]Engenharia Florestal/COENF, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

A crescente demanda por madeira de qualidade tem impulsionado a busca por técnicas eficientes de propagação de espécies florestais nativas de interesse econômico. O louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrabida ex Steudel) apresenta potencial madeireiro, porém sua propagação via sementes é limitada pela recalcitrância, germinação lenta e irregular e elevada variabilidade genética. Nesse contexto, a micropropagação constitui alternativa para obtenção de mudas uniformes em larga escala. O presente estudo teve como objetivo avaliar estratégias de desinfestação e controle da oxidação no estabelecimento *in vitro* da espécie. Os explantes utilizados foram segmentos nodais provenientes de matrizes mantidas na UNEPE Caprinovinocultura da UTFPR, campus Dois Vizinhos. Inicialmente, realizou-se um ensaio de vedação e esterilidade, avaliando-se quatro métodos de vedação dos recipientes de cultivo: papel alumínio, tampão de algodão, tampa tipo Kimble e tubo Falcon. O tubo Falcon apresentou 0% de contaminação, a tampa Kimble 40%, enquanto papel alumínio e tampão de algodão apresentaram 100% de contaminação após sete dias. Posteriormente, foram conduzidos três ensaios de desinfestação e estabelecimento *in vitro*. Avaliaram-se as porcentagens de contaminação fúngica, contaminação bacteriana, oxidação e sobrevivência dos explantes após sete dias de cultivo no escuro, em meio MS suplementado com 20 g L^{-1} de sacarose e 8 g L^{-1} de ágar, com pH ajustado para 5,8. No primeiro ensaio, testou-se álcool 70% (1 min), seguido de hipoclorito de sódio 1% (5 min), associado ou não à lavagem prévia em solução antioxidante composta por ácido ascórbico (250 mg L^{-1}) e ácido cítrico (150 mg L^{-1}), com ou sem adição de carvão ativado (2 g L^{-1}), utilizado exclusivamente neste ensaio. A lavagem antioxidante reduziu a oxidação completa de 100% para 37,5%. Contudo, a contaminação fúngica variou de 62,5% a 100%, resultando em 0% de sobrevivência. No segundo ensaio, avaliou-se a lavagem dos explantes em Nistatina (40.000 UI L^{-1}), associada à desinfestação com álcool 70% (1 min) e hipoclorito de sódio 1% (10 min). A Nistatina reduziu a contaminação fúngica de 62,5% para 0% em um tratamento e de 37,5% para 12,5% em outro. A sobrevivência variou de 12,5% a 62,5%, sendo o maior valor observado no tratamento sem Nistatina, porém com menor tempo de exposição ao desinfetante. No terceiro ensaio, foram avaliados cinco tratamentos: hipoclorito de sódio 1%; hipoclorito 1,5%; hipoclorito 1% + Lysoform 40%; hipoclorito 1,5% + Lysoform 40%; e Lysoform 40% isolado. A contaminação fúngica variou de 12,5% a 75%. Na ausência da lavagem

antioxidante, observou-se 100% de oxidação completa na maioria dos tratamentos, com sobrevivência máxima de 12,5%. Conclui-se que o tubo Falcon foi eficiente na manutenção da esterilidade e que a lavagem antioxidante reduziu a oxidação dos explantes. Apesar da redução parcial da contaminação fúngica com Nistatina e Lysoform, os elevados índices de contaminação e oxidação indicam possível contaminação endógena e reforçam a necessidade de manejo fitossanitário prévio das plantas matrizes para viabilizar o estabelecimento *in vitro* de *Cordia trichotoma*.

Palabras clave: *Boraginaceae*; Micropropagação; Propagação vegetativa.

RESUMEN

Determinación de nutrientes por Energía Dispersiva de rayos X (EDX) y su relación con la morfometría de las acículas de Pino híbrido F2: estudios preliminares

Nutrient determination by energy-dispersive X-ray (EDX) and its relationship with needle morphometry of F2 hybrid pine: preliminary studies

Adrián Renzo Moller[1], Iris Figuerdo[2], Santiago Martínez[3], Rosa Angela Winck[2], Natalia Romina Banegas[4], Marcelo Javier Beltrán[5], Luis Colcombet[2]

[1]Ing. Agr. Becario INTA EEA-Montecarlo, Misiones, Argentina;

[2]Investigador INTA EEA-Montecarlo, Misiones, Argentina. figueredo.elsa@inta.gob.ar

[3]Estudiante Ingeniería Forestal Facultad de Ciencias Forestales-UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina

[4]Investigadora IIACS-INTA. Leales, Tucumán, Argentina

[5]Investigador Instituto de suelos. INTA Castelar, Buenos Aires, Argentina

La disponibilidad de herramientas analíticas, que correlacionen crecimiento y respuesta fisiológica, facilita la interpretación de los procesos nutricionales y contribuye a optimizar las recomendaciones de fertilizaciones en silvicultura. En este contexto, el presente estudio evaluó la composición elemental foliar mediante Microscopía Electrónica de Barrido con Espectroscopía de Energía Dispersiva de Rayos X (MEB-EDX); con el objetivo de obtener una "huella química" a microescala en acículas del híbrido F2 *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y determinar las concentraciones nutricionales y su distribución espacial dentro del tejido foliar bajo tres tratamientos en condiciones de campo. Las plantas fueron fertilizadas a los ocho meses de la plantación y el muestreo se realizó nueve meses después. Se recolectaron acículas maduras de la porción media de la copa, en los cuatro puntos cardinales, por repetición y por tratamiento, a fin de asegurar la representatividad espacial. Se seleccionaron 30 acículas por tratamiento. Sobre este material se realizaron mediciones morfométricas y de biomasa; posteriormente fueron secadas en estufa a 60 °C hasta peso constante; luego reducidas a polvo utilizando un equipo homogeneizador de muestras FastPrep-24TM©. El análisis de los datos de EDX se realizó considerando mediciones en áreas, por ser más representativas de la matriz tisular que los análisis puntuales sobre las partículas. El tratamiento testigo (T_1), sin fertilización, mostró una firma química con registros ínfimos de fósforo (P:1,27%) y magnesio (Mg: 3,21%). Esta condición se asoció con menores valores morfométricos medios: longitud 20,5 cm, área transversal 0,23 mm^2, peso seco 47,7 $mg.acícula^{-1}$ y 72,8% de materia seca. En las muestras de T_2, (superfosfato simple, 110 $g.\ planta^{-1}$), la concentración de P detectado fue de 2,73%, sin evidenciar un aumento significativo respecto de T1. El Mg registró 6,43% superando al testigo. Morfológicamente, mostró incrementos moderados (peso seco 59,3 $mg\ acícula^{-1;}$ longitud 21,36 cm y área media de 0.27 mm^2), aunque con un

menor porcentaje de materia seca (41%), por lo que podría indicar mayor proporción de agua en el tejido y que debería interpretarse con cautela. El tratamiento T_3 (superfosfato simple ,110 g planta^{-1}+ dolomita, 40 g planta^{-1}) mostró mayor concentración de P 32,37%, observándose valores de crecimiento foliar mayores a los demás tratamientos: longitud promedio de 24,5 cm, área transversal 0,28 mm^2 y peso seco 60,7 mg·acícula^{-1}, el porcentaje de materia seca fue de 62,2 %, lo que sugiere un equilibrio entre crecimiento celular y acumulación de biomasa estructural. En términos de volumen foliar estimado, T3 superó en aproximadamente 41 % al testigo.

Los resultados sugieren que la respuesta morfológica superior en T3 se asoció principalmente al incremento marcado de P. Este trabajo preliminar, demuestra el potencial del MEB-EDX para explicar la eficacia de las prácticas de fertilización a escala fisiológica fundamental, facilitando el contraste con análisis químicos cuantitativos tradicionales y así lograr futuras validaciones mediante regresión.

Palabras clave: Distribución espacial de nutrientes; Sinergismo; Tejido foliar.

RESUMEN

Efecto de la temperatura, sustrato de siembra y desinfección en el poder germinativo de semillas de *Aspidosperma australe* Müll. Arg.

Effects of temperature, substrate, and seed disinfection on germination of Aspidosperma australe Müll. Arg.

Cecilia Gonzalez[1], Noel Ortellado[2], Gabriela Rodriguez[2], Rosana Ramos[2], Heidi Krausemann[2], Daniela Cleide Acevedo de Abreu[1], Maria Genoveva Gatti[1]

[1]Docente FCF-UNaM. cecilia.gonzalez@fcf.unam.edu.ar

[2] Ing. Graduados FCF-UNaM.

La evaluación de la calidad fisiológica de las semillas es esencial, tanto para la comercialización como para el almacenamiento de las mismas, siendo el ensayo de germinación estándar el método principal de análisis. Para realizar los ensayos de germinación se requiere de protocolos específicos que indiquen el sustrato de siembra, el régimen de temperatura, además de los tiempos para el cierre del ensayo y cómo se evalúan las plántulas normales. Las especies arbóreas nativas del Bosque Atlántico, en general, han sido escasamente estudiadas y aún no cuentan con protocolos estandarizados para la ejecución de los análisis de germinación. El objetivo de este trabajo fue contribuir al desarrollo de un protocolo de germinación para las semillas de *Aspidosperma australe* Müll. Arg., especie nativa del Bosque Atlántico. Para ello, se evaluó el régimen de temperatura requerida (temperatura constante de 20 y 25 °C y con temperatura alterna de 20-30 °C) y tres sustratos (sobre papel de germinación, en rollo de papel y en arena); para todos los casos el fotoperiodo fue de 8 hs de luz y 16 de oscuridad. Por otro lado, se testaron 3 proporciones de lavandina comercial (10 ml, 20 ml y 30 ml de lavandina por cada 100 ml de solución) para desinfectar las semillas previo a la siembra y un testigo sin desinfección, con siembra en rollo de papel a temperatura de 25 °C. El poder germinativo (PG) se expresó como porcentaje en número de plántulas normales, además se registraron las plántulas anormales y semillas frescas y muertas al finalizar los ensayos de germinación. Los frutos se recolectaron en febrero de 2024 de cuatro árboles semilleros en la provincia de Misiones, Argentina (dos en Eldorado y dos en Santo Pipó) y se procesaron en el Laboratorio de Semillas (LabSe) de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. El diseño experimental utilizado fue el completamente aleatorizado, con cuatro repeticiones de 25 semillas cada una, y el análisis estadístico se realizó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5 % de probabilidad, utilizando el software Infostat. Respecto al ensayo de sustratos y temperaturas, la prueba de Kruskal-Wallis no detectó diferencias entre las distribuciones de los grupos ($H = 1,10$; $p = 0,9474$), lo que sugiere que se puede utilizar cualquiera de los sustratos y temperaturas testeadas. Respecto al ensayo de desinfección, se observaron diferencias entre tratamientos con el análisis de Kruskal Wallis ($p < 0,019$, $H=9,48$). Lo que indica que desinfectar las semillas previo a la siembra resulta adecuado, en particular utilizar una proporción de 10 ml de lavandina comercial por cada 100 ml de solución, donde se obtuvo un 90 % de PG vs 75 % sin desinfección. Estos hallazgos constituyen un avance concreto en la construcción de un protocolo confiable para la evaluación de semillas de *A.*

australe mediante un análisis de germinación estándar, lo que permitirá optimizar procesos de producción y almacenamiento.

Palabras clave: Factores externos; Guatambú amarillo; Protocolos de germinación.

RESUMEN

Efecto del almacenamiento en frío sobre la germinación de semillas de *Jacaranda micrantha* Cham.

Effect of cold storage on the germination of Jacaranda micrantha Cham. seeds

Natalia Luisa Zaleski[1], Cecilia Gonzalez[2], Gabriel Ramón Ortiz[3], Ludmila Cydejko[1]

[1]Estudiante Ing. Agr. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones, Argentina. zaleskinatalia0@gmail.com.ar

[2]Docente. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones, Argentina.

[3]Ing. Graduado. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones, Argentina.

El *Jacaranda micrantha* Cham. (caroba) es un árbol nativo del Bosque Atlántico, cuya demanda por parte de viveristas ha aumentado en los últimos años debido al uso en paisajismo y su potencial en la recuperación de áreas degradadas. Para lograr una producción eficiente de plantines es indispensable contar con semillas de buena calidad fisiológica. Dado que la producción de semillas varía anualmente, en los años de abundancia se cosecha y almacena un volumen considerable, lo que plantea la necesidad de conocer su viabilidad en el almacenamiento. Con el objetivo de evaluar la posibilidad de almacenamiento de las semillas de *J. micrantha,* se analizó su germinación luego de 15 meses de conservación en frío. Los frutos fueron cosechados en Eldorado, Misiones (Argentina) en septiembre de 2024 y procesados en el Laboratorio de Semillas (LabSe) de la Facultad de Ciencias Forestales (FCF/UNaM). Una parte de las semillas se sembró inmediatamente y otra se almacenó en heladera a 4 °C en bolsas de papel dentro de bandejas plásticas con una humedad de 10 %. Las siembras se realizaron en arena esterilizada con humedad controlada, en cuatro repeticiones de 25 semillas cada una, y se mantuvieron en sala de germinación a 25 °C durante 60 días. Los datos se analizaron con Infostat mediante la prueba T para muestras independientes. El poder germinativo (PG) inicial fue de 20 %, con 58 % de semillas frescas, 21 % muertas y 1 % vacías. Tras 15 meses de almacenamiento, el PG aumentó significativamente a 71 %, mientras que las semillas frescas se redujeron a 3 %, las muertas a 24 % y las vacías a 3 %. Las diferencias entre ambos momentos fueron estadísticamente significativas, evidenciando un cambio en la fisiología de las semillas durante el almacenamiento. Los resultados sugieren que las semillas de caroba presentan algún tipo de dormición, ya que inicialmente mostraron baja germinación y un alto porcentaje de semillas frescas. El almacenamiento en frío por más de un año permitió superar esta condición, incrementando la germinación y reduciendo la proporción de semillas frescas. Por otro lado, podemos afirmar que es posible conservar semillas de *J. micrantha* en frío sin pérdida de viabilidad. Estos hallazgos permiten planificar la cosecha y almacenar semillas en años de abundancia, asegurando disponibilidad de material de calidad para proyectos de restauración ecológica y producción comercial.

Palabras clave: Caroba; Conservación; Poder germinativo.

RESUMEN

Efecto del contenido de humedad y del tipo de envase en el almacenamiento de semillas de *Dahlstedtia muehlbergiana* (Hess.) M. J. Silva & A. M. G. Azevedo

Effect of moisture content and packaging type on seed storage in Dahlstedtia muehlbergiana (Hess.) M. J. Silva & A. M. G. Azevedo.

Ramón Gabriel Ortiz[1], Cecilia González[2], Gabriela Rodríguez[1], Luisa Natalia Zaleski[3]

[1]Ing. Graduado. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones, Argentina. gabrielortizr923@gmail.com

[2]Docente. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones, Argentina.

[3]Estudiante. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones, Argentina.

La conservación *ex situ* de especies forestales nativas es fundamental para hacerle frente a la pérdida de la biodiversidad y garantizar la disponibilidad de germoplasma destinado a usos múltiples. El almacenamiento de semillas en bancos activos requiere definir condiciones que permitan mantener la viabilidad por períodos prolongados. *Dahlstedtia muehlbergiana* (Rabo molle), especie nativa de Argentina perteneciente a la familia Fabaceae, tiene interés ecológico y forestal, aunque la información disponible sobre su comportamiento en almacenamiento es limitada. El objetivo de este trabajo fue generar información sobre el efecto del contenido de humedad y del tipo de envase en el almacenamiento de semillas de *D. muehlbergiana*. Los ensayos de siembra se realizaron en bandejas de plástico con arena, con 4 repeticiones de 25 semillas cada una, registrando el número de plántulas vivas para el cálculo del poder germinativo. Además, se realizaron ensayos de contenidos de humedad según las normas de la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA), para tener un monitoreo de la misma. Las semillas fueron cosechadas en el año 2023 de cuatro árboles semilleros localizados en un bosque secundario de Colonia Delicia, Misiones, Argentina. Se conformaron dos lotes con diferentes contenidos de humedad inicial: uno con humedad 15 % y otro secado hasta 10 %. Cada lote fue almacenado en dos tipos de envases y guardados en heladera a 4 °C, por 6 y 12 meses. El ensayo de almacenamiento se instaló bajo un diseño completamente aleatorizado, bifactorial con dos niveles, con las dos humedades (15 % y 10 %), los dos tipos de envase (vidrio y plástico). La variable respuesta para realizar el análisis de varianza (ANOVA) con un $p < 0,05$, fue el poder germinativo (PG %). Adicionalmente, se efectuó una observación a los 20 meses de almacenamiento al lote con 10 % de humedad, las cuales provenían de una mezcla de los dos tipos de envase, con el propósito de obtener un dato exploratorio. Los resultados obtenidos a los 6 y 12 meses no mostraron diferencias estadísticamente significativas en el poder germinativo asociadas al contenido de humedad, al tipo de envase ni a la interacción entre ambos factores, manteniéndose valores de

germinación superiores al 85 % en todos los tratamientos evaluados. La observación realizada a los 20 meses indicó que las semillas almacenadas con 10 % de humedad mantuvieron una germinación superior al 70 %, con baja variabilidad entre repeticiones (0,0011). Con relación al monitoreo del contenido de humedad, el envase de vidrio permitió conservar valores cercanos a los iniciales, mientras que el envase plástico evidenció variaciones, lo que sugiere una mayor permeabilidad. Los resultados muestran que las semillas de *D. muehlbergiana* pueden almacenarse en ambos tipos de envase con contenidos de humedad de 10 y 15 %, sin pérdidas significativas en su poder germinativo. Además, el mantenimiento de una alta germinación bajo la condición de 10 % de humedad sugiere la necesidad de revisar el comportamiento de esta especie durante el almacenamiento, ya que la bibliografía la describe como recalcitrante.

Palabras clave: *Ex situ;* Germinación; Rabo molle.

RESUMEN

Efeitos de temperaturas extremas de embebição na germinação de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Uma simulação de estresse climático

Effects of extreme soaking temperatures on the germination of moringa (Moringa oleifera Lam.): A simulation of climate stress

Rosiele Farias da Silva[1], Daniela Cleide Azevedo de Abreu[2], Beatriz Irene Eibl[3]

[1]Acadêmica do curso de Engenharia Florestal da UTFPR – DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. e-mail: rosielefarias@alunos.utfpr.edu.br

[2]Docente do curso de Engenharia Florestal da UTFPR-DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

[3]Facultade de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

A *Moringa oleifera* Lam. é uma espécie arbórea de múltiplo uso, originária do subcontinente indiano e amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais devido à sua tolerância à seca e elevado potencial nutricional e medicinal. A germinação das sementes constitui uma etapa fundamental na propagação da espécie e é fortemente influenciada por fatores internos da semente e ambientais. Devido ao atual cenário das mudanças climáticas, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes temperaturas da água para embebição da germinação de sementes de *Moringa oleifera*, simulando condições de estresse térmico. O experimento foi conduzido no Laboratório Didático de Análises de Sementes UTFPR campus Dois Vizinhos. Foram testadas cinco condições de embebição: T1 - temperatura ambiente, T2 – temperatura a 60°C, T3 – Temperatura a 80°C, T4 - água gelada 3°C ± 1°C e T5 - água congelada na temperatura de -2°C. As sementes permaneceram embebidas por 24 horas e, posteriormente, foram semeadas em caixas tipo gerbox contendo vermiculita umedecida, com quatro repetições de 10 sementes por tratamento, na presença de luz e à 25°C. Foram realizadas avaliações fisiológias (germinação e vigor) Para a porcentagem de germinação foram consideradas plântulas normais e o vigor avalaliou-se o índice de velocidade e tempo médio de germinação. Os resultados mostraram que o tratamento em temperatura ambiente apresentou 93% de germinação, maior índice de velocidade em menor tempo médio de germinação, indicando melhor eficiência fisiológica. As temperaturas elevadas (60°C e 80°C) reduziram significativamente a germinação com valores de 60% e 58%, respectivamente, reduzindo o índice de velocidade e aumento no tempo médio de germinação. Nas temperaturas baixas testando água gelada e congelada, a germinação foi de 85% e 83%, respectivamete. Porém, esses tratamentos utilizando água com baixa temperautra promoveram menor índice de velocidade e maior tempo médio de germinação das sementes. Acredia-se que temperaturas extremas da água durante o processo de embebição das sementes são prejudiciais para a espécie em questão, visto que temperaturas fora da faixa ótima, sejam elas muito altas ou muito baixas, diminuem a taxa e a eficiência da germinação e o vigor. Conclui-se que a embebição em temperatura

ambiente é a condição mais favorável para otimizar a germinação de *Moringa oleifera*, enquanto temperaturas extremas altas e baixas, comprometem a germinação e o vigor das sementes. Esses resultados contribuem para o entendimento da resposta fisiológica da espécie a estresses térmicos e podem orientar práticas de manejo visando à adaptação da moringa frente às mudanças climáticas.

Palabras clave: Árvore da Vida; Mudanças Climáticas; Sementes de Espécies Arbóreas.

RESUMEN

Métodos de acondicionamiento para determinar la viabilidad por tetrazolio en semillas de *Aspidosperma australe* Müll. Arg.

Seed conditioning methods for tetrazolium-based viability assessment in Aspidosperma australe Müll. Arg.

Gonzalez Cecilia[1], Gabriel Ortiz[2], Rosana Ramos[2], Gabriela Rodriguez[2], Luisa Zaleski[3], Daniela Cleide Acevedo de Abreu[1], Ma. Genoveva Gatti[1]

[1]Docentes. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones, Argentina.cecilia.gonzalez@fcf.unam.edu.ar

[2]Ing. Graduados. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones, Argentina.

[3]Estudiante Ing. Agr. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones, Argentina.

El guatambú amarillo (*Aspidosperma australe* Müll. Arg., Apocynaceae) es una especie arbórea nativa del Bosque Atlántico con importancia ecológica y económica, sin embargo, sus semillas han sido poco estudiadas y no se han desarrollado protocolos de evaluación de su viabilidad. La evaluación de la calidad fisiológica de las semillas resulta esencial tanto para la producción de plantines como para la conservación de semillas en bancos activos y banco base, y el ensayo de germinación constituye uno de los métodos directos más utilizados, aunque requiere alrededor de 28 días para obtener resultados. Frente a esta limitación, el test de tetrazolio se presenta como una alternativa rápida y eficiente; este método se desarrolla en tres etapas sucesivas: acondicionamiento, tinción y evaluación, cada una de ellas dependiente de protocolos específicos. El objetivo del presente trabajo es identificar el método de acondicionamiento de semillas de *A. australe* que optimice el ingreso de la solución de tetrazolio a los tejidos seminales. Se recolectaron frutos de 4 árboles semilleros en la provincia de Misiones, Argentina, en febrero del 2024. Se procesaron en el laboratorio de Semillas (LabSe) de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, Argentina. Todas las semillas se hidrataron entre papeles húmedos por 24 hs y a 25 °C previo a la aplicación de cuatro tratamientos de acondicionamiento de las semillas para permitir el ingreso de la solución de tetrazolio: T1: Corte transversal; T2: Punción; T3: Remoción de ambas cubiertas; T4: Corte oblicuo. Posteriormente, se colocaron las muestras con 0,5 % de concentración de tetrazolio en una estufa a 35 °C por 18 hs, pasado ese tiempo se evaluaron las muestras. En la evaluación se observó la coloración resultante, la presencia de manchas, su posición y extensión, así como el aspecto de los tejidos para definir la viabilidad. El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con cuatro repeticiones de 25 semillas cada una, y el análisis estadístico a la categoría de semillas viables se realizó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5 % de probabilidad, utilizando el software Infostat. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos (H = 16,73; p = 0,0007). La remoción de ambos tegumentos (T3) se evidenció como el mejor procedimiento, alcanzando un promedio de 78 % de semillas viables y

diferenciándose estadísticamente de los métodos de punción y corte oblicuo; en cambio, las diferencias con el corte transversal no fueron estadísticamente significativas. En conclusión, la remoción de ambos tegumentos constituiría el método más eficaz de acondicionado, dentro de los ensayados, aunque se recomienda seguir evaluando técnicas de corte, especialmente el transversal, para afinar el protocolo de acondicionamiento. Estos hallazgos constituyen un avance relevante en la construcción de un protocolo para la evaluación de la viabilidad de semillas de *A. australe* mediante tetrazolio, lo que permitirá optimizar procesos de evaluación rápida de semillas de esta especie.

Palabras clave: Calidad de Semillas; Guatambú amarillo; Protocolos.

RESUMEN

Métodos de siembra para la germinación de semillas de *Erythrina falcata* Benth.

Sowing methods for germination of Erythrina falcata Benth. Seeds

Luis Maria Bóveda[1], Daniela Cleide Azevedo de Abreu[2], Alfredo Carlos Stucan[3], Valentina Celeste Alpuy[3], Beatriz Irene Eibl[4]

[1]Ingeniero Agrónomo en Pindo S/A, Puerto Esperanza, Misiones, Argentina. lboveda@pindosa.com.ar

[2]Docente de la UTFPR-DV, Investigador Postdoctoral en Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Estudiantes de la carrera de Agronomía de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

[4]Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

Los estudios en laboratorios de análisis de semillas sobre métodos de siembra para evaluar la germinación contribuyen a la estandarización de las plántulas en viveros. El análisis morfológico de las plántulas se utiliza como criterio para determinar la emergencia rápida y uniforme, el vigor y el estándar de calidad de las plántulas forestales. *Erythrina falcata* Benth. es una especie arbórea nativa del Bosque Atlántico, presente en Argentina, Brasil, Perú, Bolivia y Paraguay. Su madera se utiliza en muebles rústicos y diseño de interiores, mientras que su exuberante floración la hace ideal para el paisajismo de plazas y parques, y tiene potencial para la recuperación de áreas degradadas, dada su capacidad de fijación biológica del nitrógeno. A pesar de su potencial agroforestal, los estudios sobre la calidad fisiológica de sus semillas aún son escasos. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la posición de las semillas durante la siembra en la germinación y la emergencia de las plántulas de *E. falcata*. Frutos y semillas se recolectaron en enero de 2026 en Puerto Esperanza, Misiones, Argentina. El ensayo se realizó en el Laboratorio de Semillas LabSe de la FCF - UNaM, donde se determinó el contenido de agua, el peso de mil semillas, el número de semillas por kilogramo y la morfobiometría (largo, ancho y grosor) de las semillas. Para el experimento, se utilizó sustrato de arena en cajas de plástico a una temperatura de 25±2°C (8 h en oscuridad y 16 h en presencia de luz) y se realizaron cuatro repeticiones con 16 semillas por tratamiento. Como método de pregerminación, se realizó escarificación mecánica en la región opuesta y superior al hilo, y se evaluó la posición de siembra de la semilla en el sustrato: T_0: sin escarificación mecánica, semilla y parte del hilo en posición horizontal sobre el sustrato; T_1: escarificación mecánica, semilla con el hilo hacia abajo sobre el sustrato; T_2: escarificación mecánica, semilla en posición vertical y el hilo cubierto con sustrato y T_3: escarificación mecánica, semilla e hilo en posición horizontal sobre el sustrato. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 4 réplicas de 16 semillas por tratamiento. Con un contenido de agua del 13%, se encontró que 23,44 g de semillas pesaban 1000 semillas y 42.265 unidades por kilogramo. Las semillas de *E. falcata* tienen un promedio de 11,12 mm de largo, 7,19 mm de ancho y 4,3 mm de grosor. Tras seis días de siembra, se evaluó la germinación mediante el criterio botánico de emergencia radicular. El T_2 mostró el mejor porcentaje de germinación (rápida y uniforme) con 97% de germinación y 4 cm de emergencia radicular, seguido de los tratamientos T_1 con un 56% y una

germinación de 2,8 cm; T_3 con un 44% y una germinación de 2,5 cm; y el control con un 15% de germinación y una germinación de 2 cm, respectivamente. Se sugiere que las evaluaciones futuras de estos ensayos incluyan plántulas normales y anormales e índices de vigor (tiempo promedio y velocidad de germinación).

Palabras clave: Árbol; Bosque nativo; Fabaceae.

RESUMEN

Modelamiento del área de albura en plantaciones de *Gmelina arborea* en bosques secos tropicales de Colombia

Modeling sapwood area of Gmelina arborea plantations in tropical dry forests of Colombia

Alonso Barrios[1], Ana Milena López[1]

[1]Ingeniero Forestal, MSc, PhD, Profesor Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima, Colombia. abarriost@ut.edu.co

La cuantificación del uso del agua consumida por los árboles es un componente clave para el manejo forestal sostenible, especialmente en ecosistemas de bosque seco tropical donde la disponibilidad hídrica es un factor limitante para la productividad y la resiliencia de las plantaciones forestales. La transpiración, principal vía de consumo de agua en los árboles, se estima a partir de mediciones de flujo de savia que deben escalarse a nivel de árbol utilizando el área conductiva de albura. Sin embargo, la variabilidad estructural de la albura y la falta de modelos específicos introducen incertidumbre en estas estimaciones, limitando su aplicación en la planificación silvicultural (Yaemphum et al., 2022; Zhao et al., 2023). Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la variación de la profundidad y el área de la albura (A_A), así como algunas propiedades de la madera asociadas, y desarrollar modelos alométricos para estimar el área conductiva de albura en árboles de *Gmelina arborea* creciendo en condiciones de bosque seco tropical en Colombia. El muestreo se realizó de manera no destructiva en 133 árboles distribuidos en siete rodales con edades entre 4 y 13 años, índices de sitio (IS) entre 17,3 y 27,3 m y densidades que variaron de 355 a 1750 árboles por hectárea. En cada árbol se midió el diámetro a la altura del pecho (D) y el área de proyección de copa (APC), y se extrajeron núcleos de madera en los cuatro puntos cardinales para evaluar dimensiones y propiedades de la albura. Los resultados indican que la mayor proporción de la variabilidad en las dimensiones de la albura se explica por diferencias entre rodales y entre árboles dentro del rodal, mientras que la variación dentro del árbol tuvo un efecto menor y no significativo sobre el área total de albura. No se detectaron diferencias significativas entre orientaciones cardinales, lo que sugiere una distribución radial relativamente uniforme de la albura en los árboles evaluados. Se observaron relaciones alométricas sólidas entre el área de albura y variables dendrométricas fácilmente medibles, especialmente con D (r = 0,94) y APC (r = 0,80). Los modelos desarrollados permitieron estimar el área de albura con alta precisión, el mejor modelo: , alcanzó un coeficiente de determinación alto (R^2 = 0,93) cuando se incorporaron variables de sitio, lo que evidencia la influencia de las condiciones de crecimiento sobre la estructura hidráulica del árbol. Estos resultados destacan el potencial de los modelos propuestos como herramientas prácticas para mejorar la estimación del uso del agua, apoyar estrategias de manejo adaptativo y optimizar la eficiencia en el uso del recurso hídrico en plantaciones forestales de zonas secas. El estudio aporta bases sólidas para integrar procesos ecohidrológicos en la planificación forestal y enfrentar los desafíos asociados al cambio climático en sistemas productivos tropicales.

Palabras clave: Manejo forestal; Transpiración; Uso del agua.

RESUMEN

Potencial de cama de aviário e do biochar a partir de podas urbanas para a produção de mudas de *Cordia trichotoma*

Evaluation of poultry litter and urban pruning-derived biochar as substrates for Cordia trichotoma seedling production

Kassiani de Fatima Bueno Ruth[1], Jardelma Assunção Sousa[1], Fernando Kassab Thibes[1], Luís Guilherme Pereira de Brito Brito[2], Fernanda Niéri Lima[2], Victoria da Silva Santos[2], Victor Lucas Rodrigues Alcides Do Nascimento[2], Nilson Costa Neto[2], Luana Maria Dos Santos[3], Elisabete Vuaden[4], Flávia Alves Pereira[4], Erick Martins Nieri[4]

[1]Graduandos(as) Engenharia Florestal, bolsista Napi Wood-Tech, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. kassianiruth@alunos.utfpr.edu.br

[2]Graduandos(as) Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

[3]Doutora, bolsista técnica do Napi Wood-Tech, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, Brasil

[4]Doutores e Professores, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

A crescente geração de resíduos sólidos oriundos das atividades urbanas e agropecuárias representa um desafio significativo para a gestão ambiental. Nesse contexto, o estudo de formas alternativas de reutilização desses materiais, por meio da produção de mudas florestais de qualidade, constitui uma estratégia promissora para o aproveitamento de resíduos orgânicos. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial de *Cordia trichotoma* sob diferentes proporções volumétricas de cama de aviário, biochar (obtido a partir de resíduos de podas urbanas) e substrato comercial. Para isso, utilizou-se cama de aviário (CA) e resíduos de poda urbana, já triturados, oriundos do município de Dois Vizinhos-PR. O biochar de resíduo de poda urbana (BIO) foi obtido por meio da pirólise, conduzida a uma temperatura média de 400°C por cinco horas. O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado com nove tratamentos, cinco repetições e dez tubetes por parcela. Os tratamentos foram estabelecidos por proporções volumétricas entre CA, BIO e substrato comercial (SC), sendo estas: T1: 100% de SC; T2: 10% de CA, 5% de BIO e 85% de SC; T3: 10% CA, 15% BIO e 75% SC; T4: 20% CA, 5% BIO e 75% SC, T5: 20% CA, 15% BIO e 65% SC; T6: 20% CA, 25% BIO e 55% SC; T7: 30% CA, 5% BIO e 65% SC; T8: 30% CA, 15% BIO e 55% SC; e T9: 30% CA, 25% BIO, 45% SC), junto a formulação do substrato, realizou-se a adubação com osmocote 14-14-14, disponibilizando 4 kg de adubo por m³ de substrato. As variáveis respostas avaliadas para a avaliar a emergência das plântulas foram a porcentagem de emergência (E%) e o índice de velocidade de emergência (IVE) até 25 dias. Para a avaliação do desempenho morfológico, utilizou-se a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC) e o número de folhas (NF), obtidos após 30 dias da emergência. Os dados

foram tabulados e, quando apresentaram normalidade do erro pelo teste de Shapiro-Wilk, aplicou-se a análise de variância à 5% de probabilidade do erro. Quando significativo, utilizou-se o teste de agrupamento de médias Scoot-Knott à 5% de probabilidade do erro. Ao observar os resultados, notou-se que para as variáveis respostas E%, IVE, H e DC não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados. Entretanto, verificou-se que as médias dos tratamentos apresentam uma tendência positiva para as combinações que contemplam 15% de biochar. Para a variável NF, todos os tratamentos com biochar foram superiores ao T1. Contudo, pode-se preliminarmente destacar que as combinações com as diferentes proporções volumétricas de biochar e cama de aviário tem potencial para ser empregado como substrato para a produção de mudas de *Cordia trichotoma*.

Palavras chave: Louro pardo; Resíduos; Substrato.

RESUMEN

Potencial dendrocronológico y dinámica de crecimiento de *Maclura tinctoria* (Mora amarilla) en la Selva Paranaense, Misiones

Dendrochronological potential and growth dynamics of Maclura tinctoria (Mora amarilla) in the Paranaense Forest, Misiones

Daniel Zena[1], Marcos Radins[2], Diego Ortiz[3], Juan Mauricio Quezada Alvarez[4]

[1]Ing. Ftal. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina, Misiones, Eldorado, Argentina. danyezena@gmail.com

[2]Profesor Adjunto, Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina

[3]Estudiante de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina

[4]Profesor Ayudante de Primera, Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina

Este trabajo constituye la primera evaluación dendrocronológica de *Maclura tinctoria* (Mora amarilla) en la Selva Paranaense, Misiones, con el objetivo de analizar su potencial para estudios de anillos de crecimiento, caracterizar su dinámica radial y estimar su edad óptima de aprovechamiento biológico. Se analizaron seis secciones transversales obtenidas de tres árboles con DAP de 38, 41 y 48 y una altura de fuste aproximadamente de 4,1 m, provenientes de un aprovechamiento forestal autorizado en la Reserva de Biosfera Yabotí. De cada individuo se extrajeron secciones de la base y de la parte superior del fuste. Los segmentos basales presentaron refuerzos pronunciados y marcada excentricidad asociada a la presencia de leño de reacción. Las muestras fueron procesadas mediante técnicas estándar de dendrocronología: secado, pulido, fechado visual, medición de anillos con CooRecorder y validación estadística con CDendro y COFECHA. Con el fin de minimizar errores asociados al leño de reacción, el fechado y las mediciones se realizaron únicamente en sectores de las secciones donde los anillos presentaban menor deformación y mayor continuidad radial. La construcción de la cronología, el cálculo de incrementos y el análisis de disturbios se realizaron través del lenguaje estadístico R con los paquetes dplR y TRADER. Los resultados confirmaron que *M. tinctoria* forma anillos anuales distinguibles, permitiendo construir una cronología de 74 años (1949–2022) con una intercorrelación de 0,44, valor aceptable para especies subtropicales, lo cual valida su uso en futuros estudios dendrocronológicos. El análisis de crecimiento reveló una fase juvenil lenta durante los primeros 14 años, seguida de una aceleración marcada entre los 25 y 40 años, donde se registraron los valores máximos de Incremento Corriente Anual (ICA: 6,7 mm) radial e Incremento Medio Anual (IMA: 3,2 mm) radial. A partir de los 40 años se evidenció una desaceleración progresiva del crecimiento. Con base en la intersección de las curvas suavizadas de ICA e IMA, se estimó una edad óptima de cosecha técnica de 49 años, mientras que el turno comercial podría ubicarse entre los 40 y 50 años. Estos valores

son ligeramente inferiores a lo establecido por la legislación del Ministerio de Ecología, cuyo diámetro mínimo se alcanzaría a los 55 años de edad.
El análisis de disturbios identificó un evento de liberación del dosel significativo en 1973, con dos árboles presentando incrementos radiales superiores al 100% y uno con liberación moderada. Este patrón sincrónico sugiere un origen antrópico, probablemente una corta selectiva del rodal circundante. Los individuos estudiados, que entonces tenían diámetros inferiores a 15 cm, actuaron como árboles remanentes que, tras la apertura del dosel, aceleraron su crecimiento hasta alcanzar en 2022 dimensiones óptimas para su aprovechamiento.
El estudio demuestra que *M. tinctoria* posee alto potencial para investigaciones dendrocronológicas en la Selva Paranaense, aportando información inédita sobre su dinámica de crecimiento, sensibilidad a disturbios y turnos de corta. Estos resultados constituyen una línea de base fundamental para el manejo forestal sostenible de la especie, aunque se recomienda ampliar la base muestral para fortalecer la representatividad de los modelos obtenidos.

Palabras clave: Crecimiento radial; Dendrocronología; ICA.

RESUMEN

Potencial do biochar de podas urbanas em diferentes formulações para a produção de mudas de *Cordia trichotoma*

Potential of biochar from urban pruning in different formulations for the production of Cordia trichotoma seedlings

Érick Martins Nieri[1], Victória Silva Santos[2], Kassiani de Fátima Bueno Ruth[2], Luana Maria Santos[3], Flávia Alves Pereira[1], Eleandro José Brun[1]

[1]Graduandas em Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. ericknieri@utfpr.edu.br

[2]Doutores, Professores de Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

[3]Doutora em Ciência e Tecnologia da Madeira, bolsista técnica do Napi Wood-Tech, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

A crescente geração de resíduos provenientes do manejo de poda da arborização urbana possibilita o desenvolvimento de soluções sustentáveis para a transformação em novos produtos. Consoante a isso, surge o emprego do biochar, um material carbonáceo produzido da pirólise, e que se destaca com propriedades relevantes para a atividade dos substratos, promovendo maior retenção de água e nutrientes, estabilidade de carbono e mitigação das mudanças climáticas. Com isso, objetivou-se avaliar o efeito inicial do biochar produzido a partir de resíduos de podas urbanas, como condicionador de substrato para a produção de mudas de *Cordia trichotoma*. Para isso, coletou-se os resíduos da poda urbana, já triturados, do município de Dois Vizinhos-PR. O biochar foi obtido por meio da pirólise, conduzida a uma temperatura média de 400°C. O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos, cinco repetições e dez tubetes por parcela. Os tratamentos foram compostos pela incorporação do biochar ao substrato comercial em diferentes porcentagens volumétricas (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% e 50%). As variáveis mensuradas até aos 45 dias após o semeio foram a porcentagem de emergência (E%) e o índice de velocidade de emergência (IVE). Para verificar o desenvolvimento morfológico, avaliou o diâmetro do coleto (DC) e a altura (H) aos 60 dias pós a emergência. Os dados foram tabulados e submetidos a análise de normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Atendendo aos pressupostos, procedeu-se a análise de variância e, quando significativo, aplicou-se o teste de agrupamento de médias Scott-Knott à 5% de probabilidade do erro. Para a variável E%, as formulações com porcentagens de 0%, 15% e 20% apresentaram resultados superiores as demais. Para o IVE, a porcentagem volumétrica com 15% de biochar apresentou resultados superiores aos demais, sendo que porcentagens volumétricas contendo os maiores valores de biochar apresentaram redução no índice de IVE. Ao verificar a H, nota-se que a formulação com 15% de biochar apresentou resultados superiores aos demais, enquanto, para o DC as formulações com 15% e 20% de biochar foram melhores que os demais. Contudo, os resultados preliminares, a princípio, destacam que os tratamentos com 15% e 20% de biochar promovem

melhores condições para a emergência e desempenho das mudas de *Cordia trichotoma*.

Palavras chave: Biocarvão; Louro-pardo; Resíduos.

RESUMEN

Preparación de terreno en el cultivo de yerba mate. Su efecto a los 18 meses

Soil preparation for yerba mate cultivation. Its effect at 18 months

Norberto Manuel Pahr[1,2], Fernando Serino[3], Marcos Costa[4], María Rosana Ferruchi[5]

[1]Ing. Ftal. (M.Sc.), Investigador, EEA Montecarlo-INTA. Montecarlo, Misiones, Argentina. pahr.norberto@inta.gob.ar; norberto.pahr@fcf.unam.edu.ar

[2]Docente, Facultad de Ciencias Forestales-UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Estudiante de Grado, Facultad de Ciencias Forestales-UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

[4]Lic. Admin. Agraria, EEA Montecarlo-INTA. Montecarlo, Misiones, Argentina.

[5]Ing. Ftal., Extensionista, AER Eldorado-INTA. Eldorado, Misiones, Argentina.

La yerba mate *(Ilex paraguariensis A. St. Hill.)* es un cultivo de gran importancia socioeconómica en Misiones, Argentina, donde la mayoría de las plantaciones se establecen en Ultisoles, suelos con reducida fertilidad química natural y susceptibilidad a la compactación. La preparación del terreno se considera una etapa crítica debido a que influye directamente en la supervivencia y el crecimiento inicial de las plantas, afectando la productividad futura del cultivo. El objetivo es evaluar cinco técnicas de preparación de terreno (T) para el cultivo de yerba mate, donde T1 consiste en plantar en hoyos de 0,30 m de diámetro y 0,40 m de profundidad hechos con pala, T2 en huecos de 0,30 m de diámetro y 0,40 m de profundidad hechos con máquina hoyadora accionada con la toma de fuerza de un tractor agrícola, T3 en surcos preparados con un cincel hasta una profundidad de 0,30 a 0,40 m traccionado con tractor agrícola, T4 en surcos generados con un subsolador a una profundidad de 0,50 a 0,60 m traccionado con tractor agrícola, y T5 en un surco central igual que en T4 pero con dos surcos a ambos lados a una profundidad de 0,30 a 0,40 m generados con cincel doble y traccionados con tractor agrícola. La plantación se realizó en el mes de mayo del año 2023 de manera manual, sin fertilización. Se estableció una experiencia con un diseño en bloques completos al azar con 5 repeticiones. Se evaluó sobrevivencia y crecimiento en altura. Se realizó análisis de la variancia y la comparación de medias con la prueba de Tukey (α=0,05 para altura total y α=0,10 para % de sobrevivencia). A los 9 meses se determinó el nivel de fallas presentes y a los 18 meses la altura total con vara en cm. Los resultados logrados muestran que el porcentaje de sobrevivencia varió entre 91,7% (T1), 94,8 (T5), 95,7 (T2), 97,2 (T3) y 97,5 (T4), encontrándose diferencias estadísticas entre T1 con respecto a T3 y T4, indicando un efecto favorable de los sistemas de preparación de terreno con uso de subsolador (T4) y de cincel (T3) usados por separado sobre la sobrevivencia inicial de las plantas se yerba mate, no así el método combinado (T5). En cuanto al desempeño de la altura total a los 18 meses, los valores promedios se comportaron de la siguiente manera: T1=58,0 cm, T5=62,3 cm, T2=68,4 cm, T4=73,1 cm y T3=77,4 cm. La prueba de Tukey (α=0,05), señaló diferencias estadísticas entre T1 con respecto a T4 y T3, también entre T5 y T3. Aún cuando son resultados prematuros, se concluye que los sistemas de preparación de terreno que involucran la roturación vertical en surcos favorecen el desarrollo inicial de las plantas de yerba mate en comparación con los métodos de labranza en hoyos, los cuales condicionan

el desarrollo del sistema radicular a un espacio de suelo roturado menor. Igualmente es necesario continuar evaluando el efecto en períodos de tiempo más prolongados, para observar si se mantienen, diluyen o aumentan las diferencias entre tratamientos.

Palabras clave: Crecimiento; *Ilex paraguariensis*; Mortandad.

RESUMEN

Produção de mudas de *Peltophorum dubium* a partir de formulações de cama de aviário e biochar de poda urbana

Production of Peltophorum dubium seedlings using formulations of poultry litter and urban pruning-derived biochar

Fernando Kassab Thibes[1], Jardelma Assunção Sousa[1], Luís Guilherme Pereira Brito[2], Luana Maria Dos Santos[3], Flávia Alves Pereira[4], Eleandro José Brun[4], Érick Martins Nieri[4]

[1]Graduandos (as) em Engenharia Florestal, bolsista Napi Wood-Tech, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. fernandothibes@alunos.utfpr.edu.br

[2]Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

[3]Doutora, bolsista técnica do Napi Wood-Tech, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, Brasil.

[4]Doutores e Professores, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

A produção de mudas florestais requer substratos sustentáveis e nutricionalmente adequados, capazes de promover o desenvolvimento inicial das plantas. A cama de aviário apresenta elevada concentração de nutrientes, especialmente nitrogênio, fósforo e potássio, enquanto o biochar contribui para a melhoria das propriedades físicas e químicas do substrato, como aumento da porosidade, da capacidade de retenção de água e da adsorção de nutrientes. Assim, a combinação desses materiais apresenta potencial para utilização como substrato na produção de mudas florestais. Diante disso, o objetivo foi analisar diferentes proporções volumétricas de biochar, cama de aviário e substrato comercial no desempenho inicial de mudas de *Peltophorum dubium*. O experimento foi realizado nas instalações da UTFPR, campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. Para isso, utilizou-se cama de aviário e resíduos de poda urbana, já triturados, oriundos do município. O biochar de resíduo de poda urbana foi obtido por meio da pirólise, conduzida a uma temperatura média de 400°C por cinco horas. O desenho experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, cinco repetições e dez plantas por parcela, sendo dispostas duas sementes por tubete. As sementes foram distribuídas entre os seguintes tratamentos: T1: 100% de substrato comercial, T2: 10% de cama de aviário, 5% de biochar e 85% de substrato comercial, T3: 10% de cama de aviário, 15% de biochar e 75% de substrato comercial, T4: 20% de cama de aviário, 15% de biochar e 65% de substrato comercial e o T5: 30% de cama de aviário, 15% de biochar e 55% de substrato comercial. Todos os tratamentos receberam adubação de 4 Kg de osmocote 14-14-14 por m³ de substrato e as sementes foram semeadas em tubetes de 110 cm³. Para o teste de emergência foi realizado

avaliações diárias em um período de 30 dias para a obtenção da porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência. Somada a estas, foi realizado a avaliação dos índices morfológicos de altura e diâmetro do coleto, após 30 dias da emergência das sementes. Os dados foram tabulados e submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para aferir a sua normalidade. Com os pressupostos atendidos, os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos, aplicou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ao erro. Ao analisar os resultados, o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de germinação não apresentaram diferenças significativas nos diferentes tratamentos. Para a altura e diâmetro do coleto os tratamentos T3, T4 e T5 foram superiores aos demais. Conclui-se, preliminarmente, que os tratamentos com proporções volumétricas de 15% de biochar incorporado com cama de aviário e substrato comercial possui influência positiva no desenvolvimento inicial das mudas de *Peltophorum dubium*.

Palavras chave: Canafístula; Resíduos; Substrato.

RESUMEN

Respuesta fotosintética de *Pinus taeda* L. y pino híbrido F1 PEE×PCH INTA-PINDO frente a estrés hídrico severo y su recuperación

Photosynthetic response of Pinus taeda L. and F1 hybrid PEE×PCH INTA-PINDO to severe water stress and recovery

Cristian Damián Schoffen[1,2], Nardia Bulfe[1]

[1]Ing. Ftal. Investigador, INTA, E.E.A. Montecarlo. Av. Libertador 2472. Montecarlo, Misiones Argentina. schoffen.cristian@inta.gob.ar

[2]Ing. Ftal. Docente, UNaM, FCF. Bertoni 124. Eldorado, Misiones Argentina.

El agua es un factor clave en el crecimiento y desarrollo de especies forestales. Frente a escenarios de cambio climático donde se intensifican la frecuencia y duración de períodos de sequía, evaluar la respuesta ecofisiológica de especies y genotipos de *Pinus* frente al déficit hídrico resulta fundamental para orientar estrategias de selección genética destinadas a obtener materiales con mayor tolerancia al estrés hídrico. Por ello el objetivo del presente estudio fue analizar el efecto del estrés hídrico sobre la tasa de asimilación neta de CO_2 (A_{net}, µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}), en plantas jóvenes de pino híbrido F_1 PEE×PCH INTA-PINDO (PH) y *Pinus taeda* L. (PT) cultivadas en macetas de 20 l en invernadero. Se aplicó un tratamiento de estrés hídrico (suspensión de riego por 21 días) y un control (riego por goteo a capacidad de campo) en seis plantas por especie en cada uno. La A_{net} se determinó mediante analizador de gases infrarrojo (LICOR 6400XT®) a una densidad de flujo de fotones de 1500 µmol m^{-2} s^{-1} y [CO_2] de 400 ppm, al final del período de estrés y tras 7 días de recuperación. Se realizó un ANOVA bifactorial para detectar diferencias estadísticas (α= 0,05) entre los factores especie y régimen hídrico como su interacción. Bajo disponibilidad hídrica óptima A_{net} fue igual entre especies (p= 0,196), con promedios de 11,1±1,4 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} y 11,0±3,4 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} para PH y PT respectivamente. Esto indica que ambas especies presentan comportamiento fisiológico comparable en términos de capacidad fotosintética. Tras 21 días sin riego, el nivel estrés del régimen hídrico difirió significativamente del control (p< 0,001), donde PH presentó una A_{net} de 1,4±1,7 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}, reducción del 87,4%, mientras que PT tuvo una A_{net} de 5,6±3,3 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}, disminución del 49,1%. Estos resultados indicarían mayor tolerancia al déficit hídrico en PT, vinculada posiblemente a diferencias en el control estomático. Tras 7 días de rehidratación no se detectaron efectos significativos en el régimen hídrico (p= 0,222) tampoco en la interacción (p= 0,331). Producto de una menor conductancia estomática, 0,16±0,03 durante el estrés y 0,08±0,02 durante la recuperación, el control presentó A_{net} menor en la etapa de recuperación, con valores de 6,4±1,7 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} y 7,3±1,4 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} para PH y PT respectivamente. Mientras que las plantas estresadas y en recuperación los promedios ascendieron a 5,3±2,4 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} y de 6,2±2,6 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} también para PH y PT respectivamente, sin diferencias significativas (p= 0,331). La caída abrupta de A_{net} en PH bajo situación de estrés hídrico indica mayor regulación estomática, respecto a PT. La variabilidad entre individuos refleja respuestas fisiológicas heterogéneas, probablemente vinculadas a diferencias genéticas intraespecíficas. El estrés hídrico redujo significativamente la fotosíntesis en ambas especies, aunque PT mostró mayor capacidad de mantener la asimilación de carbono, mientras que PH presentó una respuesta más sensible, asociada a un

comportamiento más conservador. Estos resultados brindan criterios claros para la selección de genotipos orientadas a la tolerancia al déficit hídrico.

Palabras clave: Asimilación de carbono; Plasticidad fenotípica; Tolerancia.

RESUMEN

Calidad de las semillas de *Cupania vernalis* Cambess recolectadas después de la dispersión natural

Quality of Cupania vernalis Cambess seeds collected after natural dispersal

Valentina Celeste Alpuy[1], Carlos Alfredo Stucan[1], Patricia Micaela Pryczuk[1], Rocio Soledad Villalba[1], Daniela Cleide Azevedo de Abreu[2], Beatriz Irene Eibl[3]

[1]Académicos de la carrera de Agronomía de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina. valentinaalpuy04@gmail.com

[2]Docente de UTFPR-DV y Investigadora Postdoctoral en Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina. danielaabreu@utfpr.edu.br

[3]Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina. eiblbeatriz@gmail.com

Cupania vernalis es una especie arbórea nativa de América del Sur, utilizada en proyectos de restauración ecológica, destinadas a recuperar áreas degradadas ya que sus frutos son muy apreciados por las aves, que comen solo el arilo y, al descartar las semillas, contribuyen a la dispersión de la especie. Los análisis físicos, fisiológicos y sanitarios de laboratorio de las semillas forestales son cruciales para garantizar su calidad, viabilidad y potencial germinativo. Esto permite el control de patógenos y la selección de lotes de semillas para la producción de plántulas y la recuperación exitosa de áreas degradadas, asegurando que las semillas seleccionadas germinen y se desarrollen adecuadamente en condiciones reales de campo. El presente estudio tuvo como objetivo realizar análisis físicos, fisiológicos y sanitarios iniciales de un lote de semillas de *C. vernalis* colectadas del suelo luego de su dispersión. En el LabSe de la FCF-UNaM, luego de procesar las semillas y retirar el arilo, se realizaron análisis físicos, como contenido de agua, peso de mil semillas y número de semillas por kilogramo, así como biometría (ancho, grosor y largo) de las semillas, este último con 4 muestras de 25 semillas. Para la germinación, se utilizó arena como sustrato, a una temperatura de 25°C con cuatro réplicas de 25 semillas. En cuanto a la calidad sanitaria, se evaluó al microscopio la presencia y ausencia de daño por insectos. Posteriormente, se realizaron cortes transversales en las semillas y se evaluó el porcentaje de semillas sanas y dañadas por insectos. Las semillas presentaron un contenido de agua de 15,3 %, 180,2 g para un peso de mil y 5.549 semillas por kilogramo. En cuanto a la biometría de las semillas, el promedio de los parámetros evaluados fue 9,91 mm para ancho, 5,15 para el grosor y 6,61 para el largo. Después de 30 días de siembra en condiciones de laboratorio, no se observó germinación. Se observó la presencia de hongos en la testa, lo que indica semillas deterioradas. Probablemente, las semillas ya estaban vacías. En la evaluación sanitaria del lote, el examen microscópico externo reveló que el 76 % de las semillas presentaban daño en la testa y contenían larvas u oviposición, mientras que el 24 % estaban intactas. La evaluación interna de las semillas tras el corte longitudinal mostró que el 82 % presentaba daño larvario y el 18 % estaban sanas. No se

encontraron insectos adultos. Los resultados indican que la falta de germinación probablemente se debió a la alta tasa de depredación por insectos en la etapa larvaria. Los resultados de densidad de semillas también pueden verse afectados por la presencia de larvas o insectos. Se recomienda realizar estudios futuros para analizar la calidad de las semillas en el laboratorio, comparando frutos y semillas recolectadas en suelo y directamente del árbol. También se recomienda incluir pruebas para evaluar la viabilidad y el vigor de las semillas, adaptando el protocolo de prueba de tetrazolio, y estudios para identificar insectos y hongos asociados con las semillas de esta especie.

Palabras clave: Dispersión natural; Insectos; Recolección de semillas.

RESUMEN

Crecimiento de especies arbóreas nativas en sistemas agroforestales con yerba mate en Misiones: ajuste de modelos para DAP y altura total

Growth of native tree species in yerba mate agroforestry systems in Misiones, Argentina: modeling DBH and total height

Sara Regina Barth[1, 2], Néstor José Munaretto[1,3], Noelia Mercedes Ramírez[1], Diego Rolando Aquino[1], Lucas Manuel Giménez[1], Cristian Pablo Infuleski[4]

[1]INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina. barth.sara@inta.gob.ar

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones, Argentina.

[3]Ministerio del Agro y la Producción Provincia de Misiones.

[4]Profesional independiente. Asesor de El Rocío S. A.

Los sistemas agroforestales (SAF) con yerba mate constituyen una alternativa relevante para diversificar la producción y aumentar la resiliencia del cultivo en el NEA, integrando un componente arbóreo nativo con potencial productivo, ecológico y funcional. En este trabajo se caracterizó el crecimiento hasta los 15 años de las especies arbóreas nativas incorporadas en SAF yerbateros mediante el ajuste de modelos para diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total, con el propósito de generar herramientas cuantitativas útiles para el manejo agronómico-silvícola. En ninguna de las especies evaluadas se supera una densidad de implantación de 80 a 100 plantas por hectárea, lo cual refleja el objetivo productivo de compatibilizar el componente arbóreo con la yerba mate. Se analizaron series de crecimiento por edad correspondientes a seis especies nativas: *Araucaria angustifolia* (pino Paraná), *Handroanthus heptaphyllus* (lapacho negro), *Balfourodendron riedelianum* (guatambú), *Peltophorum dubium* (cañafístola), *Cordia trichotoma* (loro negro/peteribí) y *Parapiptadenia rigida* (anchico colorado). Para cada especie se evaluaron modelos matemáticos de uso frecuente y modelos con base biológica. Estos modelos emplearon como variable predictora a la edad. Los primeros permiten describir tendencias de manera empírica, aunque presentan menor consistencia biológica y menor capacidad de extrapolación fuera del rango observado. En cambio, los modelos biológicos (por ejemplo, Chapman–Richards y Gompertz) representan explícitamente la forma sigmoidea del crecimiento. En términos generales, tanto el crecimiento diamétrico (DAP) como la altura total fueron descritos de manera adecuada por los modelos biológicos, destacándose Chapman–Richards en la mayoría de las especies, con ajustes elevados y consistentes con la dinámica esperada. En anchico colorado el ajuste fue alto, aunque con mayor variabilidad relativa respecto de las especies de mejor desempeño. El ajuste de los modelos de altura total fue menor que para el DAP, lo cual es consistente con la influencia de la competencia y del sitio en sistemas mixtos, además del bajo número de plantas por hectárea y la diversidad del material genético implantado. Los modelos ajustados resultan aplicables hasta los 15 años (edad de datos observados), y su extrapolación podría evaluarse hasta un máximo aproximado de 20 años, dado que se trata de modelos biológicos sigmoideos

asintóticos. Los resultados confirman que el uso de modelos de crecimiento constituye una herramienta práctica para la estimación del crecimiento, planificación silvícola y toma de decisiones en sistemas productivos diversificados, especialmente a escala predial. En particular, estos modelos constituyen una base cuantitativa para definir especies prioritarias, estimar su desempeño temprano y orientar decisiones de manejo del componente arbóreo en SAF yerbateros.

Palabras clave: Componente arbóreo; Diversificación productiva; Modelos de crecimiento.

RESUMEN

Crecimiento inicial de 10 especies arbóreas nativas en 3 posiciones topográficas en la Reserva de Usos Múltiples Guaraní (RUMG), Misiones, Argentina

Initial growth of 10 native tree species in 3 topographic positions in the Guaraní Multiple Use Reserve (RUMG), Misiones, Argentina

Claudio Javier Dummel[1], Luis Javier Ritter[1], Silvia Marisel Korth[1], Guillermo Federico Küppers[1], Facundo Javier Sanchez[2], Omar Ferreira[2], Rita Marilin Da Rosa[2], Leandro Noel Ortellado[2], Heidi Krausemann[2], Facundo Daniel Benitez[2], Héctor Fabian Romero[1], Natalia Soledad Benitez[1], Romario A. Dohmann[3]

[1]Ingeniero Forestal, Docente - Facultad de Ciencias Forestales - UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina. claudio.dummel@fcf.unam.edu.ar

[2]Estudiante, Facultad de Ciencias Forestales - UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Coordinador Programa Crece Selva Misionera – Fundación Hora de Obrar

La restauración de bosques afectados por incendios mediante la plantación de especies arbóreas nativas constituye una estrategia para la recuperación de la Selva Paranaense. El desempeño de estas plantaciones depende de los cuidados culturales durante el establecimiento y de las condiciones del sitio, generalmente determinados por la posición topográfica. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento en altura total de cinco especies nativas maderables y cinco no maderables plantadas en tres posiciones topográficas (loma, media loma y bajo) en la RUMG. En 2.022, posterior a la ocurrencia de un incendio, se establecieron 3 ha experimentales, 1 ha por cada posición topográfica. En cada hectárea la plantación se realizó en 10 fajas, donde, en la faja se dispusieron las especies maderables en el centro y a ambos lados, en un diseño a tres bolillos, las especies frutales. Por situación se implantaron 900 individuos, 300 maderables y 600 no maderables. Para analizar el efecto de la posición topográfica sobre la altura total se ajustaron modelos lineales mixtos, considerando la altura a los dos años desde la plantación como variable dependiente, la posición topográfica como efecto fijo y las fajas de plantación como efecto aleatorio, mediante el paquete nlme del software R. A los dos años de la plantación se observaron diferencias significativas en altura entre posiciones topográficas, con respuestas específicas según la especie. Entre las especies maderables, Peltophorum dubium presentó los mayores valores de crecimiento con diferencias significativas entre loma (2,9 m), media loma (2,13 m) y bajo (1,43 m). Cordia trichotoma alcanzó 2,58 m en loma, 1,88 m en media loma y 1,42 m en bajo, sin diferencias significativas entre media loma y bajo. Handroanthus heptaphyllus mostró valores similares entre loma (2,15 m) y media loma (1,78 m), con

una disminución significativa en el bajo (0,98 m). En Cedrela fissilis se registraron diferencias entre loma (1,41 m) y bajo (0,97 m), con valores intermedios en media loma (1,19 m). De manera similar, Handroanthus albus presentó alturas medias de 1,16 m, 1,05 m y 0,84 m en loma, media loma y bajo, respectivamente. En las especies no maderables se observaron patrones de crecimiento más bajos y variables. Plinia peruviana presentó alturas similares entre posiciones topográficas (0,30 m en loma, 0,27 m en media loma y 0,26 m en bajo). En contraste, Plinia rivularis mostró mayor crecimiento en el bajo (0,41 m), superando a la media loma (0,27 m) y loma (0,30 m). Eugenia uniflora evidenció diferencias marginales entre posiciones (0,88 m en loma, 0,90 m en media loma y 0,75 m en bajo). Finalmente, *Campomanesia xanthocarpa* y *Eugenia involucrata* presentaron una tendencia similar, con mayor crecimiento en loma respecto al bajo, con valores entre 0,49 m y 0,79 m. En conclusión, las especies maderables exhibieron mayor crecimiento en altura que las no maderables, y se evidenció un efecto consistente de la posición topográfica sobre el crecimiento inicial. Estos resultados destacan la importancia de considerar la heterogeneidad topográfica en las especies arbóreas utilizada en el diseño de plantaciones de restauración post-incendio.

Palabras clave: Incendios; Plantación; Restauración.

RESUMEN

Crecimiento inicial de 8 familias de pino híbrido F1 INTA-PINDO en la zona Noroeste de Misiones, Argentina

Initial growth of 8 families of hybrid pine F1 INTA-PINDO in the Northwest area of Misiones, Argentina

Aldo Keller[1], Eduardo Hildt, Diego Aquino, Lucas Gimenez

[1]Ing. Ftal. Investigador. INTA EEA Montecarlo. keller.aldo@inta.gob.ar

En el marco del convenio de vinculación tecnológica INTA-PINDO para Consolidar el desarrollo del Pino híbrido F1 INTA-PINDO, se vienen desarrollando y difundiendo al sector productivo plantines de dicho material. A los efectos de evaluar el crecimiento de diferentes familias de cruzamiento controlado producidas en dicho marco, en el año 2022 se diseñó e instaló un ensayo con 8 familias creciendo bajo 3 densidades iniciales de plantación, siendo estas 1666, 833 y 416 plantas por hectárea, en marcos de plantación de 3x2, 3x4 y 3x8m, respectivamente. El objetivo de esta investigación es poder contar a futuro con información para recomendar cuál o cuáles de esas familias podría ser utilizada para determinado fin productivo, en función de su crecimiento y desarrollo de copas, entre otras características. Se ha determinado la supervivencia de cada familia al primer año y desde el año 2023 se realizan mediciones anuales de crecimiento. Las variables que hasta ahora se han medido incluyen diámetro a la altura del pecho (dap - 1,3m), altura total y de base de la copa viva y diámetro de copa en dos puntos (de su parte más baja), además de observaciones de la forma de los árboles (torcidos, bifurcados, etc). Los resultados obtenidos hasta la medición al tercer año (octubre 2025) muestran supervivencias superiores al 90% para todas las familias, con poca variación entre familias, lo que se considera razonable y aceptable, siendo las mayores causas de muerte de plantines los ataques de hormigas, escasez de lluvias en las semanas posteriores a la plantación y algunos problemas de plantación. De los resultados de la medición al tercer año, si bien son aún preliminares y para nada concluyentes, se obtuvo una variación diamétrica (dap) de 11 a 14 cm, alturas de 5,5 a 7,8m y diámetros de copas de 2 a 3m, a una altura de base de copas promedio en torno a 2m, consecuencia de la primera poda realizada a los 2,5 años, aproximadamente. Aún no hay un efecto marcado de las densidades de plantación, ya que hasta aquí las plantas han crecido con un nivel mínimo de competencia, que se irá incrementando con el tiempo, producto del crecimiento propio de los árboles. Las tendencias observadas muestran que hay tres familias que se vienen destacando por su crecimiento, independientemente de la densidad de la plantación, mostrando, además, una de ellas, una de las menores expansiones de copa, lo que la haría potencialmente interesante para ser utilizada en sistemas silvopastoriles o agroforestales. Los resultados hasta aquí obtenidos son parciales y se requiere continuar con las mediciones para llegar a resultados más concluyentes.

Palabras clave: Materiales genéticos; Plantaciones forestales; Sistemas silvopastoriles y agroforestales.

RESUMEN

Crecimiento inicial de especies nativas en sistemas mixtos consociados con *Eucalyptus grandis* en el Norte de Corrientes

Initial growth of native species in mixed plantations with Eucalyptus grandis in northern Corrientes, Argentina.

Luis Ritter [1], Claudio Dummel[1], Silvia Korth[1], Stefani Suarez[1], Karina Keller[1], Facundo Benitez[1], Andres Diesel[1], Noel Ortellado[1], Cecilia Hartel [1], Mirna López[1], Diego Ramirez [1], Pablo Aquino[2]

[1]Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. luis.ritter@fcf.unam.edu.ar

[2]Pomera Maderas, Cambium Earth.

En los últimos años, en el marco de proyectos de carbono, la restauración de áreas degradadas mediante plantaciones de especies arbóreas nativas se ha consolidado como una fuente de adicionalidad. Estas plantaciones representan una estrategia de restauración activa que permite reintroducir especies de interés ecológico y productivo. No obstante, aún es limitado el conocimiento sobre su crecimiento a cielo abierto y en sistemas mixtos con especies de rápido crecimiento que brindan sombra en etapas tempranas. El objetivo de este estudio es evaluar el crecimiento en DAP y altura total al segundo año de edad de especies nativas implantadas en sistemas mixtos consociados con *Eucalyptus grandis* bajo diferentes densidades. El ensayo se desarrolló en el marco de un proyecto de carbono de Cambium Earth, ejecutado y gestionado por Pomera Maderas, en tres sitios del predio Garruchos (Corrientes) provenientes de uso ganadero, abarcando 20,5 ha. Las plantaciones se establecieron con distanciamientos de 4 × 4 y 4 × 2 m, en combinación con 0, 25 y 50 % de *Eucalyptus*, alcanzando densidades totales de 625 y 1250 ind.ha^{-1}. La disposición espacial se realizó en líneas exclusivas de especies nativas y líneas exclusivas de *Eucalyptus*, cuya proporción relativa determinó densidades de 0, 156, 312 y 625 ind.ha^{-1} de *Eucalyptus*. Se analizó el efecto de la densidad de esta especie sobre el crecimiento en DAP y altura total de las especies nativas dos años después de la plantación, mediante modelos lineales simples y mixtos utilizando el programa R. De las 17 especies nativas implantadas, las que alcanzaron mayor altura fueron *Peltophorum dubium*, *Parapiptadenia rigida*, *Cordia trichotoma, Jacaranda micrantha y Handroanthus heptaphyllus,* con promedios de 3,44, 3,43, 3,43, 2,8 y 2,7 m, respectivamente; alcanzando valores máximos de hasta 7 m para las de mayor crecimiento. En DAP, los crecimientos más altos no fueron representados por las mismas especies, los mayores valores medios expresados en cm fueron 5,4 (*C. trichotoma*), 4,1 (*P. dubium*), 3,3 (*Enterolobium contortisiliquum*), 3,1 (*J. micrantha*) y 2,6 (*Handroanthus albus*), con valores máximos de hasta 9,1 cm en *C. trichotoma*. Los análisis estadísticos evidenciaron que la altura de *P. dubium* y *C. trichotoma* no fue afectada significativamente por la densidad de *Eucalyptus*. En contraste, la altura de *P. rigida* y *J. micrantha* disminuyó a partir de 312 *Eucalyptus*.ha^{-1}, mientras que *H. heptaphyllus* mostró una reducción únicamente bajo 625 *Eucalyptus*.ha^{-1}. En relación con el DAP, la respuesta a la densidad de *Eucalyptus* no siguió el mismo patrón observado en la altura. Se registró una disminución significativa del DAP en *C. trichotoma*, *P. dubium* y *J. micrantha* a partir de 312 *Eucalyptus*.ha^{-1}, mientras que en *E. contortisiliquum* la reducción se evidenció desde 156 *Eucalyptus*.ha^{-1}. Por su

parte, *H. albus* presentó una respuesta menos consistente, ya que únicamente 156 *Eucalyptus*.ha^{-1} mostró una disminución del DAP. La incorporación de *Eucalyptus* no favorece el crecimiento de las especies nativas, sin embargo, una densidad de 156 *Eucalyptus*.ha^{-1} podría generar mayor cobertura y microclima favorable a corto plazo sin comprometer el crecimiento al segundo año de varias especies nativas.

Palabras clave: Arboles nativos; Plantaciones forestales; Selva paranaense.

RESUMEN

Efecto de dosis de fertilizante en la emergencia y supervivencia inicial de plántulas de la especie arbórea nativa Curupay (*Anadenanthera colubrina* Vell.) – Fabaceae

Effect of Fertilizer Doses on Emergence, Initial Survival, of Seedlings of the Native Tree Species Curupay (Anadenanthera colubrina Vell.) - Fabaceae

Facundo Agustin Zarate[1], Tamara Ayelen Cano[1], Daniela Cleide Azevedo de Abreu[2], Luis Maria Boveda[3], Beatriz Irene Eibl[4], Cecília Gonzalez[4], Genoveva Gatti[4,5]

[1]Estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina. facundozarateee@gmail.com

[2]Docente de la UTFPR-DV e Investigadora Postdoctoral de la carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Ingeniero/a Agrónomo en Pindo S/A, Puerto Esperanza, Misiones, Argentina.

[4]Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

[5]Investigador/a del Conicet, Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

Anadenanthera colubrina conocida en Argentina como curupay es una especie arbórea nativa perteneciente a la familia Fabaceae. Se trata de una especie heliófila, que puede alcanzar entre 15 y 20 m de altura. Presenta frutos dehiscentes, ligeramente curvadas, de color castaño oscuro. La madera es dura y pesada utilizada en carpintería rural y tirantería, entre otros usos. Además, diversos estudios han destacado su buen potencial de supervivencia y su aporte al stock de carbono en ensayos de restauración y plantaciones mixtas evaluadas. La producción de plantines de buena calidad de especies arbóreas nativas es crucial para el éxito de los proyectos del sector forestal, los cuales requieren especial atención en la optimización de las técnicas silviculturales en vivero. El uso de fertilizantes de liberación lenta, como Osmocote, constituye una estrategia prometedora para asegurar el suministro continuo de nutrientes esenciales desde el establecimiento, influyendo directamente en la emergencia, la supervivencia y el crecimiento inicial de las plántulas. Este estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de diferentes dosis de fertilizante en la emergencia y la supervivencia inicial de plantines de curupay (*Anadenanthera colubrina*) durante la fase de establecimiento en vivero. Los frutos/semillas fueron recolectados en octubre de 2025. Tras la extracción de las semillas del interior de los frutos, en el Laboratorio de Semillas (LabSe) de la FCF-UNaM se realizaron las evaluaciones del poder germinativo, determinándose el contenido de humedad, el peso de mil semillas y el número de semillas por kilogramo. En el Vivero Experimental Jardín Botánico Selva Misionera, el ensayo se llevó a cabo en tubetes de 140 cm^3, utilizando como sustrato base corteza de pino compostada y evaluando diferentes dosis de fertilizante: 0 g L^{-1}, 2,0 g L^{-1}, 4,0 g L^{-1}, 6,0 g L^{-1} y 8,0 g L^{-1}. Para cada tratamiento se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro repeticiones de 10 plántulas cada una. Se evaluó el porcentaje

de emergencia y la tasa de supervivencia y mortalidad de las mudas a los 10 y 35 días después de la siembra. En los resultados obtenidos en laboratorio, las semillas recién recolectadas presentaron un contenido de humedad del 20,44%, una germinación del 98%, un peso de mil semillas de 231 g y 4.315 unidades por kilogramo. A los 10 días de la siembra, el tratamiento con la dosis de 4,0 g L^{-1} de fertilizante mostró el mayor porcentaje de emergencia, con 77,5%, y a los 35 días registró la mejor tasa de supervivencia, con 62,5%, en comparación con el testigo, que alcanzó 75% de emergencia y 60% de supervivencia. En contraste, la mayor tasa de mortalidad, con 17,5%, se observó en el tratamiento con la dosis de 8,0 g L^{-1}, que presentó 70% de emergencia y la menor tasa de supervivencia, con 52,5%. Se sugiere que los ensayos continúen siendo evaluados en términos de la tasa de mortalidad, así como de parámetros como altura y diámetro del cuello hasta los seis meses, de acuerdo con la duración del fertilizante de liberación lenta utilizado en este ensayo.

Palabras clave: Fertilización; Mortalidad de plántulas; Vivero Forestal.

RESUMEN

Efecto de la intensidad y oportunidad de raleo sobre la resistencia al corte y compresión paralela a las fibras en madera de *Araucaria angustifolia*

Effect of thinning intensity and timing on shear strength and compression parallel to the fibers in wood of Araucaria angustifolia

Sara Regina Barth[1, 2], Aldo Esteban Keller[1], Adelaida Bragañolo[2], Alexis Nicolás Feldmann[2], Rosa Ángela Winck[1, 2], Diego Rolando Aquino[1], Ernesto Héctor Crechi[1]

[1]Investigador. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina. barth.sara@inta.gob.ar

[2]Docente Investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

Araucaria angustifolia es la única conífera nativa de Misiones establecida en plantaciones extensivas, lo que resalta la necesidad de definir prácticas silvícolas adecuadas en función del destino final de la madera. La intensificación productiva mediante raleos sucesivos puede inducir cambios en la estructura anatómica de la madera y, en consecuencia, modificar sus propiedades físico-mecánicas, condicionando su aptitud tecnológica. En este contexto surge un interés creciente por evaluar el comportamiento mecánico de la madera obtenida bajo diferentes regímenes de raleo, especialmente ante el incremento de superficies destinadas a los sistemas agrosilvopastoriles, donde se adoptan bajas densidades de plantación y esquemas de intervención periódica. El presente estudio analiza la resistencia al corte paralelo a las fibras —en orientaciones radial y tangencial— y la resistencia a la compresión paralela a las fibras en madera de *Araucaria angustifolia* procedente de un ensayo de intensidad y oportunidad de raleo, evaluado a los 34 años de edad. El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar (DBCA), con tres bloques y siete combinaciones de intensidad y oportunidad de raleo. Para este análisis se consideraron los tratamientos sin raleo (testigo), raleo suave y raleo fuerte, aplicados con una periodicidad de cuatro años. Los ensayos mecánicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM). Las determinaciones de resistencia al corte se realizaron siguiendo la norma IRAM 9596, mientras que los ensayos de compresión paralela a las fibras se efectuaron según norma IRAM 9551 (1985). El análisis estadístico se ejecutó con InfoStat empleando modelos lineales generales y mixtos. El tratamiento y la posición de la troza se definieron como efectos fijos, y el árbol como efecto aleatorio. Las comparaciones múltiples de medias se realizaron mediante el test DGC, con un nivel de significancia del 5 %. Los resultados indican que, la intensidad de raleo no generó diferencias estadísticamente significativas en la tensión de corte en sentido radial (60–73 kg cm^{-2}) ni en sentido tangencial (90–99 kg cm^{-2}). Asimismo, no se detectaron variaciones entre probetas provenientes de la primera o segunda troza. En cuanto a la compresión paralela a las fibras, tampoco se observó un efecto significativo de la intensidad de raleo ni de la posición en el fuste sobre el módulo de rotura (MOR), cuyos valores oscilaron entre 329 y 358 kg cm^{-2}. De los ensayos realizados se puede concluir que, las intervenciones de raleo aplicadas cada

cuatro años no modificaron significativamente la resistencia al corte ni la compresión paralela a las fibras en madera de *Araucaria angustifolia* a la edad de 34 años. Estos hallazgos sugieren que, bajo las condiciones evaluadas, la intensidad de raleo no compromete las propiedades mecánicas básicas de la madera, aspecto relevante para el manejo silvícola en plantaciones orientadas a sistemas agrosilvopastoriles y usos estructurales de la madera.

Palabras clave: Calidad de madera; Propiedades mecánicas; Tratamiento silvicultural.

RESUMEN

Efecto de tres esquemas de poda sobre la velocidad de cierre de las heridas del eucalipto híbrido GC INTA 9

Effect of three pruning treatments on wound closure of GC INTA 9 Eucalyptus hybrid

María de los Ángeles García[1], Sergio Orlando Ramos[2], Jorge Daniel Alejandro[3]

[1]Ing. forestal, Investigadora del departamento Forestales, INTA Concordia. Concordia, Entre Ríos, Argentina. garcia.mariaa@inta.gob.ar

[2]Ing. agrónomo, Investigador del departamento Forestales, INTA Concordia. Concordia, Entre Ríos, Argentina.

[3]Ing. agrónomo, Jefe de campo de El Alambrado, INTA Concordia. Concordia, Entre Ríos, Argentina.

Los clones de eucalipto se diferencian en abundancia, diámetro basal y longevidad de sus ramas. El estado de las ramas afecta la velocidad del cierre de la poda. El clon de *Eucalyptus grandis x Eucalyptus camaldulensis* GC INTA 9 presenta a los 21 meses de 3 a 6 ramas entre 1,2 m y 1,4 m desde la base, de las que el 82 % permanecen vivas. Además, se destaca por presentar capacidad de enraizamiento superior a otros clones híbridos y por la calidad, vigor y sanidad de los plantines en vivero. La densidad básica de la madera de este híbrido es superior a la de los clones puros y la semilla mejorada de *E. grandis*, con índice de rajado apenas superior al de *E. grandis,* y madera luminosa y de color predominantemente amarillo, que lo diferencia de otros clones híbridos. Esas características indican aptitud para su cultivo para usos sólidos estructurales y visuales, con la ventaja de la longevidad de las ramas, que permite aplicar podas eficientes en un rango temporal amplio. En este estudio se evaluó el progreso de cierre de heridas de poda del clon GC INTA 9 durante 17 meses, en un lote con distanciamiento de 4,9 m x 3,6 m. Con diseño completamente aleatorizado y 4 repeticiones, en parcelas de 798 m^2 se aplicó poda a 2,5 m a los 20 meses (T1); poda a 2,5 m a los 20 meses, levante a 4,5 m a los 22 meses (T2); poda a 2,5 m a los 20 meses, levante a 4,5 m a los 25 meses (T3). El progreso del cierre de las heridas se evaluó en 3 plantas por parcela en la sección de 1,2 m-1,4 m del fuste desde la base, donde a cada nudo se le midió el diámetro, desde la primera poda y bimestralmente durante 17 meses. La proporción de heridas cerradas se analizó con modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) mediante la función de enlace logit para evaluar diferencias entre tratamientos, y regresión logística para comparar las curvas de progreso del cierre de las heridas de poda. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre la proporción de heridas cerradas de los tratamientos al final de la evaluación: T1, 93 %; T2, 89 %; T3, 95 % (p-valor: 0,5401). No hay diferencias en las curvas de progreso del cierre de las heridas de poda según el tratamiento (p-valor=0,1419); el progreso del cierre varía según el momento de monitoreo: a los 12 meses fue del 62,5 %, 62,2 % y 74,6 %, en T1, T2 y T3 respectivamente. En conclusión, el híbrido GC INTA 9 muestra plasticidad en su reacción en cuanto al momento de aplicación y la intensidad de la poda, lo que permite planificar la intervención con mayor flexibilidad que para otros clones, sin resignar efectividad.

Palabras clave: Manejo forestal; Modelos lineales generalizados; Progreso de oclusión.

RESUMEN

Efecto del control de takuapí (*Merostachys claussenii* Munro) en superficies variables sobre la densidad de la regeneración natural, en Misiones, Argentina

Effect of takuapí (Merostachys claussenii Munro) control across variable-sized surfaces on natural regeneration density in Misiones, Argentina

Claudio Javier Dummel[1], Pablo Andrés Poszkus Borrero[1], Facundo Javier Sanchez[2], Omar Ferreira[2], Leonardo Bonifacio Da Vega[2], Héctor Fabian Romero[1], Natalia Soledad Benitez[1]

[1]Ingeniero Forestal, Docente - Facultad de Ciencias Forestales - UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina. claudio.dummel@fcf.unam.edu.ar

[2]Estudiante, Facultad de Ciencias Forestales - UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

La Selva Paranaense en Argentina, cuya cobertura para el año 2.020 se estimó en 1,5 millones de hectáreas, presenta una gran proporción con extracción selectiva de madera realizado de forma intensiva, lo que ha alterado la dinámica natural. Estas intervenciones generan grandes aperturas en el dosel favorables para ser colonizados rápidamente por bambúseas, como el takuapí (*Merostachys claussenii* Munro), su dominancia impide el establecimiento y desarrollo de la regeneración natural de especies arbóreas. Ante esta situación, se evaluó la respuesta de los renovales arbóreos frente a la corta de cañas en "claros" de superficie variable en la Reserva de Usos Múltiples Guaraní (RUMG), Misiones. El sitio de estudio, con antecedentes de aprovechamiento forestal, presentaba una estructura arbórea con densidad de 247 ind./ha. y un área basal de 16,3 m²/ha.

En el año 2.021, se instalaron parcelas circulares bajo un diseño al azar, aplicando la corta de bambúseas en tres tamaños de claro: 100, 250 y 500 m², con seis repeticiones por tratamiento. En el relevamiento inicial se registraron los renovales de entre 30 cm de altura y 10 cm de DAP, proceso que se repitió en 2.024. Los datos obtenidos fueron extrapolados a la hectárea para su análisis estadístico. Dada la naturaleza de medidas repetidas sobre las mismas unidades experimentales, se emplearon modelos lineales mixtos a través del software InfoStat (2.022). Esta técnica permitió gestionar el desbalance de datos y modelar una estructura de errores heterocedástica, tanto para los años de medición como para los tratamientos, garantizando la robustez de las inferencias.

Los resultados revelaron que la interacción entre el año de medición y el tratamiento es altamente significativa ($\rho < 0.0001$). El modelo explicó el 36% de la varianza total, reflejando la complejidad de la dinámica de regeneración. De acuerdo con la prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), se observó un incremento generalizado en la densidad de individuos hacia 2.024, estableciéndose una jerarquía clara de respuesta según el tamaño del claro generado. Para el año 2.024, el tratamiento de 250 m² alcanzó el mejor desempeño estimando 3.931 ind./ha., superando significativamente al de 100 m² (2.715 ind./ha.) y al de 500 m² (2.195 ind./ha). Mientras en el 2.021, los tratamientos

de 100 y 250 m² eran estadísticamente similares (1.215 y 1.491 ind./ha.), siendo el de 500 m² el que presentaba los valores más bajos (695 ind./ha.).
Se concluye que la corta de takuapí en superficies variables es una práctica silvicultural factible con efectos positivos inmediatos en el reclutamiento de renovales. Además, las intervenciones en claros de 250 m² muestran un mejor desempeño de la regeneración natural, pudiendo estar asociado a un mejor equilibrio lumínico y microclimático respecto al de claros menores o mayores. Estos hallazgos, aunque iniciales, posicionan a los claros de tamaño intermedio como la técnica más prometedora para la restauración de la estructura arbórea en bosques degradados.

Palabras clave: Bambuséas; Recuperación; Renovales.

RESUMEN

Efectos de la fertilización en plantas de Pino Híbrido F2 (*P. elliottii* var. *elliottii x P. caribaea* var. *hondurensis*) sobre suelo rojo en el NO de Misiones, Argentina

Effects of the Fertilization of F_2 Hybrid Pine (P. elliottii var. elliottii x P. caribaea var. hondurensis) plants, on red soil in Northwest Misiones, Argentina

Adrian Moller[1], Natalia Romina Banegas[2], Marcelo Javier Beltrán[3], Luis Colcombet[4]

[1]Ing. Agr. Becario INTA EEA-Montecarlo - Docente FCF-UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina. moller.adrian@inta.gob.ar

[2]Ing. Zoot., Dra. IIACS-INTA. Leales, Tucumán, Argentina - Docente FAyZ-UNT.

[3]Ing. Agr. (Dr.). Instituto de suelos. INTA Castelar, Buenos Aires, Argentina - Docente UNSAdA.

[4]Ing. Agr. (Mgter.). INTA EEA-Montecarlo. Eldorado, Misiones, Argentina - Establecimiento "Robillard-Cué".

La fertilización es una práctica silvícola mundialmente difundida, orientada a mejorar la calidad y la productividad de los cultivos. Sin embargo, su uso no es habitual en Argentina. Existen antecedentes con resultados positivos de fertilización fosfatada de arranque en *Pinus taeda* para suelos rojos de la provincia de Misiones, con efectos hasta 8 meses post fertilización. Con el objetivo de evaluar la respuesta en supervivencia y crecimiento de plantas de pino híbrido F_2 con 8 meses de instalación, se estableció un ensayo de fertilización con distintas combinaciones nutricionales. La plantación del componente forestal fue realizada de manera manual en junio del 2024, con un esquema de líneos pareados: 3,3 m x 3 m y callejones (para fines Silvopastoriles), en el establecimiento "Robillard-Cué" (Puerto Esperanza, Misiones, Argentina). El suelo pertenece al orden de los Ultisoles, cuyos usos previos fueron *Araucaria angustifolia* y *Pinus taeda* con manejo silvopastoril. El diseño experimental fue un DCA con 12 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento. La superficie de cada unidad experimental (UE) fue 240m^2 con 20 plantas por UE. Los tratamientos fueron: T1, testigo (sin fertilización); T2, aplicación de SPS (110 g.pl^{-1}); T3, aplicación de dolomita (40 g.pl^{-1}); T4, aplicación con fertilizante foliar (30 ml.pl^{-1}); T5, aplicación de ClK (100 g.pl^{-1}); T6, combinación de SPS (110 g.pl^{-1}) + dolomita (40 g.pl^{-1}); T7, SPS (110 g.pl^{-1}) + foliar (30 ml.pl^{-1}); T8, ClK (100 g.pl^{-1}) + SPS (110 g.pl^{-1}); T9, ClK (100 g.pl^{-1}) + dolomita (40 g.pl^{-1}); T10, ClK (100 g.pl^{-1}) + foliar (30 ml.pl^{-1}); T11, dolomita (40 g.pl^{-1}) + foliar (30 ml.pl^{-1}); y T12, combinación conjunta de los tratamientos T2 + T3 + T4 + T5. Se registraron las variables diámetro a la altura del cuello (DAC) y altura total (At) de las plantas, luego se aplicaron los distintos productos en proyección de copa (en febrero del 2025). Se repitió la medición a los 6 meses, evaluando también la supervivencia %. En base al DAC y At se calculó el volumen de las plantas asumiendo a las mismas como un cono. Los resultados volumétricos se evaluaron mediante ANOVA (α = 0,05) y ante diferencias significativas, se utilizó la prueba de Tukey para la comparación múltiple de medias, no observándose diferencias significativas ($p > 0.05$). Los tratamientos T1, T2 (SPS) y

T6 (SPS + dolomita) alcanzaron incrementos volumétricos medios de 346 $cm^3.pl^{-1}$, 491 $cm^3.pl^{-1}$ (+42%) y 476 $cm^3.pl^{-1}$ (+38%), mientras que la supervivencia de T6, T2 y T1 fue 100 %, 98,7 % y 96,2 % respectivamente. Aunque las diferencias no fueron significativas, se evidenció una tendencia de mayor crecimiento volumétrico y supervivencia en los tratamientos con aplicación de fósforo (solo o en combinación con dolomita). Los resultados de los restantes tratamientos fueron menores al control. Dichas respuestas son consistentes con antecedentes regionales de fertilización fosfatada en estadios tempranos de establecimiento forestal. Esto sugiere que la incorporación temprana de estos insumos podría acelerar la robustez estructural de las plantas, asegurar menores pérdidas en plantaciones juveniles y, potencialmente, acortar tiempos de ingreso de animales en sistemas silvopastoriles.

Palabras clave: Nutrición forestal; Silvopastoril; Superfosfato.

RESUMEN

Efeito de adubação NPK na área foliar de *Khaya grandifoliola* C. D.C

Effect of NPK fertilizer on the leaf area of Khaya grandifoliola

Gabriel Soares Lopes Gomes[1], Jacyelli Sgranci Angelos[2], Marcos Vinicius Winckler Caldeira[3], Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira[4], Maria Eduarda Marques da Conceição[5], Sannawá da Graça Ferreira[6], Fabricia Benda de Oliveira[7]

[1]Doutor em Ciência Florestal, Pós-doc no Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo. gsoares.flo@gmail.com

[2]Doutorando em Ciência Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo.

[3]Doutor em Ciência Florestal, Professor titular no Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo.

[4]Doutor em Ciências Florestais, Professor titular, Instituto Federal do Espírito Santo *campus* Alegre.

[5]Doutoranda em Agronomia, Departamento de agronomía, Universidade Federal do Espírito Santo.

[6]Mestranda em Ciências Florestais, Departamento de Ciências Florestais, Universidade federal do Espírito Santo.

[7]Doutora em Produção Vegetal, Professora no Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo.

O gênero *Khaya*, popularmente conhecido como mogno-africano, é originário da África e inclui quatro espécies de importância madeireira da família Meliaceae. A *K. grandifoliola* se destaca pelo alto valor comercial e qualidade da madeira, utilizada em móveis, construção e instrumentos musicais. Contudo, a escassez de informações silviculturais, especialmente sobre área foliar e adubação, dificulta o manejo de mudas. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da adubação NPK (16-08-12) no desenvolvimento da área foliar da espécie. O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Ifes, Alegre, Brasil. As mudas são de origem seminal, procedentes de Paragominas (Pará). Foram produzidas em tubetes de 280 cm^3 com substrato comercial (95% casca de pinus e 5% de vermiculita) e fertilizante de liberação controlada (FLC) na formulação NPK 16-08-12. O delineamento inteiramente casualizado foi utilizado, com quatro repetições e 12 plantas por parcela e oito doses crescentes de NPK (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 g L^{-1}). A área foliar foi mensurada, aos 180 dias com o *Leaf Area Meters* LI-COR 3100. Os dados passaram por testes de homogeneidade (Bartlett) e normalidade (*Shapiro-Wilk*), sendo posteriormente analisados por ANOVA ($p > 0,05$). O efeito das doses sobre a área foliar foi avaliado por regressão polinomial no software R (pacote ExpDes). Os resultados demonstraram resposta positiva da área foliar de K. grandifoliola ao incremento das doses de NPK, evidenciando o papel fundamental desses nutrientes no crescimento inicial das mudas. Isso pode ser justificado pelo fato que o N estimula a expansão foliar, por meio da síntese de proteínas e clorofila,

diretamente ligada à fotossíntese, enquanto que P favorece o metabolismo energético e o K atua na regulação osmótica e no equilíbrio hídrico. A análise de regressão também apresentou bom ajuste, com R^2 igual a 0,93, além de valor área foliar atingindo médias de 800 cm^2. A dose de máxima eficiência técnica foi de 22,96 g L^{-1}, acima da maior dose testada (14 g L^{-1}), indicando que as mudas ainda responderiam positivamente a níveis mais altos de NPK. Esse resultado evidencia a alta exigência nutricional de *K. grandifoliola* na fase inicial e a importância do manejo adequado da adubação em viveiros. De maneira geral, a expansão da área foliar observada em resposta às doses aplicadas demonstra o potencial da prática de adubação como ferramenta essencial no manejo de viveiros dessa espécie. Assim, os resultados obtidos evidenciam que a adubação NPK exerce efeito significativo e positivo sobre o crescimento foliar de K. grandifoliola, sendo indispensável para a produção de mudas de qualidade e para o sucesso de futuros plantios comerciais.

Palabras clave: Fertilizante de liberação controlada (FLC); IAF; Mogno-africano.

RESUMEN

Estudio del crecimiento y producción de *Pinus taeda* en suelos grises de Corrientes con mayor stock final

Study of growth and production of Pinus taeda in grey soils of Corrientes with higher final stock

Raúl Vicente Pezzutti[1], Raúl Alberto Schenone[2], Silvana Lúcia Caldato[3], Christian José Chrapek[4]

[1]Ing. Forestal, Gerente, BDP S.A., Posadas, Misiones, Argentina. rpezzutti@cmpc.com

[2]Ing. Forestal, Subgerente, BDP. S.A., Posadas, Misiones, Argentina.

[3]Ing. Forestal, Profesora de USAL, Posadas, Misiones, Argentina.

[4]Ing. Forestal, Profesor de USAL, Posadas, Misiones, Argentina.

Conocer el crecimiento y la productividad de las plantaciones de *Pinus taeda* en suelos de tendidos altos del NE de Corrientes es de gran importancia para tomar decisiones de manejo.
En la región, las plantaciones son manejadas con una densidad final cercana a 350 árboles.ha^{-1} y diámetros de 38 cm a 40 cm en turnos de 18 a 20 años, generando productos laminables y aserrables gruesos de difícil colocación en el mercado actual. La industria del aserrío actualmente demanda rollos con diámetro en punta fina entre 30 y 15 cm. El presente trabajo se realizó con el objetivo de analizar el crecimiento y la producción de *Pinus taeda* en suelos grises del NE de Corrientes para producir materia prima para aserrío acorde a la demanda actual.
Este ensayo se instaló en un rodal de *P. taeda* establecido en el predio La Marta de BDP, con una silvicultura sitio-específica. Fueron instaladas aleatoriamente 4 parcelas rectangulares de 810 m^2, con 40 plantas de medición. A la edad de 6,5 años, las parcelas se ralearon selectivamente de 1302 a 506 plantas.ha^{-1}, generando un volumen de 62 m^3.ha^{-1}. Anualmente se realizaron mediciones y determinaciones de las principales variables dasométricas, hasta cumplir los 24 años. Fueron determinados, el índice de sitio del rodal a los 15 años de edad (IS), el índice de densidad del rodal (IDR) y se confeccionó una tabla de rodal. Se definió un diámetro promedio objetivo de 31 cm para el análisis.
El IS del rodal es 24,2. La mortalidad se inició entre los 12 y 13 años con un área basal superior a 36,5 m^2.ha^{-1}. El incremento en DAP se maximizó a los 9 años con 3,5 cm.año^{-1}. A los 13 años fue superado el diámetro objetivo con un valor de 31,3 cm, un área basal.ha^{-1} de 38,5 m^2.ha^{-1} y con una sobrepoblación del 6%. El área basal alcanzó un valor de 51,4 m^2.ha^{-1} a los 18 años y hasta los 24 años no se evidenciaron cambios significativos. El IMA fue creciente hasta los 18 años logrando un valor de 34,6 m^3.ha^{-1}.año^{-1} para luego decrecer.
Durante las edades de 9 a 11 años el rodal estuvo en una fase de crecimiento ideal y a partir de los 12 años ingresó al estado de sobrepoblado con mortalidad por competencia. A los 13 años el volumen total fue de 368,8 m^3.ha^{-1}, con productos aserrables entre 30 y 15 cm de diámetro en punta fina en un 86%.
Se concluye que en los suelos grises con una silvicultura sitio-específica el IS es de 24,2 y se alcanzan altas productividades. Considerando un DAP objetivo de 31 cm y densidades finales de 500 árboles.ha^{-1} es posible realizar la tala rasa a los 13 años.

A los 13 años el volumen total fue de 368,8 $m^3.ha^{-1}$ con un 86% de productos aserrables. Esta densidad final y turno de corta se convierten en una opción de manejo interesante para la región. La misma está siendo validada económicamente.

Palabras clave: Producción aserrable; Tendido alto; Turnos cortos.

RESUMEN

Evaluación del desempeño de plántulas de la especie forestal *Muellera campestris*: emergencia, supervivencia y crecimiento inicial en respuesta a la fertilización

Evaluation of the performance of seedlings of the forest species Muellera campestris: emergence, survival and initial growth in response to fertilization

Carlos Alfredo Stucan[1], Patricia Micaela Pryczuk[1], Daniela Cleide Azevedo de Abreu[2], Luis María Boveda[3], Beatriz Irene Eibl[4], Cecilia Gonzales[4], Genoveva Gatti[4,5]

[1]Académicos del curso de Agronomía de la Facultad de Ciencias Forestales UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina. stucanalfredo.z@gmail.com

[2]Docente de la UTFPR-DV, Posdoctorado del curso de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina, e-mail: danielaabreu@utfpr.edu.br

[3]ngeniero Agrónomo de la Empresa Pindo S/A, Puerto Esperanza, Misiones, Argentina. e-mail: lboveda@pindosa.com.ar

[4]Facultad de Ciencias Forestales UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina, e-mail: eiblbeatriz@gmail.com

[5]Investigadora CONICET, Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.genogatti@gmail.com

Muellera campestris pertenece a la familia *Fabaceae*, es una especie arbórea nativa que presenta valor maderable en la Selva Misionera de Argentina y contribuye a la flora local, siendo relevante para la ecología de regiones donde ocurre, incluyendo la restauración de ambientes. Se sabe que la producición de plantines en vivero depende de una serie de factores, como disponibilidad de nutrientes desempeñando papel central. Los sustratos, muchas veces, no poseen todos los elementos necesarios para sostener el crecimiento de las plantas durante su desarrollo en vivero, por lo que la aplicación de fertilizantes a menudo es una práctica indispensable. La fertilización busca garantizar que las plántulas tengan acceso a nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio, que son vitales para la fotosíntesis, el enraizamiento y la salud general de la planta, maximizando así la calidad final del material vegetal, sin embargo, para la mayoría de las especies en vivero, la dosis adecuada de fertilizante aún es desconocida. El objetivo de este trabajo fue evaluar la emergencia, supervivencia y la calidad inicial (altura y diámetro del cuello) de plantines de *Muellera campestris* sometidas a diferentes dosis de fertilizante de liberación lenta durante la fase de establecimiento en vivero. Los frutos y semillas fueron recolectados en Eldorado, Provincia de Misiones – Argentina, y posteriormente, transportados al Laboratorio de Semillas (LabSe) de la FCF - UNaM, donde se determinó el contenido de agua, peso de mil semillas, número de semillas por kilogramo y germinación. En el Vivero Experimental Jardín Botánico de la Selva Misionera se condujo el ensayo para la producción de plantines de rabo ita (*M. campestris*), las semillas fueron sembradas en tubetes de 140 cm³, conteniendo el sustrato corteza de pino compostada con las siguientes dosis de fertilizantes: (T1 -

0 gL^{-1}), (T2 -2,0 gL^{-1}), (T3 - 4,0 gL^{-1}), (T4 - 6,0 gL^{-1}) y (T5 - 8,0 gL^{-1}) y con cuatro riegos diarios de 5 minutos cada uno. El diseño fue completamente aleatorizado con cuatro repeticiones y 10 plántulas por repeticiones. En el período de 30 días se evaluaron semanalmente el porcentaje de emergencia y supervivencia. Al estabilizarse la emergencia se realizó la primera evaluación de la altura y del diámetro del cuello de los plantines. Con base en los resultados del análisis inicial de las semillas encondiciones controladas de laboratorio, la germinación fue del 93,25% con un 10,96% de contenido de agua, peso de mil de 63,46g y 15.758 semillas por kilogramo. A los 30 días de siembra, el T1 presentó un 92,5% de emergencia y mantuvo la misma tasa de supervivencia. Los tratamientos T2, T3 y T5 presentaron un 90% de emergencia y T4 con 70% y 30% no germinadas. Sin embargo, en el T5 hubo un 7,5% de mortalidad, lo que no se constató en los demás tratamientos. Las evaluaciones del índice de calidad de los plantines se realizarán hasta los seis meses de las plántulas en vivero.

Palabras clave: Fertilización de plántulas, Viveros Forestales.

RESUMEN

Influência de doses crescentes de fertilizante de liberação controlada sobre a área foliar e o desenvolvimento de *Khaya grandifoliola*

Influence of increasing doses of controlled-release fertilizer on leaf area and development of Khaya grandifoliola

Jacyelli Sgranci Angelos[1], Marcos Vinicius Winckler Caldeira[2], Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira[3], Marnela da Caridade Manuel[4], Jamilly de Assis Marques[5], Mateus Zava Zucolotto[6], Gabriel Soares Lopes Gomes[6]

[1]Mestre em agroquímica, doutoranda em ciências florestais, Universidade Federal do Espírito Santo. jacysgranci@gmail.com

[2]Doutor em Ciência Florestal, Professor titular no Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo.

[3]Doutor em Ciência Florestal, Professor titular, Instituto Federal do Espírito Santo campus Alegre.

[4] Mestra em em Agroquímica, Universidade Federal do Espírito Santo.

[5]Mestre em agroquímica, Doutorando em agroquímica, Universidade Federal do Espírito Santo.

[6]Doutor em Ciência Florestal, Pós-doc no Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo.

O cultivo de espécies do gênero *Khaya* tem se expandido no Brasil devido ao alto valor de sua madeira no mercado internacional. Entretanto, a escassez de informações técnicas ainda representa um entrave à produção. Entre os parâmetros utilizados para avaliar o desenvolvimento de mudas, a área foliar destaca-se por estar associada a processos fisiológicos essenciais, como fotossíntese e transpiração. Nesse contexto, nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio assumem papel central, pois estão entre os mais demandados pelas plantas. Considerando essa necessidade nutricional, fertilizantes de liberação controlada (FLC) surgem como alternativa promissora aos convencionais, ao possibilitar maior eficiência no uso de nutrientes, redução de custos e minimização de perdas na produção. Diante o exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de área foliar em mudas seminais de *khaya grandfifoliola* utilizando fertilizante de liberação lenta (NPK 18-05-09 mini pril) com tempo de liberação de 6 meses. O experimento foi instalado e realizado em casa de vegetação no Instituto Federal do Espírito Santo, *Campus* de Alegre – ES, em tubetes de 280 cm^3 utilizando substrato comercial sem adubação composto por por casca de pinus, cinzas, casca de arroz carbonizada. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizados, com oito doses do fertilizante (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 g L^{-1}) e quatro repetições. Aos 180 dias após a instalação, foram segmentadas duas plantas por tratamento e repetição. As folhas frescas foram colocadas no medidor integrado de área foliar (LI-3100). Os dados foram inicialmente testados quanto aos pressupostos de normalidade e

homocedasticidade, sendo posteriormente submetidos à análise de variância (ANOVA). Em seguida, procedeu-se à análise de regressão com objetivo de modelar a relação entre as doses do fertilizante de liberação controlada e a área foliar. A fim de identificar a dose de máxima eficiência técnica (DMET) na produção de mudas, derivou-se a equação quadrática. Os resultados indicaram que a maior dose testada (14 g L^{-1}) promoveu incremento expressivo da área foliar das mudas de *Khaya grandifoliola*. No entanto, a análise de regressão estimou a dose de máxima eficiência técnica em 15,44 g L^{-1}, considerada a mais adequada para o aumento desse parâmetro. O NPK desempenha papel fundamental na produção de área foliar do mogno-africano. O nitrogênio (N) promove o crescimento vegetativo e a síntese de clorofila, favorecendo a expansão das folhas. O fósforo (P) atua no desenvolvimento radicular, o que melhora a absorção de nutrientes essenciais ao crescimento foliar. Já o potássio (K) regula processos fisiológicos, como a fotossíntese e o equilíbrio hídrico, contribuindo para a qualidade e a longevidade das folhas. Assim, o manejo adequado de NPK é determinante para maximizar a área foliar e, consequentemente, o vigor e a produtividade do mogno-africano. Esse efeito reflete a maior disponibilidade e aproveitamento dos nutrientes no substrato, favorecendo o crescimento inicial das mudas em resposta às suas demandas fisiológicas.

Palabras clave: Mogno- africano; Nutrição; Viveiro florestal.

RESUMEN

Influência de fertilizante de liberação lenta na área foliar de *Khaya grandifoliola*

Influence of slow-release fertilizer on the leaf area of Khaya grandifoliola

Lessa Braz Lopes[1], Jacyelli Sgranci Angelos[2], Marcos Vinicius Winckler Caldeira[3], Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira[4], Bruna Chaves Amaral[5], Lucas de Brites Senra[6]

[1]Graduada em Ciências Biológicas, Mestranda em Agroecologia, Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, ES/Brasil. bio.lessalopes@gmail.com

[2]Mestre em agroquímica, doutoranda em Ciencias Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo - Jerônimo Monteiro -ES, Brasil.

[3]Doutor em Ciências Florestais, professor titular no departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, ES/Brasil.

[4]Doutor em Ciência Florestal, Professor titular, Universidade Federal do Espírito Santo-Campus de Alegre, ES/Brasil.

[5]Mestre em agroquímica, doutoranda em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, ES/Brasil.

[6]Especialista em Educação Ambiental e manejo de recursos naturais, Mestrando em Agroecologia, Instituto Federal do Espírito Santo, ES/Brasil.

A *Khaya grandifoliola* foi uma espécie introduzida no Brasil devido seu grande potencial econômico se destacando na produção de móveis e construção naval. Em sistemas silvipastoris e agroflorestais a espécie ganhou bastante notoriedade por ser de rápido crescimento e resistência ao ataque de pragas, surgindo como uma alternativa a limitação de outras espécies. Para o fornecimento de mudas sadias e de qualidade é necessário que viveiros tenham acesso a dados confiáveis sobre o crescimento inicial da espécie, visto que, há uma lacuna neste setor. O presente trabalho teve como objetivo a análise do efeito de diferentes dosagens de fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento da *K. grandifolia* em casa de vegetação. O experimento foi realizado em casa de vegetação no Instituto Federal do Espirito Santo – Campus de Alegre, localizado no Estado do Espirito Santo, Brasil. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram utilizados tubetes de 280 cm^3, com substrato comercial contendo as seguintes dosagens do fertilizante de liberação controlada (NPK 17-43-00): 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 g L^{-1}, por um período de 180 dias, sob condições controladas de irrigação e manejo padronizado. Após 180 dias, houve a mensuração da área foliar, para isto, foi utilizado o medidor integrador de área foliar LI-3100 (Li-Cor Inc.). A análise dos dados foi conduzida utilizando os testes de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variâncias de Bartlett, seguidos da aplicação de ANOVA, complementada por análise de regressão para avaliar a resposta das mudas às diferentes doses do fertilizante. Com os resultados obtidos, verificou-se um aumento significativo da área foliar das mudas nas doses de 0 a 10 g L^{-1} do fertilizante de liberação controlada, apresentando dose de máxima eficiência técnica (DMET) estimada em 11,14 g L^{-1}, com coeficiente de determinação (R^2 = 0,8082). Esse comportamento evidencia a influência positiva do fertilizante na atividade fotossintética. Entretanto, nas doses mais elevadas, entre 12 e 14 g L^{-1}, observou-se

estabilização e leve redução na taxa de crescimento foliar, possivelmente em decorrência da redução no aproveitamento de nutrientes ou de uma sobrecarga nutricional. Tais respostas, indicaram que o uso de dosagens baixas e excessivas tendem a não serem benéficas para a *K. grandifoliola*, podendo comprometer a absorção de nutrientes e consequentemente prejudicando seu crescimento. Deste modo, entende-se que o uso de fertilizantes de liberação lenta podem ser uma importante estratégia de produção por contribuir com a qualidade das mudas. O trabalho fornece base para o o aprimoramento de ajustes de doses visando potencializar a produção de espécie, além de contribuir para um melhor manejo em viveiros e consequentemente ampliando sua disponibilidade de para uso e recomendação em projetos que visem sua utilização em Sistemas Agroflorestais, Silvipastoris e de produção.

Palabras clave:Manejo; Nutrição Vegetal; Produção de Mudas.

RESUMEN

Influencia de la densidad de plantación en el crecimiento temprano de *Dendrocalamus asper* en el noroeste de Misiones, Argentina

Influence of Planting Density on Early Growth of Dendrocalamus asper in Northwest Misiones, Argentina

Silvia Marisel Korth[1], Hernán Gerónimo Sosa[2], Lucía Viviana Rambo[3], Marina Teresa Madoery[4], Diego Ricardo Broz[5], Alejandro Roberto Vargas[6], Mathias Isaac López[7], Enzo Martín Sanzovo[8]

[1]Ingeniera Forestal, Mgter., Prof. Adjunta (Estadística I y II, Dasometría y Bioestadística). Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones (FCF–UNaM). Eldorado, Misiones, Argentina. silvia.korth@fcf.unam.edu.ar

[2]Ingeniero Agrónomo, Mgter., Prof. Adjunto (Producción Vegetal, Forrajicultura). FCF–UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Ingeniera Forestal. Docente contratada. FCF–UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

[4]Estudiante avanzada de Ingeniería Agronómica. FCF–UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

[5]Ingeniero Forestal, Ph.D, Prof. Adjunto (Ordenación Forestal, Tesis de Grado, Explotación Forestal, Protección Vegetal). FCF–UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

[6]Ingeniero Forestal, Prof. Adjunto (Hidráulica y Ordenación Forestal). FCF–UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

[7]Ingeniera Forestal. Ayudante de Primera (Dasometría). FCF–UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

[8]Ingeniera Forestal. Ayudante de Primera (Estadística). FCF–UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina.

Dendrocalamus asper es una especie de rápido crecimiento, alto valor productivo y potencial para aplicaciones estructurales y captura de carbono. La especie genera culmos tecnológicamente maduros a partir de los 4 años de implantado, debiendo estos permanecer en la mata hasta su maduración por al menos 4 años adicionales. En Argentina su cultivo es reciente y, en el noroeste de Misiones, la información local sobre establecimiento y manejo silvícola sigue siendo incipiente. En este contexto, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de tres densidades de plantación (T1: 100, T2: 200 y T3: 400 matas ha^{-1}) sobre el crecimiento inicial de una plantación experimental instalada en 2019 en la localidad de Colonia Victoria, Misiones, Argentina. El ensayo abarcó una superficie total de 10.000 m^2, subdividida en 9 parcelas. Se implementó bajo un DCA, con tres tratamientos y tres repeticiones, y se monitorearon variables biométricas en tres momentos: al 1,5 años, 3,5 y 5,5 años. Las variables relevadas fueron circunferencia a la altura del cuello de la mata (CAC), altura del culmo más alto por mata (H), diámetro de culmos a la altura del cuello y del pecho (DAC en la primera medición y DAP en la segunda y tercera) y número de culmos por mata (N). La primera medición se realizó por censo (233 matas), en la segunda medición se seleccionaron aleatoriamente, se marcaron y se midieron 6 matas por parcela (54 matas totales), cuales fueron remedidas durante la tercera

medición. Para el análisis estadístico se ajustaron modelos lineales generales y generalizados/mixtos, considerando la edad y la densidad como efectos fijos, además de su interacción. Los resultados indicaron que la edad fue el factor con mayor efecto sobre el incremento de las variables biométricas. Respecto del efecto de la densidad, al 1,5 años no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos. A los 3,5 años se determinó que la densidad influyó significativamente sobre CAC, con promedios de 354 cm (T1), 344 cm (T2) y 291 cm (T3), y sobre N, que fue mayor en la densidad baja e intermedia (10 a 11 culmos) respecto de la alta (8 culmos). En H y DAP se observaron aumentos con la edad, pero sin diferencias significativas entre tratamientos a esa edad (H = 7,0 a 7,9 m; DAP = 5,2 a 5,6 cm). A los 5,5 años se registraron diferencias significativas entre densidades para todas las variables, evidenciando un efecto acumulativo de la competencia intraespecífica: CAC alcanzó ~550 cm en T1, sin diferir estadísticamente de los 500 cm en T2; H superó los 15,5 m en T1 y llegó a 15 m en T2, ambas superiores a los 13,5 m en T3; DAP fue de 9,33 cm en T1, estadísticamente igual a 8,24 cm en T2, mientras que esta no difirió de los 7,60 cm observados en T3. N se multiplicó por más de 3 veces respecto de la segunda medición, alcanzando 32 y 29 culmos por mata en T1 y T2, respectivamente, y alrededor de 15 en T3.

Palabras clave: Bambú gigante; Manejo silvícola; Producción.

RESUMEN

Microinjerto *in vitro* como estrategia para la propagación vegetativa de *Neltuma alba* (Griseb.)

In vitro micrografting as a strategy for vegetative propagation of Neltuma alba (Griseb.)

Edgardo Carloni[1,2], Milena Rodríguez[1,2], Carmen Vega[1,2], Diego López Lauenstein[1,2]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales. Av. 11 de septiembre 4755 (X5014MGO). Córdoba, Argentina. carloni.edgardo@inta.gob.ar

[2]Unidad de Estudios Agropecuarios (INTA-CONICET). Av. 11 de septiembre 4755 (X5014MGO). Córdoba, Argentina.

Neltuma alba (Griseb.), conocida como algarrobo blanco, es una especie forestal nativa de alta relevancia ecológica, productiva y cultural en las regiones del Gran Chaco y el Espinal de Argentina. Sin embargo, la degradación de los bosques nativos y las limitaciones técnicas para la propagación clonal de genotipos adultos dificultan la conservación y el aprovechamiento sostenible de sus recursos genéticos. En especies leñosas recalcitrantes como N. alba, la baja capacidad rizogénica de explantos adultos y la elevada incidencia de contaminación en cultivos *in vitro* restringen la aplicación de métodos convencionales de propagación vegetativa. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue desarrollar y evaluar un sistema de propagación vegetativa mediante microinjerto *in vitro* utilizando yemas de árboles adultos de *N. alba*. Para ello, se emplearon plántulas obtenidas *in vitro*, de 12 días desde la siembra, como portainjertos y se compararon hipocótilos etiolados y no etiolados, así como el efecto de reguladores de crecimiento vegetal (ácido indol-3-butírico, 6-bencilaminopurina y ácido giberélico) incorporados al medio de cultivo. Se utilizó un medio de germinación compuesto por sacarosa al 1 % (p/v) y sales basales Murashige y Skoog (½ MS), empleándose el mismo medio sin reguladores como control. Los microinjertos se realizaron con yemas laterales colectadas en primavera, verano y otoño para evaluar el efecto estacional. La respuesta se determinó mediante el porcentaje de brotación y la supervivencia durante la aclimatación *ex vitro*. A los 28 días post-microinjerto, los explantos brotados fueron transferidos para su aclimatación y establecimiento en invernadero, realizándose simultáneamente la toma de muestras para estudios histológicos. La supervivencia *ex vitro* se evaluó a los 30 días del trasplante. El análisis estadístico se realizó mediante modelos de regresión logística para evaluar el efecto de la época del año, el tipo de portainjerto y el tratamiento sobre la brotación, la supervivencia y la contaminación, considerando variables respuesta binarias y estimación por máxima verosimilitud ($p < 0,05$). Los resultados mostraron que la brotación de los microinjertos se inició a partir de la segunda semana de cultivo, alcanzando los mayores porcentajes durante la primavera, con valores de brotación superiores al 50% en microinjertos realizados sobre portainjertos etiolados. El análisis histológico evidenció una abundante formación de callo en la zona de unión y la restauración de la continuidad vascular mediante la diferenciación de tejidos cambiales y xilemáticos. Si bien la adición de reguladores de crecimiento no incrementó significativamente la frecuencia de brotación, la inclusión de IBA en el medio de cultivo mejoró significativamente la supervivencia *ex vitro* (0,88 ± 0,06), superando al control (0,56 ± 0,12), BAP (0,46 ± 0,14) y AG_3 (0,44 ± 0,13) ($p = 0,0066$). Los resultados

demuestran que el microinjerto *in vitro* constituye una estrategia viable y eficiente para la propagación vegetativa de N. alba a partir de material adulto, aportando una herramienta relevante para la conservación clonal, el rescate de genotipos seleccionados y el desarrollo de programas de manejo y restauración de especies forestales nativas.

Palabras clave: Conservación clonal; Especies leñosas recalcitrantes; Recursos genéticos forestales.

RESUMEN

Modelos de Índice de Sitio para *Tectona grandis* L.f. en Colombia

Site Index Models for Tectona grandis L.f. in Colombia

Manuel Guillermo Yaya[1], Ana Milena López[1], Alonso Barrios[1]

[1]Grupo de Investigación Madera y Bosque, Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad del Tolima, Ibagué-Colombia. ymmanuelg@ut.edu.co

En el Caribe y los Valles Interandinos colombianos, las plantaciones de *Tectona grandis* han mostrado un rendimiento prometedor, pero se carece de estudios detallados sobre su dinámica de crecimiento. Dentro de estos, la productividad forestal, medida a través del índice de sitio (IS) es una herramienta fundamental para el manejo de estas plantaciones. El objetivo del estudio fue modelar la productividad de las plantaciones de *T. grandis* en Colombia; empleando datos provenientes de 421 parcelas permanentes establecidas en plantaciones operativas con edades entre 1 a 17 años, cubriendo toda la rotación de la teca para Colombia. La base de datos fue dividida en 80% para la etapa de ajuste y el 20% restante para la validación. Se evaluaron cuatro modelos de altura dominante propuestos por Hossfeld, Bertalanffy−Richards y Lundqvist-Korf, empleando el enfoque de ecuaciones de diferencias algebraicas generalizadas (GADA) y el método de variables Dummy para el ajuste de los modelos. Los modelos fueron evaluados a través de medidas de bondad de ajuste como el coeficiente de determinación (R^2), la raíz del error medio cuadrático (S_{yx}) y el criterio de información de Akaike (AIC). En la validación de los modelos fueron usados el sesgo (BIAS), el sesgo porcentual (PBIAS), la raíz del error cuadrático medio (RMSE) y el error porcentual (PRMSE). Los modelos que presentaron el mejor ajuste fueron Bertalanffy−Richards y Lundqvist-Korf con R^2 de 0,99 y S_{yx} menores a 0,54 m. Sin embargo, en la fase de validación Lundqvist-Korf presentó los mejores estadísticos con sesgo promedio de -0,002% y un error 3,93%. A partir del modelo seleccionado, las plantaciones monitoreadas fueron clasificadas en productividades bajas con IS ≤ 16 m, productividades medias con IS de 17 a 23 m y altas IS > 23 m (a una edad base de 12 años). El modelo seleccionado presentó una tendencia biológica realista, con curvas polimórficas y múltiples asíntotas. A partir de este modelo es posible la clasificación de sitios, y permite agregar flexibilidad en la simulación de dinámicas de crecimiento y de almacenamiento de carbono bajo diferentes escenarios de manejo.

Palabras Clave: Crecimiento y Rendimiento; Diferencias Algebraicas Generalizadas; Productividad Forestal.

RESUMEN

Quebra de dormência em espécies florestais amazônicas para produção de mudas

Breaking dormancy in amazonian forest species for seedling production

Érick Martins Nieri[1], Claudinara Siburski[2], Luana Maria Dos Santos[3]

[1]Doutor, Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. ericknieri@utfpr.edu.br

[2]Graduanda em Engenharia Florestal, Unifesspa. Canaã dos Carajás, Pará, Brasil.

[3]Doutora em Ciência e Tecnologia da Madeira, bolsista técnica do Napi Wood-Tech, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

A utilização de sementes para a produção de mudas florestais se faz cada vez mais necessária tendo em vista os impactos causados pelo desmatamento. E para a produção dessas mudas, é preciso superar a dormência das sementes para que ocorra a germinação de espécies florestais situadas no bioma amazônico. O objetivo deste trabalho foi identificar um tratamento capaz de superar a dormência de três espécies florestais provenientes da região sudeste do Pará, facilitando a produção de mudas para a propagação vegetal. O experimento foi realizado no viveiro da SEMPRU (Secretaria Municipal de desenvolvimento Rural), no município de Canaã dos Carajás, Pará, que de acordo com a classificação Koppen possui clima: Am, temperatura média: 26,4°C e precipitação média anual de 2214,1mm. No local, utilizou-se a casa de sombra com iluminação de 50%, e para irrigação aspersores ligados diariamente. As sementes de *Peltophorum dubium* (canafístula), *Dialium guianense* (jutaí) e *Pilocarpus microphyllus* (jaborandi), foram dispostas em sementeira dimensionada em 0,2 m de altura, 1,0 m de comprimento e 0,53 m de largura, revestida por lona e composta por areia grossa lavada. Para cada espécie foi conduzido um experimento disposto em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, cinco repetições de 16 sementes por parcela. Os tratamentos consistiram em escarificação mecânica manual em lixa (T1); escarificação mecânica manual em lixa e imersão em água na temperatura ambiente por um período de 24h (T2); sem escarificação (T3); sem escarificação com imersão em água na temperatura ambiente por um período de 24h (T4); e sem escarificação com imersão em água na temperatura ambiente por um período de 48h (T5). As variáveis respostas utilizadas foram a porcentagem de emergência (E%) e índice de velocidade de emergência (IVE) para todas as espécies e a altura (H) após 30 dias de emergência para a canafístula. Para análise estatística dos dados foi utilizado o SISVAR, sendo necessário para atender o pressuposto de normalidade dos dados a aplicação da equação, √y+1,0-SQRT(y+1,0), e quando a Análise de Variância foi significativa ($p < 0,05$), aplicou-se o teste de Tukey à 5% de probabilidade do erro. Ao analisar os resultados, constata-se que para a canafístula o T2 foi superior aos demais para as variáveis E%, IVE% e H. Para a espécie de jutaí foi o T1 foi o responsável ser superior aos demais para as variáveis E% e IVE. Já para o jaborandi os tratamentos não apresentaram diferença estatística. Conclui-se que a canafístula e jutaí precisam de escarificação para obterem resultados satisfatório de E% e IVE, sendo H apenas para a espécie mensurada.

Palabras Clave: Escarificação; Imersão; Sementes.

RESUMEN

Respuesta de la especie arbórea *Allophylus edulis* a diferentes dosis de fertilizante: Efectos sobre la emergencia y supervivencia inicial en un vivero forestal

Response of the tree species Allophylus edulis to different doses of fertilizer: Effects on emergence, survival and initial growth in a forest nursery

Patricia Micaela Pryczuk[1], Carlos Alfredo Stucan[1], Daniela Cleide Azevedo de Abreu[2], Luis Maria Boveda[3], Beatriz Irene Eibl[4], Cecilia González[4], Genoveva Gatti[4,5]

[1]Estudiantes de la carrera de Agronomía de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina. micaelapatriciapryczuk@gmail.com

[2]Docente de la UTFPR-DV, Investigador Postdoctoral en Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina. danielaabreu@utfpr.edu.br

[3]Ingeniero Agrónomo en Pindo S/A, Puerto Esperanza, Misiones, Argentina. lboveda@pindosa.com.ar

[4]Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina. eiblbeatriz@gmail.com

[5]Investigador del CONICET, Puerto Iguazú, Misiones, Argentina. genogatti@gmail.com

Allophylus edulis es una especie arbórea cuyas hojas se utilizan con fines medicinales en infusiones para preparar tereré (una bebida tradicional) y sus frutos en jugos y dulces. En la naturaleza, los frutos son muy atractivos para las aves. El uso de plántulas de especies arbóreas nativas es fundamental para el éxito de los proyectos de restauración ecológica, lo que justifica la optimización de las técnicas silvícolas en viveros. Los fertilizantes de liberación controlada (como Osmocote) representan una estrategia prometedora para garantizar un suministro continuo de nutrientes esenciales desde la etapa de establecimiento. Esta técnica influye directamente en indicadores vitales como el porcentaje de emergencia, la supervivencia y el crecimiento inicial de las plántulas. Por lo tanto, este estudio busca evaluar la influencia de diferentes dosis de fertilizante de liberación controlada en la emergencia, la supervivencia y el desarrollo morfométrico inicial (altura y diámetro del cuello) de plántulas de *A. edulis* durante la fase de establecimiento en vivero. Se recolectaron frutos y semillas en Eldorado, provincia de Misiones, Argentina. Luego del procesamiento de los frutos para la obtención de las semillas, se evaluó el porcentaje de germinación, contenido de agua, peso de mil semillas y número de semillas por kilogramo en el Laboratorio de Semillas (LabSe) de la FCF – UNaM. En el vivero, el experimento se realizó utilizando corteza de pino compostada como sustrato en macetas de 140 cm^3, añadiendo las siguientes dosis de fertilizante: (T1- 0 gL^{-1}), (T2- 2,0 gL^{-1}), (T3- 4,0 gL^{-1}), (T4- 6,0 gL^{-1}) y (T5- 8,0 gL^{-1}) con cuatro riegos diarios. El diseño fue completamente aleatorizado con cuatro réplicas y 10 plántulas por tratamiento. Con una germinación del 97% en condiciones de laboratorio, un peso de mil semillas de 28,55 g y 35.020 semillas por kilogramo. En

vivero se evaluaron los porcentajes de emergencia, supervivencia y mortalidad durante 37 días después de la siembra, totalizando cuatro evaluaciones. La mayor tasa de emergencia se observó en el T1 (97,5%), seguido del T5 (85%). Sin embargo, el T5 presentó la mayor tasa de mortalidad (10%), en comparación con el control (T1) y los demás tratamientos. El T3 mostró una tasa de supervivencia menor, del 30%, después de 37 días de siembra. Debido a la duración de seis meses de fertilización lenta, se recomienda medir el diámetro y la altura del cuello cada 30 días para determinar la dosis de fertilizante para esta especie. Inicialmente, el testigo mostró una mejor emergencia y una menor tasa de mortalidad, pero se observó un amarilleamiento de las hojas en la parte aérea después de 37 días de siembra, probablemente indicando una deficiencia de nutrientes. Por lo tanto, el uso de otros parámetros fisiológicos y morfológicos resulta fundamental para definir el mejor tratamiento en este estudio de vivero. Cabe destacar que, en la primera evaluación del índice de calidad inicial de las plántulas, se observó un incremento en T4 en la relación entre la altura y el diámetro del cuello después de 37 días de emergencia.

Palabras clave: Fertilización de plántulas; Sapindaceae; Vigor.

RESUMEN

Segunda evaluación del comportamiento de dos especies nativas en plantaciones forestales en Caraguatay, Misiones –Argentina

Second evaluation of the performance of two native species in forest plantations in Caraguatay, Misiones, Argentina

Andres Angel Leonardo Lindao[1], Mario Ochoa Ferreyra[1], Ramón Alejandro Friedl[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina. andres.lindao@fcf.unam.edu.ar

La selva misionera es considerada a nivel mundial un "*hotspots*" de biodiversidad, albergando especies vegetales con múltiples usos forestales. Las plantaciones forestales disminuyen la presión sobre los bosques nativos. Aunque la industria regional se basa principalmente en exóticas de rápido crecimiento, es estratégico evaluar especies nativas en sistemas productivos por su valor maderero y su aporte a la restauración ecológica.
El objetivo es presentar la segunda evaluación del comportamiento de las especies Guayubira (*Cordia americana*) y Peteribí (*Cordia trichotoma*), implantadas en plantaciones puras como alternativa a las especies exóticas tradicionales, analizando su desarrollo a los 27 años de edad.
El área de estudio se ubica en el establecimiento Caraguatay, en el municipio de Caraguatay, departamento Montecarlo, provincia de Misiones, Argentina. La plantación fue establecida en 1996, bajo un cultivo previo de *Araucaria angustifolia*, con plantines producidos en vivero local a partir de semillas de la zona. El espaciamiento fue de 5 m entre líneos y 4 m entre plantas, con líneos alternados completos por especie y una densidad inicial de 500 árboles por hectárea. La primera medición fue realizada en 2018; y la segunda medición en marzo del año 2023, cuando los individuos contaban con 27 años de edad. Se midieron diámetros y alturas, determinándose a partir de las mismas el área basal, y el volumen con una tabla de volumen del Inventario Forestal Nacional e incrementos medios anuales (IMA), mediante procedimientos dasométricos convencionales.
Para Guayubira, los diámetros oscilaron entre 11,2 cm y 40,0 cm, con un promedio de 22,9 cm y un IMA de 0,8 cm/año. Las alturas del fuste variaron entre 3,0 m y 8,0 m, con una media de 5,8 m. El área basal alcanzó 22,30 m^2/ha y el volumen total 96,96 m^3/ha, con IMA de 0,67 m^2/ha/año y 3,59 m^3/ha/año, respectivamente.
Por otro lado, en Peteribí, los diámetros variaron entre 7,0 cm y 29,1 cm, con un promedio de 16,3 cm y un incremento medio anual de 0,6 cm/año. Las alturas de fuste registraron valores entre 5,4 m y 18,5 m, con una media de 9,7 m. El área basal fue de 10,84 m^2/ha y el volumen total alcanzó 106,81 m^3/ha, con un IMA de 0,40 m^2/ha/año y 3,96 m^3/ha/año, respectivamente.
Los resultados muestran comportamientos diferenciales entre las especies. Mientras que, la Guayubira presentó mayor crecimiento diamétrico y mayor área basal, el Peteribí alcanzó mayores alturas y un volumen total superior a la misma edad.
Se concluye que ambas especies presentan desempeños productivos relevantes a los 27 años, con características complementarias de crecimiento. Estos resultados refuerzan el potencial de las especies nativas como alternativas viables en plantaciones forestales de la región y destacan la importancia de continuar con

evaluaciones periódicas que permitan ajustar estrategias silvícolas y valorar su desempeño económico y ecológico a largo plazo.

Palabras clave: Biodiversidad; *Cordia*.

RESUMEN

La importancia de evaluar la madera muerta presente en bosques del Chaco Semiárido para diferentes usos ecológicos y productivos

The importance of evaluating dead wood present in forests of the Semi-arid Chaco for different ecological and productive uses

José Antonio Díaz Zírpolo[1], Federico Calatayu[2], Rocio Saavedra[3], Mariana Parra[4], Enrique Roger[5]

[1]Dr. Cs Ftales. Ing. Ftal, Profesor Adjunto, Dendrología, Laboratorio de Anatomía de Madera, Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Capital, Santiago del Estero, Argentina. diazzirpolo@gmail.com

[2]Ing. Ftal, Auxiliar Docente, Dendrología, Laboratorio de Anatomía de Madera, Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

[3]Ing. Ftal, Auxiliar Estudiantil, Dendrología, Laboratorio de Anatomía de Madera, Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

[4]Ing. Ftal, Auxiliar Estudiantil, Dendrología, Laboratorio de Anatomía de Madera, Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

[5]Dr. Cs. Ftales. Ing. Ftal, Profesor Adjunto, Botánica Forestal. Jardín Botánico “Ing. Lucas D. Roic”, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

Atendiendo las nuevas tendencias mundiales de los programas de gestión forestal sostenible, numerosos países incluyen en sus inventarios forestales la evaluación de madera muerta (MM), la cual representa un componente básico en la estructura y funcionamiento de cualquier ecosistema forestal, ya que forma parte de numerosos procesos biológicos, físicos y químicos. Sin embargo, el desconocimiento por parte de la sociedad en considerarla como desecho o basura, refleja la falta de criterio para el manejo de los materiales residuales producto de sus múltiples actividades. El objetivo del trabajo fue evaluar la MM presente en bosques del Chaco Semiárido, a partir de su calidad, patrones eco anatómicos y grados de deterioro, con la finalidad de generar índices para usos ecológicos y productivos de este recurso. Para su realización fueron seleccionados 2 sitios de estudio de la provincia de Santiago del Estero, siendo Sitio 1 (Quimilí Paso, Dpto. Salavina) y Sitio 2 (La Breíta, Dpto. Guasayán). Sobre la base de un inventario de madera viva (MV), se adaptó un dispositivo de muestreo para evaluar MM caracterizando el material según; Posición en terreno (Árboles muertos en pie; Material caído y Tocones) y Diámetro del leño (Madera Muerta Fina (MMF) ø < 2,5 cm; Madera Muerta Mediana (MMM) 2,5 cm < ø < 7,5 cm; Madera Muerta Gruesa (MMG) ø > 7,5 cm; Madera Muerta en Pie (MMP) ø ≥ 5 cm y Tocones (MMT); Cuantificación a partir del volumen de leña de cada tipo de MM, para los cuales se establecieron criterios específicos de muestreo dentro del área de la parcela de 1.000 m^2. A su vez, se realizó la colecta y evaluación del material

leñoso caído de la especie más representativa en cada sitio, siendo *Senegalia praecox* (Sitio 1) y *Celtis tala* (Sitio 2), en sus cinco grados de deterioro (GD) según características observables *in situ*, las cuales fueron corroboradas en laboratorio determinándose su densidad básica. Posteriormente sobre cada muestra se confeccionaron tres planos de corte (transversal, radial y tangencial) para la elaboración de preparados microscópicos, con la finalidad de evaluar su anatomía siguiendo normas IAWA. Los resultados preliminares de la evaluación de MM muestran que el Sitio 1 presentó 16,71m^3/ha, mientras que el Sitio 2 posee alrededor de 36,14 m^3/ha. Del total del volumen cuantificado el 63% corresponde a MMM. Respecto a la degradación del material, las variables número de poros x mm^2, alto de radios y número de radios x mm, se mantienen sin cambios en los cinco GD evaluados, no así el diámetro de poros y ancho de radios, los cuales tienden a aumentar a medida que avanzan los GD. Los GD I al III no presentan ópticamente evidencia de deterioro de la pared celular, en cambio los GD IV y V manifiestan ruptura de pared celular y pérdida de estructura celular. Este estudio sienta bases para continuar investigando sobre la importancia de evaluar MM, permitiendo definir criterios técnicos de gestión y generación de índices de usos en diferentes tipos de bosques del Chaco Semiárido.

Palabras clave: Deterioro; Eco anatomía; Gestión Forestal.

RESUMEN

Dinámica de grupos ecológicos en la restauración pasiva de bosques ribereños de Eldorado, Misiones

Dynamics of ecological groups in the passive restoration of riparian forests in Eldorado, Misiones

Javier Ezequiel López[1,2], Juan Mauricio Quesada Álvarez[3], Karina Mabel Keller[3]

[1]Ingeniero Forestal, Ayudante de primera de la Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina. Correo electrónico: javier.lopez@fcf.unam.edu.ar

[2]Becario doctoral, Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE - CONICET), Corrientes Capital, Corrientes, Argentina.

[3]Ingeniero/a Forestal, Docente de la Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones

Los bosques ribereños desempeñan funciones ecológicas vitales y actualmente se encuentran amenazados por diversas actividades antrópicas. Una de ellas es el uso de los cursos de agua como abrevaderos para el ganado, causando la degradación de los bosques riparios, alterando su estructura nativa y comprometiendo sus servicios ecosistémicos. Ante esta problemática, se evaluó la eficacia de la restauración pasiva posterior a la exclusión del ganado en dos predios de pequeños productores agroforestales de Eldorado, Misiones, entre los años 2017 y 2021, analizando la dinámica de la regeneración natural de especies arbóreas y arbustivas. La metodología consistió en la instalación de parcelas permanentes dimensionadas en función de la categoría estructural de la regeneración. Las categorías de brinzales (> 0,50 m a 1,50 m de altura) y latizales (> 1,50 m a 3,00 m de altura; DAP < 10 cm) se evaluaron en parcelas de 20 m^2 y dentro de las cuales se instalaron subparcelas de 2 m^2 para el relevamiento de los renovales (0,15 y 0,50 m). Para todas las categorías se realizaron tres relevamientos periódicos con intervalos de dos años. En el Sitio 1 (0,9 ha) se instalaron 22 parcelas y se realizó la exclusión del ganado de forma parcial; en el Sitio 2 (0.11 ha) se instalaron 11 parcelas y se realizó la exclusión total del ganado. Los resultados revelaron que la diversidad de la comunidad vegetal está definida por el grupo ecológico de las secundarias iniciales, las cuales dominaron la composición florística en ambos sitios. En el Sitio 1 la proporción de secundarias iniciales disminuyó del 56% al 44%; las secundarias tardías aumentaron del 36% al 42%; las climaxicas aumentaron del 8% al 15%. En el Sitio 2, la proporción de secundarias iniciales descendió del 73% al 65%; las secundarias tardías disminuyeron del 27% al 19%; las especies clímax, ausentes al inicio del relevamiento, registraron una proporción del 19% en el último periodo del estudio. Respecto a las especies más abundantes, el Sitio 1 mostró una coexistencia equilibrada entre *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs, *Eugenia uniflora* L y *Luehea divaricata* Mart. En contraste, el Sitio 2 presentó una dominancia absoluta de *Helietta apiculata* Benth, con una abundancia proporcional máxima del 44%. La evolución de la densidad de la regeneración en el Sitio 1 aumentó de 15.614 ind/ha (2018) hasta un valor máximo de 21.250 ind/ha (2020). El Sitio 2 presentó un aumento de la densidad de 29.818 ind/ha (2017) hasta un máximo de 52.955 ind/ha (2019). Se concluye que la eliminación del disturbio generado por el ganado favorece la regeneración natural y la colonización de especies en estadios iniciales, generando las condiciones necesarias para la restauración a largo plazo de la biodiversidad en la Selva Paranaense.

Palabras clave: Regeneración natural; Secundarias iniciales; Selva Paranaense.

RESUMEN

Evaluación de *Peltophorum dubium* en plantación a cielo abierto para la recuperación de la cobertura nativa

Evaluation of Peltophorum dubium in an open-field plantation for the recovery of native vegetation cover

Juan Mauricio Quezada Alvarez[1], Rosario Natali Pérez Fernández[2], Norma Esther Vera[1], Carolina Magali Erruvidarte[2], Narda Yani Andrade[1], Luis Alberto Grance[1], Domingo César Maiocco[1], Alicia Monica Stehr[1], Stefani Soledad Suarez[1], Luis Javier Ritter[1], Laura Mabel Resch[2]

[1]Profesor/a, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina. juan.quezada@fcf.unam.edu.ar

[2]Estudiante o graduado/a de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina.

La Selva Paranaense en Misiones enfrenta diversos procesos relacionados a su manejo productivo que provocan su degradación y pérdida de cobertura en distintos grados, dando como resultado el empobrecimiento del ecosistema y su potencial transformación a otro uso de mayor rentabilidad inmediata. Esta situación genera la necesidad de evaluar opciones de manejo silvícola, simples y viables para la recuperación de los bosques, que cubran distintas situaciones de degradación posible. En ese marco del proyecto de investigación "Recuperación de Bosques Secundarios y Primarios Degradados de la Selva Paranaense a través de tratamientos silvícolas" se desarrolló el ensayo de plantación de *Peltophorum dubium* (Caña fístula) a cielo abierto, en un sector sin cobertura arbórea rodeado de un bosque primario degradado. El sitio inicialmente se caracterizaba por una dominancia de bambú del 90% y abundante presencia de lianas, además de helechos y herbáceas. En la primavera del año 2022 se cortó toda la vegetación y se realizó la plantación de Caña fístula con una densidad de 226 plantas.ha^{-1}. Se utilizaron plantines de 50 cm de altura, producidas en macetas en un vivero de la localidad de San Pedro, Misiones. Durante los primeros 18 meses se minimizaron las limpiezas ya que se intercalaron las plantas con el cultivo de mandioca, zapallo y maíz. Las mediciones de la sobrevivencia (%), la altura total (m) y el diámetro a la altura del cuello (DAC mm) de las plantas se realizaron a los 34 meses de edad. Los resultados preliminares indican una sobrevivencia del 92%, una altura promedio de 3,51±1,39 m y un DAC de 37,3±15,9 mm de las plantas. Estos datos, si bien son preliminares, confirman la elevada capacidad de establecimiento y crecimiento de esta especie nativa que la proyecta apta no solo en plantaciones bajo cobertura del dosel (enriquecimiento), como en la mayoría de los trabajos donde se utiliza, sino también a cielo abierto, en este caso particular en una pequeña superficie y rodeado de bosque nativo. Este comportamiento hace de *Peltophorum dubium* una de las especies nativas con gran potencial de ser utilizada en la restauración activa en la selva paranaense.

Palabras clave: Bosque degradado; Caña Fístula; Restauración.

RESUMEN

Efectividad de enriquecimiento inicial en la recuperación productiva de un bosque degradado de la Selva Paranaense

Effectiveness of initial enrichment in the productive recovery of a degraded forest in the Paraná

Juan Mauricio Quezada Alvarez[1], Carolina Magali Erruvidarte[2], Rosario Natali Pérez Fernández[2], Norma Esther Vera[1], Luis Javier Ritter[1], Narda Yani Andrade[1], Luis Alberto Grance[1], Domingo César Maiocco[1], Alicia Monica Stehr[1], Stefani Soledad Suarez[1], Laura Mabel Resch[1]

[1]Profesor/a, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina. juan.quezada@fcf.unam.edu.ar

[2]Estudiante o graduado/a de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina.

El presente ensayo forma parte de un proyecto orientado a evaluar técnicas de restauración de bosques degradados, mediante la implementación de distintas estrategias de plantación y tratamientos silvícolas en la Selva Paranaense (16/F1384-PI). La hipótesis planteada indica que, en las situaciones de bosques con escasas existencias de árboles de futura cosecha y regeneración natural valiosa, la asistencia a través del enriquecimiento bajo dosel podría aumentar su potencial productivo y contribuir a su consolidación como sistema de producción sostenible. En este contexto, se instaló en junio del 2023 un ensayo de enriquecimiento con cinco especies nativas en una superficie de 0,5 ha de bosque degradado en la localidad de Santiago de Liniers, departamento de Eldorado, Misiones. El estrato arbóreo del sitio del ensayo se ajusta a las características antes mencionadas en la hipótesis, presentando una baja riqueza con solamente 24 especies, valores bajos de densidad 152 ind.ha-1 y un área basal de 11,49 m2.ha-1. La preparación del sitio se realizó mediante la apertura de cinco rumbos cada 12,5 m con una orientación de 65°, el ancho de la faja fue de 1,5 m y 100 m de largo, correspondientes a las líneas de plantación con una separación entre plantas de 5 m, dentro de la línea de plantación. El diseño utilizado fue de Bloques Completamente Aleatorizados, con cinco bloques, cinco tratamientos (especies) y cinco repeticiones, cada parcela (tratamiento) incluyó 4 plantas, arrojando un total de 20 individuos por especie, totalizando 100 plantas evaluadas. Las especies utilizadas fueron Handroanthus impetiginosus (1), Cordia trichotoma (2), Peltophorum dubium (3), Aspidosperma polyneuron (4) y Handroanthus albus (5). La medición se realizó en junio del 2025 y se evaluó la supervivencia de las plantas y la altura total. Los resultados preliminares indican que se alcanzaron alturas medias para cada especie en metros de 2,29±0,80 (1), 2,11±0,57 (2), 2,60±1 (3), 1,24±0,23 (4) y 1,07±0,30 (5). Las especies con mejor desempeño fueron Caña fistula (3), Lapacho negro (1) y Peteribí (2). Mientras que Palo Rosa (4) y Lapacho Amarillo (5) presentaron menor crecimiento. La supervivencia de todas las especies estuvo entre el 95% y 100%. Estos valores sugieren un buen establecimiento inicial y un potencial significativo para mejorar la productividad de los bosques degradados, respaldando hasta la fecha la hipótesis del proyecto.

Palabras clave: Manejo sostenible; Restauración; Selva Misionera.

RESUMEN

Manejo de recuperación de bosque degradado de la Facultad de Ingeniería Agronómica - Universidad Nacional del Este (FIA/UNE)

Restoration Management of a Degraded Forest at the Faculty of Agronomic Engineering - National University of the East (FIA/UNE)

Lino Jara[1]

[1]Ingeniero Ambiental, Técnico de Facultad de Ingeniería Agronómica - Universidad Nacional del Este, Minga Guazú, Alto Paraná, Paraguay. linojarag@gmail.com

La desaparición progresiva de grandes extensiones de bosque nativo en Paraguay hasta los inicios de este milenio, sumada a la alta fragmentación y el estado muy degradado del remanente natural, han derivado, entre otros efectos, en la pertinencia de buscar mecanismos de recomposición y restitución de las características originales a las áreas con cobertura boscosa persistente. Por su parte, la FIA/UNE cuenta con una parcela de 5,6 hectáreas de bosque nativo degradado en su Sede Central ubicada en el Distrito de Minga Guazú, departamento de Alto Paraná. Se ha considerado que un proceso de mejoramiento en su composición y estructura ofrecerá oportunidades para la experiencia y el aprendizaje de los estudiantes, y a la vez constituir una muestra representativa de lo que se puede lograr como respuesta a la situación. Con el objetivo de realizar un manejo de recuperación del bosque natural degradado de la FIA/UNE para una producción económica sostenible, se ha formulado un Proyecto cuya metodología de trabajo incluye la identificación de las especies forestales de regeneración; la liberación de brinzales y vardazcales de la competencia; el inventario de especies forestales existentes en la parcela y la cuantificación de individuos por especie; la implantación de especies forestales de valor comercial; y la aplicación de tratamientos silviculturales necesarios (tutorado inicial, poda). La meta que se pretende alcanzar mediante el enriquecimiento del bosque con especies forestales de importancia económica y un manejo a mediano y largo plazo, es la de lograr la complejidad de un fustal ajardinado a partir de los 15 años de manejo y una posterior producción económica sostenible con alta tasa de incremento medio anual de madera comercializable. El Proyecto se encuentra en desarrollo, con participación de estudiantes de la FIA/UNE. En un corte aplicado al finalizar la primera etapa de tres años, se ha obtenido los siguientes resultados: 66 especies forestales nativas identificadas y codificadas, todas con regeneración natural; 937 árboles de especies nativas con DAP igual o mayor a 10 centímetros inventariados; 1.954 individuos de especies forestales nativas con DAP no aplicable identificados y registrados; 500 plantines de 15 especies forestales nativas, implantados para el enriquecimiento del bosque; supervivencia de 438 individuos de 15 especies forestales nativas. En conclusión, estas referencias obtenidas constituyen insumos básicos para el planteamiento de temas de investigación con rigor científico para la generación de informaciones ciertas y resultados comprobados que colaboren para el avance de la ciencia en la academia y aporten conocimientos acabados para su aplicación por parte de la sociedad.

Palabras clave: Enriquecimiento de bosque; Fragmentación; Remanente natural.

RESUMEN

O uso de espécies nativas da Mata Atlântica na recuperação de pastagens degradadas na região do Caparaó Capixaba

The use of native Atlantic Forest species in the restoration of degraded pastures in the Caparaó Capixaba region

Lucas de Brites Senra[1], Gabriel Soares Lopes Gomes[2], Lessa Braz Lopes[3], Jacyelli Sgranci Angelos[4], Carlos Herique Rodrigues de Oliveira[5]

[1]Especialista em Educação Ambiental e Manejo de Recursos Naturais, Mestrando em Agroecologia**,** Instituto Federal do Espirito Santo campus de Alegre.

[2]Doutor em Ciências Florestais, Pós Doc Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espirito Santo.

[3]Graduada em ciências biológicas, Mestranda em Agroecologia, Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, ES/Brasil.

[4]Mestre em agroquímica, doutoranda em Ciencias Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo - Jerônimo Monteiro -ES, Brasil.

[5]Doutor em Ciência Florestal, Professor titular, Universidade Federal do Espírito Santo.

O uso de mudas nativas da Mata Atlântica na recuperação de pastagens degradadas na região do Caparaó Capixaba é uma estratégia ambiental e produtiva cada vez mais adotada no Espírito Santo. A introdução desses modelos de ações ambientais é comumente chamada de REC (recuperação com plantio), e essa modalidade encontra muitos desafios, dentre os quais o principal é a adesão dos agricultores. Para minimizar os impactos gerados pela pecuária, o Estado do Espirito Santo criou o Programa Reflorestar, que desde de 2013 já implementou mais de 9,1 milhões de mudas nativas. Estudos demonstram que a integração de árvores nativas em pastagens pode melhorar a qualidade do solo, aumentar a infiltração de água e reduzir a erosão. Além disso, práticas como o consórcio com árvores e o preparo do solo em nível têm mostrado benefícios na recuperação de pastagens degradadas. O objetivo deste trabalho foi o levantamento de áreas de REC implementadas do Programa Reflorestar, em áreas anteriormente dominadas pela pecuária com pastagens degradadas. O estudo foi realizado com auxílio do banco de dados da empresa MV Gestão Integrada, sendo os dados tabulados em planilha de *Microsoft Excel* a partir dos contratos concluídos e aprovados pelo Reflorestar entre 2016 e 2017 dos municípios de Alegre, Guaçuí e Muniz Freire. Os dados foram avaliados quanto ao tipo de terreno de implementação do cultivo, uso anterior da área, número de mudas plantadas e tamanho geral das áreas em hectares, declividade do terreno e o uso de irrigação. Foram implementadas 53 áreas com REC, perfilando uma área total de 114,9 hectares e 62.890 mudas de plantas de árvores nativas da Mata Atlântica. Observou-se que os terrenos utilizados apresentaram as características: seco pedregoso em 17% dos casos e terrenos de inundação periódica corresponderam a 83%. As áreas de pastagem apresentaram uma declividade média de 11%. Em nenhuma das áreas foi feito uso de irrigação. Os dados reforçam o papel das políticas públicas direcionadas ao meio rural, como o Reflorestar, incentivando a adoção de culturas agrícolas ambientalmente mais viáveis, sendo necessário maior

atenção a recuperação dessas áreas, principalmente, para aquelas que apresentaram elevada declividade justificada pelos processos erosivos do solo. Dessa forma, a combinação de políticas públicas eficientes, práticas de manejo adequadas e o uso de espécies vegetais nativas revela-se fundamental para reduzir os impactos ocasionados pelo uso descontrolado do solo e dos recursos naturais.

Palabras clave: Agroecossistemas; Áreas degradadas; Sustentabilidade.

RESUMEN

Recuperación ambiental de un sector de la ribera del arroyo Tingazú, Colonia San Juan Bosco, San Pedro, Misiones

Environmental recovery of a sector of the Tingazú stream bank, San Juan Bosco settlement, San Pedro, Misiones.

Leila Mariel Gorrasi[1], Juan Mauricio Quezada Alvarez[2]

[1]Tec. Unv. en Guardaparques. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina. leila.gorrasi@gmail.com

[2]Ing. Forestal, Profesor adjunto, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina.

La degradación de los bosques protectores en la provincia de Misiones, especialmente en arroyos de zonas rurales, compromete la biodiversidad local y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la población humana y silvestre. El presente estudio tuvo como objetivo implementar herramientas de recuperación ambiental en un sector de la ribera del arroyo Tingazú, situado en la Colonia San Juan Bosco, San Pedro, Misiones. El sitio fue históricamente utilizado como potrero y sometido a desmalezado intensivo, presentaba signos de compactación por pisoteo de ganado y una pérdida significativa de la cobertura arbórea nativa. Para guiar las prácticas de recuperación ambiental, se seleccionó un ecosistema de referencia cercano (bosque secundario joven) y se realizó un análisis comparativo entre ambos sitios mediante la elaboración de Perfiles de Richard, en parcelas de 10 x 100m, incluyendo árboles de >10 cm de DAP. La intervención consistió en la supresión de disturbios crónicos, principalmente mediante el cercado para excluir al ganado doméstico y el cese del desmalezado intensivo. Paralelamente, se llevó a cabo un enriquecimiento del terreno a través de tres transectas de 100 m paralelas al arroyo, utilizando la metodología de tresbolillo con plantas cada 4 metros. Las especies nativas utilizadas en el enriquecimiento fueron obtenidas de viveros locales y trasplante de sitios cercanos. En las primeras dos transectas, más cercanas al arroyo, se priorizaron especies de interés ecológico y social, como anchico colorado (*Parapiptadenia rigida*), pitanga (*Eugenia uniflora*), guabirá (*Campomanesia xanthocarpa*), siete capotes (*Campomanesia guazumifolia*), yerba mate (*Ilex paraguariensis*), maría preta (*Diatenopteryx sorbifolia*), canela de venado (*Helietta apiculata*) y cerella (*Eugenia involucrata*), en la tercera transecta se utilizó fumo bravo (*Solanum granuloso-leprosum*) y canela de venado. Las tareas de mantenimiento incluyeron el abonado orgánico con Bocachi y la adición sistemática de hojarasca para conservar la humedad y fomentar la microbiología del suelo. Los resultados obtenidos a través de los Perfiles de Richard mostraron que el área de referencia cuenta con una riqueza de 16 especies y una densidad arbórea de 160 ind.ha^{-1}, mientras que para el área a recuperar se obtuvo una riqueza de 5 especies y una densidad arbórea de 50 ind.ha^{-1}. En los primeros meses de monitoreo del enriquecimiento, en las primeras dos transectas, la supervivencia de los individuos de las especies trasplantadas fue de alrededor del 70%, destacándose la excelente adaptación de la familia Myrtaceae (pitanga, cerella, siete capote y guabirá) a las condiciones de humedad de la ribera, además de la buena respuesta al crecimiento de la maría preta (fam. Sapindaceae) y la canela de venado (fam. Rutaceae). Por su

parte, fumo bravo (fam. Solanaceae) demostró ser un colonizador natural excepcional, aunque presentó dificultades en el trasplante de individuos mayores a un metro, en la tercera transecta, los que tuvieron una mortalidad del 100%. En conclusión, la recuperación de riberas degradadas es una tarea técnica posible para los pobladores rurales. La exclusión del ganado y el enriquecimiento estratégico con especies nativas adaptadas resultan herramientas eficaces para restablecer las funciones ecológicas del bosque protector a corto plazo.

Palabras clave: Educación ambiental; Regeneración natural; Restauración.

RESUMEN

Regeneración natural de árboles nativos luego de un incendio en la Reserva de Usos Múltiples Guaraní (RUMG), Misiones, Argentina: comparación a los 8 y 15 meses

Natural regeneration of native trees after the fire in the Guaraní Multiple Use Reserve (RUMG), Misiones, Argentina: comparison at 8 and 15 months

Karina Keller[1], Luis Ritter[1], Javier López[1], Facundo Benitez[1], Facundo Sanches[2], Omar Ferreira[2], Fabian Rechberger[1], Belén Gonzalez[1]

[1]Ing. Ftal, docente, Facultad de Ciencias Forestales UnaM. Eldorado, Misiones, Argentina. karina.keller@fcf.unam.edu.ar

[2]Estudiante de la Tecnicatura Universitaria Guardaparque, Facultad de Ciencias Forestales (UNaM).

En enero de 2022, un incendio afectó más de 270 ha de bosques nativos en la Reserva de Usos Múltiples Guaraní (Misiones, Argentina). La severidad del fuego puede influir en la regeneración natural, pero su evolución temporal está poco documentada. El objetivo fue comparar la riqueza, abundancia y composición de especies arbóreas regeneradas a los 8 y 15 meses post-incendio en tres niveles de severidad de incendios (alta, media y baja) y estudiar los grupos ecológicos. Para cada nivel de severidad, se delimitó un área de una hectárea, estableciendo 20 parcelas permanentes de 2 x 10 m (20 m²) en cada una, distribuidas en cuatro transectas. Fueron relevados todos los individuos arbóreos a partir de 5 cm de altura y hasta 5 cm de DAP. Luego de transcurrir 8 meses desde el incendio se registraron 28 especies en la severidad alta, 19 en la media y 36 en la baja. Las abundancias fueron 6500 ind·ha^{-1} en alta, 20 300 ind·ha^{-1} en media y 37 000 ind·ha^{-1} en baja. Las especies más abundantes en severidad alta fueron *Solanum granulosum-leprosum* (1625 ind·ha^{-1}), *Matayba elaeagnoides* (1075 ind·ha^{-1}) y *Zanthoxylum rhoifolium* (850 ind·ha^{-1}); en media, *S. granulosum-leprosum* (16650), *Pseudalbizzia niopoides* (1225) y *Z. rhoifolium* (1050); en baja, *S. granulosum-leprosum* (21475), *Ilex brevicuspis* (2075) y *Z. rhoifolium* (1925). A los 15 meses, la riqueza se mantuvo similar: con 26, 19 y 37 especies en los niveles de severidad alto, medio y bajo, respectivamente. Las abundancias cambiaron; en la alta, aumentaron a 9250 ind·ha^{-1}, mientras que en media y baja descendieron a 19 300 y 29 575 ind. ha^{-1}. Las especies dominantes también variaron, en severidad alta, *Machaerium stipitatum* alcanzó 2700 ind·ha^{-1}, seguido de *S. granulosum-leprosum* (2150 ind·ha^{-1}) y *Z. rhoifolium* (1650). En media, *S. granulosum-leprosum* disminuyó a 14 425, *P. niopoides* a 2150 ind·ha^{-1} y Z. *rhoifolium* a 1000 ind. ha-1. En baja, *S. granulosum-leprosum* se redujo a 15 550 ind·ha^{-1}, *Z. rhoifolium* a 2450 ind·ha^{-1} y apareció *Bernardia pulchella* con 2175 ind·ha^{-1}. Los resultados muestran que las áreas más afectadas con la severidad alta experimentaron un aumento de abundancia a los 15 meses. En severidades media y baja se observó disminución de la densidad por mortalidad tardía o competencia. La fuerte caída de S. *granulosum-leprosum* en todos los niveles sugiere una estrategia de establecimiento masivo inicial seguido de autorraleo. El análisis de grupos ecológicos muestra que las pioneras heliófitas, como *S. granulosum-leprosum*

dominaron inicialmente en todas las severidades. En cambio, especies como *M. stipitatum*, *B. pulchella* ganaron importancia, en severidad alta y baja. En severidad media, la secundaria tardía *P. niopoides* se mantuvo relevante. La estabilidad de la riqueza indica que el ecosistema mantiene su capacidad regenerativa. Estos hallazgos refuerzan la importancia del monitoreo para orientar acciones de restauración en bosques subtropicales afectados por incendios.

Palabras clave: Abundancia; Grupos ecológicos; Sucesión post-fuego.

RESUMEN

Comparación del recuento de huevos por gramo de materia fecal en bovinos mantenidos en sistemas silvopastoriles y pastoriles tradicionales

Comparison of egg count per gram of fecal matter in cattle maintained under silvopastoral and traditional grazing systems

Andrea Julia Pantiu[1], Florencia Arnt[2], Alex Weber[3], Tomás Häberle[4], Javier Schapiro[5]

[1]Dra. Méd. Vet., Investigadora INTA EEA Montecarlo. Docente Adjunto Producción Animal FCF UNaM, Eldorado. Misiones, Argentina. pantiu.andrea@inta.gob.ar

[2]Alumna Ingeniería Agronómica FCF UNaM, Eldorado.

[3]Ingeniero Agrónomo Docente FCF UNaM, Eldorado.

[4]Técnico INTA EEA Montecarlo.

[5]Dr. Méd.Vet., investigador en el Instituto de Patobiología Veterinaria (IPVET), Unidad de Doble Dependencia, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Hurlingham B1686, Argentina; Docente titular en Instituto de Investigación en Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad del Salvador, Buenos Aires, Argentina.

Las infestaciones por nematodos gastrointestinales en bovinos se encuentran ampliamente distribuidas y representan una de las principales causas de pérdidas productivas en los sistemas ganaderos. Durante las últimas décadas, el control antiparasitario se ha sustentado casi exclusivamente en el uso de drogas antihelmínticas. Sin embargo, la utilización frecuente, sistemática y muchas veces indiscriminada, sin considerar criterios epidemiológicos, ha favorecido la selección y propagación de poblaciones de nematodos resistentes. Esta situación resalta la necesidad de implementar estrategias de manejo complementarias al control químico. En este contexto, los sistemas silvopastoriles (SSP) se perfilan como una alternativa productiva y ambientalmente sostenible, ya que favorecen el desarrollo de una fauna edáfica responsable de la fragmentación y descomposición de la materia fecal, lo que podría contribuir a reducir la disponibilidad de larvas infectivas en la pastura. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la carga parasitaria gastrointestinal en bovinos, medida a través del recuento de huevos por gramo de heces (HPG), en animales mantenidos en un SSP y en un sistema a cielo abierto (CA), ubicados en la ciudad de Montecarlo (Misiones). El estudio se desarrolló durante dos años consecutivos, con muestreos mensuales de materia fecal para el seguimiento de la dinámica parasitaria. Se trabajó con dos sistemas de recría: a) un SSP constituido por pasto *Axonopus catarinensis* (Jesuita gigante), pino híbrido F_2 y terneros biotipo racial Brangus; y b) un sistema CA conformado por pasto *Brachiaria brizantha* (brizantha) y terneros biotipo racial Brangus. Las muestras fecales fueron obtenidas directamente del recto de los animales y analizadas mediante la técnica de McMaster modificada para la determinación de HPG. Para el análisis estadístico se utilizaron modelos lineales mixtos, considerando al sistema productivo y al año de

evaluación como efectos fijos, y al animal como efecto aleatorio, contemplando la estructura de medidas repetidas en el tiempo, considerando un nivel de significación de α=0,05. Los resultados mostraron niveles de infestación bajos (HPG < 300) en ambos sistemas durante todo el período evaluado. En el año 1, el promedio de HPG fue de 67±37,73 en el SSP y de 108±49,65 en el CA. En el año 2, los valores promedio fueron de 38±20,38 en el SSP y de 87±44,05 en el CA. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en ninguno de los años evaluados (p=0,10 y p=0,09 respectivamente). No obstante, en ambos años se registraron promedios de HPG consistentemente menores en los bovinos mantenidos en el SSP. En conclusión, los sistemas evaluados presentaron una baja carga parasitaria gastrointestinal, observándose una tendencia a menores niveles de HPG en el SSP, lo que sugiere que este tipo de manejo podría contribuir al control del parasitismo en bovinos.

Palabras clave: Epidemiologia; Nematodos gastrointestinales; Producción animal.

RESUMEN

Crescimento de *Eucalyptus dunnii* como cortina arbórea en sistema silvipastoril: estudo de caso no sudoeste do Paraná

Growth of Eucalyptus dunnii as a tree windbreak in a silvopastoral system: a case study in southwestern Paraná

Nathan Rafael Coltro[1], Sofía Alexandra Cuevas[2], Erivan Matheus da Paixão Marafon[1], Eleandro José Brun[3], Erick Martins Nieri[3]

[1]Aluno do curso de Engenharia Florestal UTFPR – DV, Brasil. nathancoltro@alunos.utfpr.edu.br

[2] Aluna do curso de Engenharia Florestal UNAM, Argentina e UTFPR – DV, BRASIL.

[3] Engenheiro Florestal, Doutor, Professor, UTFPR –DV, Brasil.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento e a forma do fuste de *Eucalyptus dunnii* utilizado como cortina arbórea perimetral em área com atividade pecuária, caracterizando um estudo de caso no sudoeste do Paraná. A espécie foi escolhida devido à sua boa adaptação às condições edafoclimáticas da região Sul do Brasil, destacando-se pela tolerância a geadas, bom crescimento e potencial de uso da madeira. As árvores foram implantadas em 2017 em linhas próximas aos alambrados dos piquetes de pastejo, com espaçamento de 1,5 m entre indivíduos, desempenhando funções como proteção contra ventos, melhoria do microclima e contribuição para o sombreamento do ambiente. Embora a produção de madeira não seja o objetivo principal desse arranjo, o crescimento das árvores pode possibilitar aproveitamento complementar de biomassa ou madeira no futuro. A avaliação foi realizada aproximadamente aos oito anos de idade do plantio, considerando um total de 111 árvores vivas, provenientes de um plantio original de 153 indivíduos. As árvores avaliadas foram selecionadas com base em critérios de vigor visual, incluindo bom estado fitossanitário, copa bem formada e crescimento compatível com a idade do povoamento. Árvores mortas, severamente dominadas ou com danos mecânicos evidentes não foram incluídas na análise. O inventário florestal foi realizado por meio de censo, sendo mensurados o diâmetro à altura do peito (DAP), a altura total e a tortuosidade do fuste. A tortuosidade foi classificada em três níveis: nível 1 (leve), caracterizado por fustes retos ou levemente tortos, sem prejuízo ao processamento mecânico em serraria; nível 2 (moderado), associado a tortuosidade que pode causar perdas no processamento da madeira; e nível 3 (grave), correspondente a deformações severas que inviabilizam o uso industrial. Do total de árvores avaliadas, 70% foram classificadas com tortuosidade leve (nível 1) e 30% com tortuosidade moderada (nível 2), não sendo observados indivíduos com tortuosidade grave. O povoamento apresentou DAP médio de aproximadamente 40,4 cm, com coeficiente de variação de 28,2%, indicando variabilidade moderada no crescimento em diâmetro. A altura média foi de 20,2 m, com coeficiente de variação de 24,4%, refletindo heterogeneidade moderada no crescimento em altura. Esses resultados demonstram bom desenvolvimento das árvores para as condições avaliadas, evidenciando que a utilização de materiais genéticos adequados pode contribuir para a obtenção de fustes com melhor forma. De modo geral, a predominância de árvores com baixa tortuosidade indica potencial de adaptação da espécie ao arranjo avaliado. Em sistemas silvipastoris bem conduzidos, a adoção de material genético de qualidade e práticas adequadas de manejo, como proteção

inicial das mudas e controle do acesso de animais nas fases iniciais de crescimento, são fatores fundamentais para garantir bom desempenho e qualidade do fuste. Assim, os resultados obtidos contribuem para o entendimento do comportamento de *Eucalyptus dunnii* quando utilizado como cortina arbórea em áreas com integração entre componentes florestais e pecuários.

Palabras clave: Altura; Diâmetro; Tortuosidade.

RESUMEN

Crescimento e produção iniciais de *Gliricidia sepium* sob diferentes tipos de adubação

Initial growth and production of Gliricidia sepium under different types of fertilization.

Lessa Braz Lopes[1] Jainny Juliany Mathias das Neves[2], Wagner Nunes Rodrigues[3], Mateus Oliveira Cabral[4], Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira[5], Maurício Lima Dan[6]

[1]Graduada em Ciências Biológicas, Mestranda em Agroecologia, Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, ES/Brasil. bio.lessalopes@gmail.com

[2]Graduada em Ciências Biológicas, Mestranda em Agroecologia, Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, ES/Brasil.

[3]Doutor em Produção Vegetal, pesquisador no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Incaper, Cachoeiro de Itapemirim, ES/Brasil.

[4]Mestre em Agronomia, técnico no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Incaper, Cachoeiro de Itapemirim, ES/Brasil.

[5]Doutor em Ciências Florestais, professor titular, Universidade Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, ES/Brasil.

[6]Doutor em Ciências Florestais, pesquisador no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Incaper, Cachoeiro de Itapemirim, ES/Brasil.

O Brasil apresenta grande representatividade na produção mundial de carne bovina a pasto. Uma das limitações neste cenário é a escassez de forragem durante a estação seca, que pode diminuir a produtividade animal e aumentar os custos para suplementação. Alternativamente, espécies arbóreas leguminosas como *Gliricidia sepium* vem sendo utilizadas por apresentar alto valor nutritivo, capacidade rápida de rebrota e tolerância e à seca. Objetivou-se avaliar o cultivo como banco forrageiro de *Gliricidia sepium*, propagada por estaquia ou por sementes, em unidade de demonstração manejada sob quatro diferentes adubações e seus efeitos iniciais sobre o crescimento em altura e a produção de biomassa de forragem. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental Bananal do Norte – Incaper, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil. Para cada forma de propagação, instalaram-se quatro parcelas, correspondentes aos tratamentos A1 (FTE), A2 (FTE + cama de frango), A3 (FTE + superfosfato simples + NK 20-00-20) e A4 (FTE + cama de frango + superfosfato simples + NK 20-00-20), com 25 indivíduos cada, totalizando 100 plantas por forma de propagação. Em cada parcela, foram avaliadas cinco plantas centrais, dispostas em quincôncio. Avaliaram-se crescimento em altura e produção de matéria fresca medidas na estação seca de 2025. Para avaliar a produção de matéria seca as plantas foram ceifadas a 0,5 m de altura. A forragem coletada foi desidratada em estufa de circulação forçada a 65°C até obtenção de massa constante. Analisaram-se os dados por estatística descritiva, teste de Wilcoxon e interpretação de boxplots. Notou-se tendência de maior crescimento em altura das plantas propagadas por estaquia e cultivadas com as adubações A3 e A4 (1,01 e 1,07 m, respectivamente). Já para as plantas propagadas por sementes as alturas médias estiveram entre 0,74 e 0,83 m, não houve diferença significativa entre as adubações. Em relação às técnicas de propagação, independentemente da adubação, plantas propagadas por estaquia apresentaram crescimento significativamente superior em

altura em relação àquelas originadas de sementes (0,93 m e 0,77 m, respectivamente). Considerando a produção de matéria seca, não houve diferenças significativas entre tratamentos de adubação tanto entre plantas propagadas por estaquia quanto entre aquelas originadas de sementes. Independentemente do tipo de adubação, as plantas oriundas de estacas produziram mais matéria seca do que as propagadas por sementes (1,22 Kg.planta^{-1} e 0,65 Kg.planta^{-1}, respectivamente), indicando que a técnica de propagação foi mais determinante para produção inicial de biomassa do que o manejo nutricional, nas condições avaliadas. Devido a superioridade em altura das plantas oriundas de estacas, aliada à ausência de resposta consistente às adubações, o tipo de propagação teve maior influência que o manejo nutricional na fase inicial de estabelecimento durante a estação seca. Esse resultado sugere que, para a implantação de bancos forrageiros de *Gliricidia sepium*, a escolha do material propagativo é um ponto de decisão mais crítico do que o tipo de fertilizante no curto prazo. Assim, o uso de estacas se mostra uma estratégia agronomicamente vantajosa para melhor desempenho inicial das plantas nas condições avaliadas para reduzir os efeitos da escassez de forragem na estação seca.

Palabras clave: Forrageiras; Pecuária; Silvipastoril.

RESUMEN

Desarrollo de *Eucaliptus grandis* en sistema de producción Silvopastoril con pasto *Axonopus spp.*

Development of Eucalyptus grandis in silvopasture system with Axonopus spp.

Daniela Moreira Kubiak[1], José Antonio Cabral[2]

[1]Ingeniera Agrónoma, Dra en Fitotecnia. Universidad de la Integración Sudamericana. Posadas, Misiones, Argentina. investigacion@unisud.edu.ar

[2]Ingeniero Forestal, Magister en Biotecnología. Universidad de la Integración Sudamericana. Posadas, Misiones, Argentina.

El sistema silvopastoril conformado por *Eucalyptus grandis,* en consorcio con pastura, representa una alternativa productiva eficiente para condiciones subtropicales húmedas. Desde el punto de vista forestal, el uso de densidad de 1.500 plantas por hectárea puede favorecer el rápido cierre inicial de copas, crecimiento en altura y rectitud fustal. En condiciones adecuadas de sitio con buen manejo y suelos fértiles, el *E. grandis* puede alcanzar a los 24 meses un promedio de altura de 10 m y diámetro a la altura del pecho (DAP) entre 8–12 cm. Este crecimiento temprano genera acumulación significativa de biomasa aérea y microclima más estable. El *Axonopus catarinensis* (pasto jesuita gigante) presenta tolerancia parcial a sombra (30–50%) y buena capacidad de rebrote bajo manejo rotativo. En sistemas abiertos esta pastura puede producir entre 8 y 12 toneladas de materia seca/ha/año. Bajo consorcio, la reducción productiva del componente forrajero se compensa por mejoras en eficiencia de uso hídrico, menor consumo por el menor estrés térmico del ganado. El sombreado reduce la temperatura del suelo, mejora la retención de humedad y favorece la actividad biológica, impactando positivamente en ciclado de nutrientes. El componente ganadero aporta flujo económico anual mientras el forestal consolida capital de mediano plazo (8–12 años según destino industrial). La integración entre ambas especies mejora la resiliencia ante variabilidad climática, aspecto clave en regiones con eventos extremos crecientes, caso de la Región NEA. En este contexto, se instaló un ensayo en sistema silvopastoril en un sitio clasificado según el sistema C.A.R.T.A de Misiones como 6A (en este sitio específico, un oxisol con baja fertilidad natural), utilizando plantines de *Eucaliptus grandis* (origen seminal), consorciado con pasto jesuita gigante. La plantación de dicho ensayo se realizó en noviembre del 2023 en el campo experimental de la UNISUD, situado en el Municipio de Santo Pipó-Misiones. El marco de plantación del componente forestal fue de líneas apareadas de 1,5 m x 3 m x 6 m entre callejones, y se utilizaron 10.000 plantines/hectárea de pasto jesuita gigante en los entrelíneos, propiciando una rápida ocupación de la superficie por parte del estrato herbáceo. Se pretende realizar raleos eliminado los individuos con desarrollo indeseado, entendiendo que se trata de un material forestal de origen seminal de base genética amplia. A los dos años se registró una altura promedio de 6± m y DAP medio de 5± cm en los árboles. En términos productivos integrados, el sistema podría sostener carga animal similares a campo abierto durante los primeros años (1–1,5 cabezas/ha dependiendo del manejo), mientras se consolida el crecimiento forestal. A partir de estos resultados, se pretende continuar con las mediciones en campañas subsecuentes, evaluando el incremento diamétrico tras los raleos, ya que considerando la calidad del sitio descripta anteriormente (6A), y que el sistema de consorcio de por sí genera competencia y disminución de rendimiento del componente forestal, el sistema

podría ser considerado una estrategia positiva, una opción sustentable y económicamente atractiva para ambientes subtropicales, además de, distribuir el riesgo productivo entre dos componentes complementarios.

Palabras clave: Calidad de sitio; Consorcio; Pasto Jesuita.

RESUMEN

Evaluación de desempeño de *Axonopus spp* en sistema de producción Silvopastoril con *Eucaliptus grandis*

An evaluation of the performance of Axonopus spp. in a silvopasture systems involving Eucaliptus grandis

Daniela Moreira Kubiak[1], José Antonio Cabral[2]

[1]Ingeniera Agrónoma, Dra en Fitotecnia. Universidad de la Integración Sudamericana. Posadas, Misiones, Argentina. investigacion@unisud.edu.ar

[2]Ingeniero Forestal, Magister en Biotecnología. Universidad de la Integración Sudamericana. Posadas, Misiones, Argentina.

Los sistemas silvopastoriles que utilizan eucalipto y especies de pasturas tropicales son estrategias productivas para generación de madera, forraje y aprovechamiento integral de superficies. En ensayos en el NEA el pasto jesuita gigante (*Axonopus spp*) bajo eucaliptos mostraron resultados favorables en estabilidad productiva y uso eficiente del suelo. Una característica de esta pastura es la tolerancia al sombreado moderado con rendimientos entre 3 y 6 $t.ha^{-1}.año^{-1}$ de materia seca, dependiendo de la densidad forestal, estructura del suelo, manejo y régimen hídrico. Estos sistemas reducen la temperatura del suelo, amortiguan las heladas, disminuyen la evapotranspiración y conservan la humedad en períodos secos, favoreciendo al pasto jesuita, el cual aporta materia orgánica e incrementa la actividad biológica y la infiltración de agua. En su conjunto los sistemas favorecen la captura de carbono, reducción de erosión y mejoran el bienestar animal. En noviembre del 2023 se instaló en el municipio de Santo Pipó, provincia de Misiones, en el campo experimental de la UNISUD, un ensayo utilizando plantines de *Eucaliptus grandis* consorciado con pasto jesuita gigante, sobre la unidad cartográfica 6A, caracterizado por limitaciones moderadas a severas para la agricultura tradicional debido a restricciones físicas y/o fertilidad natural media a baja. El componente forestal fue plantado en noviembre del 2023, con marco de plantación de líneas apareadas de 1,5 m x 3 m x 6 m entre callejones. La implantación de la pastura se realizó en diciembre de 2023 de manera manual con plantines ya enraizados, utilizando 10.000 $pl.ha^{-1}$ para lograr una rápida cobertura del suelo. Se realizaron 3 evaluaciones de producción de forraje, a los 10 meses, a los 18 y a los 24 meses después de plantada la pastura, con resultados de 2 $t.ha^{-1}$, 4 $t.ha^{-1}$ y 6 $t.ha^{-1}$ de materia seca respectivamente, con promedio de 4 $t.ha^{-1}.año^{-1}$ de materia seca, evidenciando una adecuada adaptación del sistema a estas condiciones edáficas. El sistema contribuyó a mejorar progresivamente la cobertura del suelo y aumentar el aporte de materia orgánica superficial, factores claves en este tipo de suelos. Esto demuestra que el sistema silvopastoril no solo mantiene niveles productivos aceptables en suelos con limitaciones, sino que además permite su valorización productiva mediante una estrategia de uso compatible con su capacidad, disminuyendo riesgos y mejorando la resiliencia del agroecosistema. Cabe resaltar que en sistemas bajo sombra la producción de forraje suele reducirse entre 10–40%. Sin embargo, se observa una mejora en calidad y consumo, por lo que la carga animal real no disminuye en igual proporción. En síntesis, la asociación *Eucaliptus grandis -Axonopodis spp* constituye una opción viable para el NEA. Esta combina estabilidad forrajera, diversificación productiva y mejora del recurso suelo, particularmente en ambientes con aptitud

agrícola menos favorecida con suelos 6A. El desempeño final dependerá del manejo de la densidad arbórea, nutrición y carga animal, factores claves para maximizar la producción conjunta del sistema.

Palabras clave: Jesuita; Pastura.

RESUMEN

La disponibilidad de luz diaria en diferentes franjas empastadas de un sistema silvopastoril en callejones y la estimación mediante el nivel de sombra

The availability of daily light in different pasture strips of an Alley farming system and the estimation by means of the shade level

J. Plevich[1], J Gyenge[2], J. de Prada[3], A. Sanchez Delgado[4], J. Tarico[1], K. Palacios[1], A. Zanotti[1]

[1]Docente-Investigador, Área Dasonomía, Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto.

[2]Investigador CONICET, Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (IPADS, Balcarce INTA CONICET).

[3]Docente-Investigador, Área Planeamiento Agropecuario, Departamento de Economía, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto.

[4]Docente-Investigador, Departamento de Agromatemática - UFRRJ., Seropedica, Brasil.

Los sistemas silvopastoriles en callejones (SSC) son una alternativa agroforestal sostenible cuyo éxito depende críticamente de la luz disponible para el estrato herbáceo. La medición directa de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) es precisa pero costosa, por lo que se requieren métodos indirectos de estimación accesibles. Este estudio cuantificó la disponibilidad diaria de RFA en las franjas empastadas de un SSC de *Pinus elliottii* y *Avena sativa* en la llanura central de Argentina y evaluó la precisión de su estimación mediante un modelo de simulación de sombra (ShadeMotion). Se midió la RFA con un ceptómetro en un diseño estratificado por exposición (norte/sur) y distancia a la hilera (franjas F1: 1-4 m, F2: 4-7 m, F3: 7-10.5 m), en dos momentos clave de la rotación (árboles de 14 y 19 años). Los patrones de sombra se simularon con ShadeMotion utilizando parámetros dasométricos. Los resultados mostraron un gradiente espacial marcado: la exposición sur presentó las mayores reducciones de RFA, con intercepciones de hasta el 72-75% en las franjas cercanas (F1S, F2S) a los 19 años, mientras que la exposición norte mostró un patrón más heterogéneo, con algunas franjas (F1N) incrementando la RFA disponible, posiblemente por efecto de podas. Se encontró una relación lineal negativa y fuerte entre el porcentaje de sombra estimado y la RFA medida (R^2: 0.86-0.91), especialmente en condiciones de sombra intermedia a alta (>46%), donde el modelo presentó alta precisión (Raíz del error cuadrático medio RMSE < 90 (mmol seg^{-1} m^{-2}) y GSD < 4 %). Se concluye que el modelo de simulación ShadeMotion, combinado con una ecuación lineal basada en el porcentaje de sombra como predictor, constituye una herramienta confiable y práctica para predecir la disponibilidad de luz en SSC, permitiendo definir zonas de manejo diferencial en el callejón silvopastoril y programar intervenciones como la poda para optimizar la productividad forrajera.

Palabras clave: Manejo diferencial; Modelización; Radiación fotosintéticamente activa.

RESUMEN

Mecanismos determinantes del establecimiento y la invasión de pino en pastizales y sistemas silvopastoriles de la región de humedales en la provincia de Corrientes, Argentina

Determinant mechanisms of pine establishment and invasion in grasslands and silvopastoral systems in the wetlands region of the province of Corrientes, Argentina

Luca Manuel Núñez[1], Pablo Parisi García[2], María Fernanda Reyes[3]

[1]Ingeniero Agrónomo, doctorando Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, becario de extensión INTA. AER INTA Santo Tomé, Corrientes, Argentina. nunez.lucas@inta.gob.ar

[2]Doctor en Ciencias Agropecuarias, docente de la Facultad de Agronomía, investigador adjunto CONICET-IFEVA, Universidad Nacional de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

[3]Doctora en Ciencias Agrarias, Investigadora Asistente de CONICET, docente en la Universidad Nacional del Comahue, secretaria de la Comisión Directiva de la Asociación Argentina de Ecología (AsAE).

Las invasiones biológicas generan múltiples impactos ecológicos y económicos a nivel mundial. Las especies del género Pinus son consideradas invasoras en diferentes partes del mundo, inclusive en muchos ecosistemas del hemisferio sur. Dado que son altamente dependientes de hongos ectomicorrícicos, los mecanismos que permiten la dispersión de las esporas de estos hongos (propágulo primario) también son clave en la invasión de pino en nuevas áreas. En la provincia de Corrientes las plantaciones forestales de Pinus elliottii Engelm tanto como rodales puros o bajo el sistema silvopastoril (SSP), presentan alto potencial invasor sobre los ambientes bajos o de pastizales aledaños. Para estudiar los mecanismos que facilitan o previenen la invasión, nos propusimos determinar la capacidad del pino de establecerse en función a la distancia del cuadro silvopastoril y el papel del ganado en la dispersión de esporas de hongos micorrícicos que podría facilitar el reclutamiento de renovales. Realizamos un experimento en macetas, bajo condiciones controladas. Se seleccionaron pastizales bajo pastoreo de ganado que también ingresa a los SSP y otros donde la hacienda no accede al área forestada. Se contó con un set de 6 transectas de cada situación y se identificaron cinco distancias desde el borde del rodal: 0, 25, 100, 300 y 2000 metros hacia el pastizal. En cada distancia se tomaron muestras de suelo de dos micrositios: la columna y canalículo, que son formaciones naturales de estos pastizales debidas al drenaje deficiente. A cada muestra se la dividió en tres macetas de un litro. De estas, a una se le agregó 50 g de suelo proveniente de la plantación como inóculo micorrícico y 3 semillas de P. elliottii viables; a otra, 50 g del mismo suelo esterilizado y 3 semillas; y la tercera no recibió semillas ni suelo, con el fin de evaluar el banco de semillas in situ. Las semillas fueron cosechadas de un rodal de P. elliottii. De esta manera se obtuvo un experimento factorial, factor tipo de sistema: con y sin acceso de animales a la plantación, factor distancia en cinco niveles, factor micrositio con dos niveles y un

factor micorrícico con y sin el agregado de inóculo. Sumando además el control sin el agregado de semillas ni inóculo, el experimento conto con 360 macetas. El experimento sigue en vigencia. Por el momento, se registró mensualmente la germinación dos veces. Luego del procesamiento de estos datos en el software Phyton y aplicando el modelo de Poisson, se pudo determinar que no existió diferencias significativas con respecto a la distancia, micrositio ni tipo de suelo. En cambio, se observó un efecto positivo cuando el animal pastorea el SSP y el pastizal a la vez. Se notó una reducción de la germinación del 21% si solo pastorea el pastizal y no ingresa al SSP. Estos resultados preliminares demuestran que el ganado podría favorecer la invasión de pinos exóticos en pastizales, probablemente por favorecer la dispersión de esporas desde el rodal al pastizal.

Palabras clave: Coinvasión; Hongos ectomicorrícicos; Renoval.

RESUMEN

Ocorrência e Intensidade de Injúrias mecânicas e danos por patógenos em povoamento de *Eucalyptus dunnii* conduzido em Sistema Silvipastoril

Occurrence and Severity of Injuries and Pathogens in a Eucalyptus dunnii Stand Managed under a Silvopastoral System

Eleandro José Brun[1], Sofía Alexandra Cuevas[2], Erivan Matheus da Paixão Marafon[3], Nathan Rafael Coltro[3], Erick Martins Nieri[1]

[1]Engenheiro Florestal, Doutor, Professor, UTFPR –DV, Brasil. eleandrobrun.utfpr@gmail.com

[2] Aluna do curso de Engenharia Florestal UNAM, Argentina e UTFPR – DV, BRASIL.

[3]Aluno do curso de Engenharia Florestal UTFPR – DV, Brasil.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência e a intensidade de injúrias e patógenos em um povoamento de *Eucalyptus dunnii* conduzido em sistema silvipastoril, implantado em 2017 com espaçamento de 1,5 m entre árvores em linhas solteiras junto às cercas dos piquetes de pastejo, com distância média entre linhas de 75 m, na Fazenda Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos. As árvores apresentavam valores médios de diâmetro à altura do peito (DAP) de 41,4 cm, área basal individual de 0,1345 m^2, altura total de 20,3 m e volume individual de 1,1491 m^3. A área é usada em sucessão lavoura e pastagem com animais, junto ao componente arbóreo, em sistema de rotação de culturas. No último verão 2025/2026, tem plantio de milho, que sucedeu a pastagem de aveia e azevém no inverno de 2025. A análise foi realizada em 111 árvores vivas, selecionadas com base em critérios de vigor visual, conforme o estado fitossanitário, formação da copa e crescimento compatível com a idade do plantio. A avaliação incluiu o registro da presença de patógenos e de injúrias, classificados em três níveis de intensidade (pesos 1, 2 e 3), representando, respectivamente, baixa, média e alta severidade. Para cada fenômeno presente, foi realizada análise de frequência relativa (%), permitindo caracterizar a distribuição dos níveis de severidade no povoamento avaliado. Em relação à ocorrência de patógenos, observou-se predominância de baixa severidade, que representou 73,4% das ocorrências. Em 14,7% das árvores, ocorreu presença mediana de patógenos, enquanto que a presença em grande severidade foi verificada em 11,9% dos indivíduos avaliados. Esses resultados indicam que, embora a maioria das árvores apresenta baixa intensidade de ocorrência de patógenos, significativa parte do povoamento manifesta níveis moderados a elevados de comprometimento fitossanitário. Quanto às injúrias, verificou-se distribuição ainda mais concentrada (89,2%) de baixa intensidade de danos na maior parte das árvores. Ocorrência mediana foi verificada em 4,5% dos indivíduos e a ocorrência severa de injúrias se deu em 6,3% das ocorrências. A baixa frequência de injúrias severas sugere que o povoamento apresenta, de modo geral, bom estado estrutural, apesar da presença pontual de danos mais intensos. A predominância de baixos a medianos níveis de injúrias e patógenos pode estar relacionada ao vigor das árvores avaliadas e às condições do sistema silvipastoril, que favorecem maior

ventilação e incidência luminosa, permitindo que as árvores possam se recuperar de danos sofridos ocasionalmente pelo gado ou por algum patógeno (cancros, gomoses, formigas, besouros etc.). No entanto, a ocorrência de indivíduos com níveis moderados e elevados reforça a importância do monitoramento fitossanitário contínuo, especialmente em sistemas integrados, nos quais fatores como interação com o componente pecuário e maior exposição ambiental pode influenciar a sanidade das árvores ao longo do ciclo produtivo. No povoamento em questão, tendo em vista a sua idade, oito anos, recomenda-se a realização de um desbaste, com a retirada de todas as árvores com níveis médios e elevados de danos por patógenos e injúrias por bovinos, qualificando o componente arbóreo do sistema integrado.

Palabras clave: Danos na madeira; Eucalipto; Sistema ILPF.

RESUMEN

Rangos orientativos de manejo en sistemas silvopastoriles según la ocupación del sitio por parte del componente forestal en el Norte de Corrientes y Misiones, Argentina

Silvopastoral management ranges in function of the tree component site occupation in North Corrientes and Misiones, Argentina

Luis Colcombet[1], Mauro Loto[2], Carlos Emilio Maidana[3], Paola Sanz[4], Eliseo Cornelius[5], Adrián Moller[6], Karina Wdowiak[7]

[1]Ing. Agr. (Mgter.), INTA-EEA Montecarlo; Montecarlo, Misiones, Argentina. colcombet.luis@inta.gob.ar

[2]Ing. Agr. (Mgter), INTA-EEA Montecarlo

[3]Ing. Agr. (Dr.). INTA-EEA Cerro Azul, Misiones, Argentina;

[4]Med. Vet. (Dra.). INTA-AER Santa Rita, Misiones, Argentina

[5]Tec.Agr. INTA-AER Santa Rita, Misiones, Argentina

[6]Ing. Agr., INTA-EEA Montecarlo, Misiones, Argentina

[7]Ing. Agr., (Mgter.), INTA-AER Apóstoles, Misiones, Argentina.

Resumen

Los sistemas silvopastoriles (SSP) constituyen una modalidad de uso integral de la tierra en la cual se establecen interacciones ecológicas y económicas, positivas como negativas, entre los componentes principales del sistema: árboles, forrajes y ganado, además de suelo, agua y sus administradores e implementadores. En las provincias de Corrientes y Misiones se han realizado aproximadamente entre 80.000 y 100.000 hectáreas de SSP, bajo plantaciones de pinos y eucaliptos. Durante los últimos 25 años, se han observado tanto sistemas altamente exitosos, como otros mal logrados que dificultaron su adopción tecnológica. SSP´s actuales diseñados con pino híbrido (*Pinus elliottii* var. elliottii x *P. caribaea* var. hondurensis) o *Eucalyptus* implantados en líneos apareados, crean sistemas mucho más flexibles para administrar la luz incidente sobre el estrato forrajero. La experiencia acumulada indica que es posible implantar SSP's con objetivos productivos diferenciados. En algunos casos, los sistemas privilegian el ganado, alcanzando niveles de productividad animal comparables a los obtenidos en sistemas a cielo abierto, otros priorizan el desarrollo del componente forestal sacrificando parte de la producción ganadera, un tercero en el cuál un error de manejo puede comprometer seriamente el desarrollo forrajero y, finalmente, sistemas cuyo objetivo principal está en forrajear el sotobosque para reducir el riesgo de incendios al disminuir el volumen de material combustible. El objetivo de este trabajo es plasmar, en un resumen práctico, la información recabada en los últimos años, para facilitar el manejo de los componentes de SSP por parte de los usuarios. Se desarrolló una tabla, aplicable al género *Eucalyptus* y a pino híbrido, resume los tipos y usos de distintos grados de manejo en SSP,

asociados a la disponibilidad relativa de radiación fotosintéticamente activa respecto a cielo abierto (RFA %). Asimismo, se vinculan dichos grados de manejo con rangos de área basal (AB), longitud de copa viva (LCV) dentro de los cuales los distintos SSP resultan compatibles, así como con rangos de producción ganadera, maderera y densidades máximas orientativas al final del turno, necesarias para mantener las categorías. La densidad de árboles (D) se calcula aplicando la fórmula: $D(árb.ha^{-1}) = (\sqrt{AB}(m^2.ha^{-1})*1{,}2732)/DAP(m)^2$. De la interpretación de la tabla, surge que, si el sitio puede acceder a un mercado de rollizos finos de DAP 22 cm en punta fina, se podrán alcanzar hasta 447 árb. ha^{-1} para mantener el sistema dentro del grado II y, si se es exigente con mantener la productividad ganadera en grado I y disponer de un mercado objetivo de árboles de DAP 35 cm, se deberá lograr luego de un raleo sanitario, un máximo de 125 árb. ha^{-1}. Los sistemas pueden variar de Grado a través del tiempo, arrancando en un grado y retransformarse a otro. En relación con los rangos de Área Basal (AB) por cada categoría SSP, la tolerancia del sitio en los sistemas no responde a valores fijos, sino a umbrales plásticos condicionados por el diseño de plantación. Esquemas en líneos pareados, con callejones de 20 m o más, admiten mayores niveles de AB que disposiciones con callejones más estrechos o macizos.

Palabras clave: Area basal; Funcionamiento ganadero; Silvopastoreo.

RESUMEN

Manejo de la arborización urbana: comparaciones entre ciudades de Brasil y ciudades de Argentina

Urban tree management: comparisons between Brazil and Argentina

Sofía Alexandra Cuevas[1], Flávia Gizele König Brun[2], Eleandro José Brun[3]

[1]Estudiante de grado de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Misiones, Argentina – Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones. cuevassofiaalexandra@gmail.com

[2]Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil – Campus Dois Vizinhos. Doctora, Ingeniera Forestal, Profesora. Dois Vizinhos, Paraná.

[3]Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Doctor, Ingeniero Forestal, Profesor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Dois Vizinhos, Paraná.

El acelerado proceso de urbanización intensifica los desafíos asociados a la sostenibilidad ambiental y a la calidad de vida en las ciudades, destacando el rol estratégico de la arborización urbana por sus beneficios en la mitigación de islas de calor, la mejora de la calidad del aire, el bienestar social y la valorización paisajística; no obstante, estos beneficios dependen directamente de una planificación adecuada y de una gestión técnica continua, ya que la ausencia de criterios puede generar conflictos con la infraestructura urbana y aumentar los costos de mantenimiento. El presente estudio tuvo como objetivo comparar los planes de manejo de la arborización urbana de tres municipios del estado de Paraná, Brasil (Cascavel, Rolândia y Dois Vizinhos), y tres ciudades de la provincia de Misiones, Argentina (Posadas, Oberá y Eldorado), analizando los criterios técnicos, legales y operativos adoptados, así como los mecanismos de participación social. La investigación se desarrolló mediante una metodología cualitativa y comparativa, basada en el análisis documental de planes municipales, legislación y manuales técnicos, complementada con entrevistas semiestructuradas a gestores públicos responsables del arbolado urbano; los datos fueron sistematizados en tablas comparativas y analizados mediante análisis de contenido. Los resultados evidencian diferencias en el grado de consolidación institucional entre ambos países: en los municipios brasileños se observa mayor formalización de los instrumentos de planificación, con presencia de planes municipales, uso de inventarios arbóreos y procedimientos técnicos más estructurados para el manejo, poda y reposición de árboles, aunque en algunos casos la ausencia de inventarios completos y de métricas ambientales limita el monitoreo y la evaluación de resultados; en las ciudades argentinas se destaca la priorización de especies nativas y la integración fitogeográfica, aunque la falta de inventarios sistemáticos y de normas técnicas estandarizadas restringe la planificación de largo plazo y el control operativo. Se concluye que la efectividad de la arborización urbana depende de la articulación entre planificación técnica, inventarios actualizados, capacidad institucional y participación ciudadana, siendo fundamental la integración de estos elementos para consolidar políticas de manejo más eficientes, resilientes y ambientalmente sostenibles.

Palabras clave: Gestión; Inventario; Planificación.

RESUMEN

Determinación del nivel económico de defoliación por hormigas cortadoras de hojas en plantaciones juveniles de *Pinus taeda* y *Eucalyptus grandis*

Determination of the economic defoliation level caused by leaf-cutting ants in young Pinus taeda and Eucalyptus grandis plantations

Abel Nicolás Scherf[1], Edgar Rafael Eskiviski[2], Juan Carlos Corley[3], Romina Daniela Dimarco[4]

[1]Dr. Ing. Forestal, Investigador en INTA EEA Montecarlo y FCF-UNaM. Montecarlo, Misiones, Argentina. scherf.abel@inta.gob.ar

[2]Mgter. Ing. Forestal, Investigador en INTA EEA Montecarlo y FCF-UNaM. Montecarlo, Misiones, Argentina.

[3]Dr. Lic. Biología, Investigador en Grupo de Ecología de Poblaciones de Insectos (IFAB: INTA-CONICET), San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

[4]Ph.D. Lic. Biología, Investigadora en el Department of Biology and Biochemistry, University of Houston, Houston, Texas, USA.

Las hormigas cortadoras de hojas (HCH) son la principal plaga de las plantaciones forestales en la región Neotropical. Un manejo inadecuado de sus poblaciones durante las etapas iniciales del ciclo productivo puede afectar la rentabilidad de estas plantaciones. A pesar de su gran impacto, en la provincia de Misiones no se dispone de información sobre la cantidad de daño por HCH que las plantaciones juveniles de *P. taeda* y *E. grandis* toleran antes de que se generen pérdidas económicas. El objetivo del presente trabajo fue determinar el nivel económico de defoliación que justifica la implementación de medidas de control de HCH en dichos cultivos forestales, utilizando un enfoque basado en los costos de implantación como criterio de valoración del daño. En plantaciones juveniles de *P. taeda* y *E. grandis* (~2 meses post plantación), se evaluó el efecto de siete intensidades de defoliación realizadas con tijera (0; 10; 30; 50; 75; 100% y 100%+corte apical) sobre la sobrevivencia y el crecimiento (DAC, altura, índice de volumen). Se realizaron 20 repeticiones por tratamiento con un seguimiento hasta 16–20 meses. Se calculó un Índice de Pérdida de Plantas (IPP) que integra mortalidad y pérdida de volumen final, y se transformó a pérdida económica por ha (PE) multiplicando IPP por el costo de implantación (CP). Se ajustó una regresión lineal entre PE y % defoliación y, sustituyendo en la ecuación los valores del costo de control para tres escenarios de costos (100, 150 y 200 U$D/ha), se obtuvo el nivel económico de defoliación (porcentaje de defoliación a partir del cual el daño económico = costo de control). Como resultados se encontró que para P. taeda la relación fue PE = −82,899 + 11,581*%Defoliación (r^2 ajust.=0,825; p=0,0077). Los niveles económicos de defoliación estimados fueron: 15,8% (costo control = 100 U$D/ha), 20,1% (150 U$D/ha) y 24,4% (200 U$D/ha). Para E. grandis la relación fue PE = 57,61 + 4,472*%Defoliación (r^2 ajust.=0,567; p≈0,051), con niveles económicos: 9,5% (100 U$D/ha), 20,7% (150 U$D/ha) y 31,8% (200 U$D/ha). En términos prácticos, ambos cultivos toleran alrededor del

20% de defoliación en el escenario de costo medio antes de que se constaten pérdidas económicas; *E. grandis* muestra una mayor sensibilidad a las variaciones en el costo de control. Los niveles económicos de defoliación estimados constituyen un insumo fundamental para calcular los niveles de daño económico de las HCH en plantaciones de *P. taeda* y *E. grandis*, y también funcionan como una referencia directa para la toma de decisiones en campo. Cuando en una plantación se registran porcentajes de defoliación cercanos a los valores aquí determinados, la implementación de medidas de control se vuelve justificable para evitar pérdidas económicas.

Palabras clave: MIP; Pérdidas económicas; Plagas forestales.

RESUMEN

Nivel de daño económico (NDE) de *Atta sexdens* en plantaciones juveniles de *Pinus taeda* y *Eucalyptus grandis* en la provincia de Misiones, Argentina

Economic injury level (EIL) of Atta sexdens in young Pinus taeda and Eucalyptus grandis plantations in Misiones Province, Argentina

Abel Nicolás Scherf[1], Edgar Rafael Eskiviski[2], Juan Carlos Corley[3], Romina Daniela Dimarco[4]

[1]Dr. Ing. Forestal, Investigador en INTA EEA Montecarlo y FCF-UNaM. Montecarlo, Misiones, Argentina. scherf.abel@inta.gob.ar

[2]Mgter. Ing. Forestal, Investigador en INTA EEA Montecarlo y FCF-UNaM. Montecarlo, Misiones, Argentina.

[3]Dr. Lic. Biología, Investigador en Grupo de Ecología de Poblaciones de Insectos (IFAB: INTA-CONICET), San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

[4]Ph.D. Lic. Biología, Investigadora en el Department of Biology and Biochemistry, University of Houston, Houston, Texas, USA.

Las hormigas cortadoras de hojas (HCH) generan impactos significativos en las etapas iniciales de plantaciones forestales de Sudamérica, donde las plantas presentan mayor vulnerabilidad. La toma de decisiones oportunas para su control es fundamental para evitar pérdidas económicas sin comprometer la sustentabilidad ambiental, especialmente en el marco de los esquemas de certificación forestal que promueven el manejo integrado de plagas. En este contexto, disponer de indicadores de daño económico permitirá optimizar las decisiones de manejo. El objetivo del trabajo fue estimar los niveles de daño económico de *Atta sexdens* en plantaciones juveniles de *Pinus taeda* y *Eucalyptus grandis*, utilizando los niveles económicos de defoliación como parámetro de referencia. Se censaron hormigueros de A. sexdens en lotes destinados a la implantación de P. taeda y E. grandis y se establecieron parcelas circulares de 1 ha (radio 56,4 m) alrededor de cada nido. Se evaluaron todas las plantas a los 3, 15 y 30 días post-plantación clasificando el daño en clases. Mediante regresiones lineales, se analizaron las frecuencias relativas de plantas sin ataque y con defoliación total en función de su distancia al nido. Posteriormente, utilizando los niveles económicos de defoliación (estimados previamente), se determinó la distancia a la cual la probabilidad de defoliación total iguala dicho nivel económico. Finalmente, tal distancia crítica (Dist) se transformó en una densidad equivalente de nidos mediante la expresión $\delta Eq = 1 / (\pi \cdot Dist^2) \cdot 10.000$, obteniéndose así el número de hormigueros por hectárea capaz de generar daño económico. El procedimiento se aplicó para tres escenarios de costo de control (100, 150 y 200 U$D/ha), lo que permitió estimar niveles de daño económico específicos por especie y condición económica de manejo. Como resultados encontramos que las dos categorías dominantes fueron plantas sin daño y plantas con defoliación total (>90%). Una densidad de 1 nido/ha produjo, a 30 días, aproximadamente 43% de plantas totalmente defoliadas en *P. taeda* y 40% en *E. grandis*. Usando los niveles

económicos de defoliación para tres escenarios de costo de control se estimaron los NDE: para *P. taeda* 1,03 – 1,14 – 1,30 nidos/ha (costos mínimo, medio y máximo) y para *E. grandis* 0,84 – 1,14 – 1,62 nidos/ha. Las regresiones distancia–probabilidad tuvieron buenos ajustes (r^2 entre 0,46–0,89 según especie y evaluación) y mostraron que la probabilidad de ataque aumenta marcadamente con la cercanía al nido y con el tiempo (mayor cambio entre los días 3 y 15). Los valores de NDE obtenidos permiten interpretar operativamente el riesgo económico asociado a la presencia de *A. sexdens*. En términos generales, los resultados indican que densidades cercanas a un hormiguero activo por hectárea ya pueden generar pérdidas económicas en plantaciones juveniles. No obstante, el umbral preciso varía según la especie y las condiciones económicas de manejo, por lo que los valores estimados deben interpretarse como referencias cuantitativas para orientar el monitoreo y priorizar intervenciones. El trabajo proporciona un criterio técnico para decidir cuándo el control resulta justificable, fortaleciendo la toma de decisiones en programas de manejo integrado de plagas en plantaciones de *P. taeda* y *E. grandis*.

Palabras clave: Hormigas cortadoras de hojas; Manejo integrado de plagas; Plagas forestales.

RESUMEN

Diversidad estacional de tres especies de escolítidos (Coleoptera: *Curculionidae*) en plantaciones de *Pinus* en Misiones y Corrientes

Seasonal diversity and species of scolytine insects (Coleoptera: Curculionidae) in Pinus plantations in Misiones and Corrientes

Edgar Rafael Eskiviski[1], Elsa Iris Figueredo[2], Abel Nicolás Scherf[3], Natalia Luisa Zaleski[4]

[1]Ing.forestal (MSc.), Investigador INTA EEA Montecarlo, Docente Protección Forestal Facultad Cs. Ftales. (U.Na.M.). Eldorado, Misiones, Argentina. eskiviski.edgar@inta.gob.ar

[2]Ing.forestal, Investigador INTA EEA Montecarlo, Misiones, Argentina.

[3]Ing.forestal (Dr.), Investigador INTA EEA Montecarlo, Docente Protección Forestal Facultad Cs. Ftales. (U.Na.M.). Eldorado, Misiones, Argentina.

[4]Estudiante, Becaria de Investigación, Facultad Cs. Ftales. (U.Na.M.). Eldorado, Misiones, Argentina.

Los denominados escarabajos de la corteza son un grupo de insectos abundantes y diversos, pertenecientes a la subfamilia *Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae*). Son un grupo de más de 6000 especies descriptas, y en general utilizan especies leñosas como hospedadores. Entre las características particulares de los mismos, presentan un ciclo de vida que se desarrolla en el interior de la corteza, denominada fase subcortical y otra fase aérea. Los adultos son los responsables de la dispersión, reproducción y colonización de nuevos hospedadores. Los principales indicadores de infestación incluyen presencia de pequeños orificios en la corteza y en algunos casos hay asociación con hongos patógenos que contribuyen al debilitamiento y deterioro fisiológico de los árboles. En América del Sur existen reportes de escolítidos asociados a daños y muertes de pinos, bajo ciertas condiciones de estrés. Estos fueron identificados como pertenecientes a las especies: *Orthotomicus erosus*, *Cyrtogenius luteus* e *Hylurgus ligniperda*. El objetivo del presente estudio fue determinar la presencia y picos poblacionales de estas especies en plantaciones comerciales de *Pinus sp.* en Misiones y Norte de Corrientes. Los sitios de estudio fueron San Miguel (Corrientes), Colonia Laharrague y Pto. Libertad (Misiones). La metodología utilizada fue la instalación de trampas tipos multiembudo con atrayentes para estos insectos. Cada una de las trampas estaba cebada con alcohol etílico (96°) y trementina. Estos se colocaron en forma separada a los costados de la trampa en recipientes con perforaciones, permitiendo la evaporación de los compuestos volátiles. Las trampas fueron colocadas en grupos de tres unidades en cada sitio, separadas entre sí por una distancia de 50 metros aproximadamente. En San Miguel el relevamiento se llevó a cabo entre agosto de 2022 y septiembre de 2023, en Pto. Libertad de agosto de 2022 a noviembre de 2023 y en Colonia Laharrague de febrero a diciembre de 2024. Cada 15 días se realizó el recambio de los atrayentes y la recolección del material capturado. Los insectos capturados en las trampas fueron colocados en un recipiente cerrado y con alcohol 70°. Estos recipientes rotulados fueron enviados al laboratorio para su identificación y coteo. La identificación se realizó por medio de la observación bajo lupa 40x, el uso de claves

específicas y envío de material a especialistas. Los resultados confirmaron la presencia de las tres especies objetivo en todos los sitios evaluados. *Cyrtogenius luteus* fue la más abundante, con picos de captura en agosto en Misiones y en noviembre y abril en San Miguel. En Colonia Laharrague, *O. erosus* y *H. ligniperda* mostraron patrones similares, con máximos en agosto. En cambio, en Puerto Libertad predominó ampliamente *H. ligniperda*, mientras que *O. erosus* se registró en bajas cantidades.

Palabras clave: Dinámica poblacional; Escolítidos; Pinos.

RESUMEN

Evaluación de la capacidad insecticida de extractos vegetales de *Eucalyptus sideroxylon*

Evaluation of the insecticidal potential of Eucalyptus sideroxylon plant extracts

Andrea Andorno[1], Carmen Hernández[1], Micaela López[2], Viviana Spotorno[2], Pablo Pathauer[3]

[1]Dra., investigadora INTA, IMyZA- CICVyA. Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.andorno.andrea@inta.gob.ar

[2] Dra., investigadora INTA, IRB-CIRN. Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

[3] Ing. Forestal, Grupo Forestales, IRB–CIRN. Hurlingham, Buenos Aires, Argentina

Eucalyptus sideroxylon presenta baja susceptibilidad a plagas como *Leptocybe invasa* y *Thaumastocoris peregrinus*. Esta resistencia podría estar asociada a la presencia de terpenos floroglucinoles formilados, particularmente sideroxylonales, que son dímeros de estos compuestos y se encuentran en hojas y flores de algunas especies del género *Eucalyptus*. Dichas sustancias han sido descriptas como antimicrobianas y capaces de inhibir el consumo foliar por parte de herbívoros. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad insecticida de extractos de *E. sideroxylon* sobre insectos indicadores: *T. peregrinus*(chinche), *Myzus persicae* (pulgón)y *Bemisia tabaci* (mosca blanca). Se realizaron ensayos de toxicidad directa registrándose la mortalidad a las 2, 24 y 48 horas de exposición de los adultos de cada especie a discos foliares tratados con: agua (control negativo), solvente, insecticida (control positivo) y extracto metanólico de *E. sideroxylon*. Los extractos de hojas fueron realizados por maceración en acetona:eter etílico (4:1), evaporado y resuspendido en acetona, utilizado en concentraciones 1, 5 y 10x, respectivamente. Los tratamientos con agua y solvente registraron mortalidades < 15%, cumpliendo con los criterios establecidos para controles negativos según IRAC Suceptibility Test Methods Series, lo que garantiza la validez experimental de las pruebas. Los extractos de *E. sideroxylon* mostraron actividad insecticida dependiente del tiempo y la concentración, destacándose los tratamientos concentrados 5 y 10 veces, con eficacias iguales o superiores al insecticida comercial en chinche y pulgón. En la chinche se registró una mortalidad a las 48 h de 85,56±5,21% y 100% en concentraciones de 5 y 10 veces, respectivamente. En pulgón la baja mortalidad obtenida con el insecticida sintético (10,13±3,96% a las 48h) sugiere una posible resistencia, mientras que los extractos de *E. sideroxylon* alcanzaron incrementos significativos en la mortalidad a las 48h (14,89±5,46%; 56,43±14,79% y 72,22±13,68% en concentraciones de 1, 5 y 10 veces respectivamente). En mosca blanca el efecto fue moderado, aunque las concentraciones más altas del extracto evidenciaron actividad relevante. Los resultados respaldan la continuidad del estudio mediante fraccionamiento biodirigido del extracto para la identificación del o los compuestos responsables de la actividad insecticida, así como la exploración de su mecanismo de acción y su potencial incorporación en programas de manejo integrado de plagas.

Palabras clave: Ensayos toxicidad directa; Extractos botánicos; Insectos plaga.

RESUMEN

Importancia del manejo sanitario de las minicepas en la propagación vegetativa de *Enterolobium contortisiliquum*

Importance of ministumps sanitary management in vegetative propagation of Enterolobium contortisiliquum

Patricia Rocha[1], Peggy Thalmayr [2], Fernando Niella[1]

[1]Ing. Ftal. Mgter. Profesor Titular. UNaM-FCF-LAPROVECO. Eldorado, Misiones, Argentina. patricia.rocha@fcf.unam.edu.ar

[2]Ing. Ftal. Ayudante de primera. UNaM-FCF-LAPROVECO. Eldorado, Misiones, Argentina.

El Timbó (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) es una especie nativa de la Selva Paranaense con destacado valor ecológico y productivo. Para la domesticación y mejora genética de la especie, es necesario ajustar protocolos de propagación asexual que aseguren la multiplicación exitosa de genotipos selectos. En sistemas de propagación clonal intensiva, el estado fisiológico y sanitario de las plantas donantes (minicepas) es un factor crítico que puede limitar severamente la capacidad rizogénica. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de un manejo sanitario preventivo en las minicepas sobre la sobrevivencia y el enraizamiento de estacas juveniles de Timbó. El ensayo se realizó en condiciones de invernáculo con minicepas de 6 meses de edad. Se contrastaron dos tratamientos aplicados a las minicepas una semana previa a la cosecha: un Tratamiento Intensivo, que consistió en aplicaciones alternadas cada tres días de fungicida (etilen-bis(ditiocarbamato) de zinc) y bactericida (sulfato de gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina), combinado con riego localizado por goteo para evitar la humectación foliar; y un Tratamiento Control sin aplicaciones sanitarias ni restricción de riego por aspersión. Las estacas cosechadas, de 5 a 7 cm de longitud, se establecieron en sustrato de corteza de pino, bajo riego con microaspersión y se evaluaron a los 70 días. Los resultados evidenciaron una dependencia absoluta del manejo sanitario: el Tratamiento Control sufrió una mortalidad total (0% de sobrevivencia), con rápida manifestación de necrosis en los propágulos. En contraste, el Tratamiento Intensivo alcanzó un 100% de sobrevivencia y enraizamiento, con una excelente calidad radical expresada en un promedio de 6,07 raíces primarias por estaca y una longitud media de 8,93 cm. Se concluye que la implementación de protocolos rigurosos de asepsia y manejo del riego en la etapa de planta madre es un requisito indispensable para la propagación vegetativa de *E. contortisiliquum*, permitiendo alcanzar el máximo potencial de enraizamiento de la especie sin necesidad de reguladores de crecimiento externos.

Palabras clave: Enraizamiento; Minijardín clonal; Timbó.

RESUMEN

Ocurrencia de *Tubercularia* y su teleomorfo *Nectria* en plantas de yerba mate en la provincia de Misiones

Occurrence of Tubercularia and its teleomorph Nectria in yerba mate plants in the Province of Misiones

Delia Marlene Dummel[1]

[1]Investigadora, Grupo de Sanidad Vegetal, EEA Montecarlo. INTA. Montecarlo. Misiones. Argentina. dummel.delia@inta.gob.ar

La yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil. var. paraguariensis*)* es un cultivo perenne desarrollado en las provincias de Misiones y el norte de Corrientes, donde constituye la principal actividad agrícola para miles de pequeños y medianos productores. Las hojas se cosechan manualmente mediante tijeras o serruchos y posteriormente se procesan para la elaboración de la tradicional "yerba mate", producto derivado de la molienda de hojas y tallos finos. Debido a su importancia económica y social, las enfermedades que afectan al cultivo representan un factor crítico que limita la productividad. En los últimos años se ha observado una sintomatología caracterizada por el secado repentino de las ramas jóvenes, conocida localmente como "rama negra". Las ramas correspondientes a la última brotación, emergidas sobre tallos podados durante la cosecha anterior, se secan de manera abrupta, manteniendo las hojas adheridas por algunas semanas antes de caer. En la zona de la herida de poda se observan estructuras reproductivas anaranjadas con forma de "cabezas de fósforo", en ocasiones acompañadas por cuerpos fructíferos rojos intensos agrupados en su base. A medida que el agente causal avanza, produce una necrosis descendente que puede culminar en el secado completo de toda la rama afectada. El objetivo de este trabajo fue confirmar el agente etiológico asociado a esta sintomatología. En laboratorio se analizaron muestras provenientes de distintos lotes y se realizó una caracterización morfológica detallada. Las observaciones se efectuaron sobre material incubado en cámara húmeda utilizando lupa binocular (40X) y microscopio óptico binocular (500X). Las estructuras anaranjadas correspondieron a sinemas de 0,5 – 2 mm de alto, gregarios, claviformes, capitados, no ramificados de apariencia gelatinosa. Los conidios fueron hialinos, unicelulares, elipsoidales u ovoides, dispuestos en masas mucilaginosas, características concordantes con el género *Tubercularia*. Los cuerpos fructíferos rojos se identificaron como peritecios de *Nectria*, globosos a subglobosos. En su interior se observaron ascas conteniendo ascosporas elipsoides o fusiformes, multicelulares con varios septos. *Nectria* es conocida por ser la fase teleomórfica de *Tubercularia*, pudiendo desarrollarse ambas estructuras en paralelo o de manera independiente, según las condiciones ambientales y del hospedante. A partir de sinemas desarrollados sobre material incubado en cámara húmeda, se realizaron aislamientos en Agar Papa Glucosado, incubados a 27 °C por 7 días. El micelio obtenido en cultivo puro se utilizó en inoculaciones a campo, para lo cual se simularon cortes de poda y se aplicó un tarugo de agar con micelio sobre la herida. Las inoculaciones fueron cubiertas con algodón embebido en agua y film durante 72 horas. A los 50 días se observó muerte descendente y formación de sinemas de *Tubercularia* sobre las áreas inoculadas. El reaislamiento del patógeno, desde plantas inoculadas, permitió confirmar los postulados de Koch. Actualmente se

desarrollan estudios moleculares para la determinación de la especie. Este trabajo constituye un avance en el estudio de esta problemática sanitaria en yerba mate y brinda información clave para la búsqueda de estrategias de manejo.

Palabras clave: Etiología; Rama negra; Muerte descendente.

RESUMEN

Partición de precipitaciones en un sistema silvopastoril: efectos sobre la disponibilidad hídrica a través de la rotación forestal

Rainfall partitioning in a silvopastoral system: effects on water availability through forest rotation

J. O. Plevich[1], J. Gyenge[2], J.D. de Prada[3], A. R. Sanchez Delgado[4], J.C. Tarico[1], K. Palacios[1], A. Zanotti[1]

[1]Docente-Investigador, Área Dasonomía, Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. oplevich@ayv.unrc.edu.ar

[2]Investigador CONICET, Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (IPADS, Balcarce INTA CONICET).

[3]Docente-Investigador, Área Planeamiento Agropecuario, Departamento de Economía, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto.

[4]Docente-Investigador, Departamento de Agromatemática - UFRRJ., Seropedica, Brasil.

En los sistemas silvopastoriles (SSP) en callejones, la presencia de árboles modifica la partición de la precipitación y regula la escorrentía superficial, aspectos clave para la disponibilidad hídrica en regiones semiáridas. Este estudio evaluó en tres etapas el efecto de cortinas de *Pinus elliottii* que delimitan callejones de 21 m (386 árboles ha^{-1}) sobre la redistribución del agua de lluvia y la escorrentía en un sistema silvopastoril de la llanura central de Argentina. En una primera etapa de partición de precipitaciones, se cuantificó durante 12 meses la precipitación total (Pt), directa (Pd), el escurrimiento fustal (Ef) y la interceptación (Ic) en posiciones bajo y fuera del dosel, registrando que bajo la copa la Pd representó el 74% de la Pt y el Ef el 5%, mientras que en los callejones abiertos la Pd alcanzó el 95% y la Ic solo el 5%, con una precipitación neta (Pn) anual del 82% (539 mm) bajo dosel y del 95% (628 mm) en callejones. En una segunda etapa, se desarrollaron modelos lineales y no lineales de alta precisión (índice de Willmott >0,95) que permitieron estimar la Pn y caracterizar umbrales de interceptación, la cual disminuyó del 100% al 20% al superar los 21,5 mm de Pt. Finalmente, en una tercera etapa, se aplicaron estos modelos junto con el método del número de curva para simular la dinámica hídrica durante una rotación forestal de 20 años, proyectando que el sistema silvopastoril reduce la escorrentía superficial entre un 52% y un 57% respecto a un área sin árboles, con mayor efectividad durante el crecimiento activo (5-15 años) y ante lluvias intensas (>20 mm). Se concluye que la disposición en callejones optimiza la redistribución hídrica y que los modelos generados constituyen herramientas clave para el diseño de sistemas silvopastoriles sostenibles en regiones semiáridas.

Palabras clave: Escorrentía; Hidrología Forestal; Redistribución de Lluvia.

RESUMEN

Influencia del sitio y del rodal sobre la eficiencia en el uso del agua en plantaciones de *Gmelina arborea*

Influence of site and stand factors on water use efficiency in Gmelina arborea plantations

Ana Milena López[1], Alonso Barrios

[1]Ingeniera Forestal, MSc, PhD, Profesora Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima, Colombia. amlopeza@ut.edu.co

En el contexto del cambio climático global, la adaptación de los ecosistemas forestales se ha convertido en una prioridad para la gestión forestal, especialmente en regiones caracterizadas por limitaciones hídricas. El aumento de la temperatura, la mayor frecuencia e intensidad de las sequías y la alta demanda evapotranspirativa están afectando la productividad y sostenibilidad de los bosques, en particular en el bosque seco tropical. En este escenario, la eficiencia en el uso del agua (WUE) se reconoce como un indicador clave de la capacidad de los sistemas forestales para mantener la producción de biomasa y volumen bajo condiciones de estrés hídrico, al integrar el balance entre el crecimiento y el consumo de agua. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia en el uso del agua de plantaciones de *Gmelina arborea* establecidas en condiciones de bosque seco tropical a lo largo de la cuenca del río Magdalena, Colombia, así como identificar los principales factores de sitio y de rodal que explican su variabilidad. La biomasa total y el volumen total de árboles individuales fueron estimados mediante modelos alométricos reportados para la especie en Colombia, y la WUE fue calculada como biomasa (WUEBT) y volumen producido (WUEV) por unidad de agua evapotranspirada. Para identificar los principales impulsores de la WUE, se aplicaron análisis de correlación bivariada y canónica, considerando variables de rodal asociadas a la productividad forestal, así como variables climáticas y edáficas del sitio. Los resultados evidenciaron una alta variabilidad espacial de la WUE a lo largo de la cuenca del río Magdalena, donde *G. arborea* presentó un WUEBT medio de 0,93 kg m^{-3} H_2O (0,07–2,34 kg m^{-3} H_2O) y un WUEV medio de 0,0017 m^3 m^{-3} H_2O (0,0002–0,0040 m^3 m^{-3} H_2O). Las plantaciones localizadas en las Planicies del Caribe presentaron valores de WUE significativamente mayores que aquellas establecidas en los Valles interandinos (WUEBT = 1,00 vs. 0,77 kg m^{-3} H_2O; WUEV = 0,0018 vs. 0,0013 m^3 m^{-3} H_2O), lo que sugiere una mejor adaptación de *G. arborea* a condiciones más secas. Este patrón indica que una mayor WUE no está necesariamente asociada a una mayor disponibilidad hídrica, sino a la capacidad del sistema forestal para optimizar el uso del recurso bajo condiciones restrictivas. Las variables del rodal fueron identificadas como los principales determinantes de la WUE, especialmente aquellas asociadas con la productividad del sitio, como el incremento medio anual en biomasa y volumen, el índice de sitio y el índice de área foliar. Asimismo, la densidad del rodal, particularmente el área basal, desempeñó un papel relevante en el mantenimiento de altos niveles de productividad y eficiencia hídrica. Las variables edáficas actuaron como moduladores de la WUE, destacándose la influencia positiva de suelos con texturas más finas, mayor capacidad de almacenamiento de agua y mayores contenidos de calcio. Finalmente, el estudio resalta el potencial de la gestión forestal y de prácticas silvícolas adecuadas para optimizar la eficiencia en el uso del agua y contribuir a la adaptación de las plantaciones de *G. arborea* al cambio climático.

Palabras clave: Estrés Hídrico; Productividad Forestal; Silvicultura Adaptativa.

RESUMEN

Producción de plantines en vivero de *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman y *Eugenia involucrata* DC.

Seedling production of Plinia rivularis (Cambess.) Rotman and Eugenia involucrata DC. in a nursery setting

Gabriela Alejandra Rodriguez[1], Cecília Gonzalez[1], Beatriz Irene Eibl[1], Facundo Agustin Zarate[2]

[1]Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina. gabialerodriguez@gmail.com

[2]Estudiante de la carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

La producción de plantas nativas en vivero es un componente clave para proyectos de restauración ecológica, conservación y aprovechamiento productivo, por lo que establecer parámetros de calidad cuantitativos es esencial para garantizar un buen establecimiento a campo, brindando información esencial al trabajo de viveristas y a programas de restauración en la región. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de distintas combinaciones de tamaño de contenedores y dosis de fertilizante en el crecimiento y sobrevivencia de plantines de *Plinia rivularis* y *Eugenia involucrata* a los 10 meses en vivero. La calidad de plantines de ambas especies se analizó combinando dos tamaños de contenedores (100 y 220 cm^3) y dos dosis de fertilizante (2 y 3 kg/m^3), evaluando a los 10 meses el diámetro a la altura del cuello (DAC), la altura, el índice de esbeltez y la consistencia del cepellón. Ambos ensayos se realizaron con siembra directa, utilizando un diseño completamente aleatorizado. Los resultados se analizaron con un analisis de varianza (ANOVA) con un $P \leq 0,05$. En los casos en los que el ANOVA resultaron significativos se efectuó la comparación de las medias de los tratamientos con el test de Tukey. Los resultados mostraron que *P. rivularis* alcanzó 96 % de germinación y 99 % de supervivencia, mientras que *E. involucrata* logró 84 % y 96 % respectivamente. En *P. rivularis*, los mayores valores de DAC y altura se dieron en los tratamientos T3 y T4 (220 cm^3), obteniéndose alturas cercanas a 30 cm y evidenciando que el tamaño del contenedor es más determinante que la dosis de fertilizante; sin embargo, todos los tratamientos mostraron un índice de esbeltez levemente superior a 6 y desgranamiento del cepellón, indicando que la especie requiere más de 10 meses de viverización para lograr plantines bien formados. Para *E. involucrata*, los tratamientos con tubetes de 220 cm^3 también produjeron plantas de mayor tamaño, pero a diferencia de *P. rivularis*, el índice de esbeltez fue menor a 6 en todos los casos y no se observó desgranamiento del cepellón, mostrando que su desarrollo es más equilibrado y que 10 meses son suficientes para obtener plantines aptos para llevar a campo. En conjunto, estos resultados demuestran que el volumen del contenedor es el factor central en la calidad morfológica en ambas especies, y que su elección adecuada mejora significativamente la robustez y oportunidades de éxito en campo.

Palabras clave: Contenedores; Fertilización; Rutiferas Nativas.

RESUMEN

Desempenho silvicultural de *Eucalyptus exserta* e híbrido H-13 no Sudoeste do Paraná

Silvicultural performance of Eucalyptus exserta and the H-13 hybrid in Southwestern Paraná, Brazil

Nathan Rafael Coltro[1], Mateus Rosante Grizang[1], Guilherme Jesus dos Santos Lima[1], Eleandro José Brun[2], Flávia Gizele Konig Brun[2]

[1] Aluno do curso de Engenharia Florestal UTFPR – DV, Brasil. nathancoltro@alunos.utfpr.edu.br

[2] Engenheiro Florestal, Doutor, Professor, UTFPR –DV, Brasil.

A escolha correta do material genético é determinante para o sucesso de povoamentos florestais no Sudoeste do Paraná, especialmente devido às variações de solo e geadas ocasionais nos entornos de Dois Vizinhos. O presente trabalho avaliou a adaptação e o crescimento dendrométrico de *Eucalyptus exserta* em comparação ao híbrido clonal de *Eucalyptus urograndis*, o H-13, na região de Dois Vizinhos. O plantio experimental foi instalado em 2009 em área da UTFPR, Campus Dois Vizinhos, com dimensões de 3x2 m, utilizando 14 materiais genéticos de *Eucalyptus sp.* em parcelas demonstrativas de 160 plantas cada, porém cada árvore foi considerada como uma unidade amostral. A medição final dos dados ocorreu em 2022, totalizando 13 anos de condução do povoamento. Durante o inventário, realizou-se o censo das árvores, contabilizando 38 indivíduos de *E. exserta* e 33 indivíduos de H-13. A altura total foi mensurada com hipsômetro Haglöf e a circunferência à altura do peito (CAP) com fita métrica, sendo esta posteriormente convertida em Diâmetro à Altura do Peito (DAP). O volume individual em metros cúbicos foi estimado utilizando-se um fator de forma médio comum da região sudoeste do Paraná para *Eucalyptus sp.*, com valor de 0,50, e as médias das variáveis foram submetidas ao teste t de Student para amostras independentes ao nível de 5% de significância. As análises indicaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois materiais em todas as variáveis, onde o *Eucalyptus exserta* apresentou médias de 15,5 m de altura total, 0,7 m³ de volume individual e 21,7 cm de DAP. Em contrapartida, o híbrido H-13 demonstrou uma adaptação superior, atingindo média de 33,5 m de altura, um volume médio de 3,9 m³ por árvore e um DAP de 34,6 cm. A análise estatística evidenciou que o material H-13 é mais de cinco vezes superior em volume em relação à espécie *exserta*, representando um ganho de produtividade de 458%. Além disso, o *exserta* exibiu umavariabilidade interna crítica, com um Coeficiente de Variação (CV) volumétrico de aproximadamente 104%, este valor elevado sugere que a espécie sofreu estresse fisiológico e não se adaptou às condições locais do sítio. O material H-13, por outro lado, apresentou crescimento vigoroso e uniformidade, características essenciais para a produção comercial. O restante das análises de CV (DAP e Altura) permaneceram dentro da normalidade. Conclui-se que o *Eucalyptus exserta* apresenta má adaptação silvicultural em Dois Vizinhos, com baixo potencial para plantios produtivos. O híbrido H-13, quando equiparado ao exserta, mostrou-se adaptado e é a recomendação técnica para a região, garantindo melhor desempenho dendrométrico e viabilidade técnica para o setor florestal local. Este mesmo material já foi testado em outros plantios comerciais na região Oeste do Paraná e no Sul do Mato Grosso do Sul, onde também apresentou excelente desempenho.

Palabras clave: Dendrometria; Floresta plantada; Material genético.

ÁREA: PLANIFICACIÓN SOSTENIBLE DEL PAISAJE, BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

RESUMEN

Morfología de frutos de *Schinopsis balansae* Engl. de diferentes sitios de la provincia del Chaco

Morphology of the fruit of Schinopsis balansae Engl. from different sites in the province of Chaco

Marcos Antonio Atanasio[1], Lorena Soledad Pernochi[1], Carlos Gómez[1], Ariel Caro[2], Germán Delon[3], Alvarez Franco[4], Mendoza Emanuel[4], Goytia Yanina[5], Klein Lorena[6], Spoljarich Mónica[7], Ruiz Díaz Marianella[8]

[1]Ing.Ftal.MSc., Investigador, EEA INTA. Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina. atanasio.marcos@inta.gob.ar

[2]Tec. Forestal, Dirección regional NEA, Administración de Parques Nacionales. Capitán Solari, Chaco, Argentina.

[3]Téc. Viverista, UNITAN. Puerto Tirol, Chaco, Argentina.

[4]Estudiante Ing. Agronómica, UNCAUS. Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.

[5]Lic.Analista en Sistemas, EEA INTA. Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.

[6]Ing. Forestal. Investigadora. EEA INTA. Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina

[7]Licenciada en biología. Investigadora. EEA INTA. Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.

[8]Ing. Forestal. Becaria. EEA INTA. Colonia Benítez, Chaco, Argentina.

El quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae* Engl.), árbol nacional argentino y árbol provincial del Chaco, se distribuye en Chaco Húmedo del centro-nordeste de Argentina. Es una de las especies nativas más explotada, lo que ha llevado a un gran deterioro de los bosques quebrachales. Para apoyar proyectos de forestación, conservación y mejora genética es necesario contar con suficientes árboles de calidad superior y amplia variabilidad en las poblaciones existentes. Las variables físicas morfológicas de los frutos pueden estar relacionadas a la calidad de semillas, sitios de origen y factores ambientales. El objetivo de este trabajo fue evaluar las características morfológicas de frutos de quebracho colorado provenientes de diferentes sitios de la Provincia del Chaco. La colecta de frutos se llevó a cabo en el marco de un convenio de colaboración técnica entre el INTA y la Empresa UNITAN, mediante el cual se realizó un relevamiento y marcación de árboles fenotípicamente superiores y posterior colecta de frutos/semillas. Los frutos fueron cosechados entre los meses de febrero y marzo de 2025. Se analizaron los siguientes parámetros: espesor (cm), ancho (cm), y largo (cm) en muestras de 10 frutos por árbol sobre un total de 19 árboles distribuidos en las localidades de Presidencia Roque Sáenz Peña, Colonia Benítez, Capitán Solari y Las Breñas. La variación morfológica de los frutos en relación con los sitios se comprobó mediante el análisis de modelos lineales generales y mixtos y la Prueba LSD – Fisher, dado que el número de árbol por sitio fue diferente. Para evaluar la variabilidad entre árboles del mismo sitio se empleó el ANOVA y la prueba de Tukey. Se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,0001$) para todos los parámetros entre los distintos sitios, presentando mayor valor en el sitio Las Breñas (0,43 cm de espesor; 1,06 cm de ancho y 3,06 cm de largo) seguido por Capitán Solari, en cambio, el sitio de

Presidencia Roque Sáenz Peña mostró los valores más bajos de espesor y ancho de frutos (0,25 cm y 0,76 cm, respectivamente) y el sitio Colonia Benítez con un largo de 2,50 cm. Respecto a la variación morfológica de frutos entre árboles, excepto en el sitio de Las Breñas, se encontró diferencias estadísticas significativas en todos los otros sitios, el espesor y ancho presentó alta variabilidad en el sitio Colonia Benítez; en Sáenz Peña un árbol se destaca con valores significativamente superiores al resto para los tres parámetros medidos. Los parámetros morfológicos de los frutos se correlacionan entre sí de acuerdo con el coeficiente Pearson. La caracterización morfológica de frutos en relación con el sitio puede servir de base para relacionar estos caracteres con la calidad de las semillas obtenidas de árboles portagranos seleccionados.

Palabras clave: Calidad de semilla; Quebracho colorado; Semilleros.

RESUMEN

Teor e aporte de nutrientes via biomassa de podas de *Solanum mauritianum* em Sistema Agroflorestal Sucessional

Nutrient Content and Input via Biomass from Solanum mauritianum Prunings in a Successional Agroforestry System

Mateus Rosante Grisang[1], Alan Francisco Sandrin[1], Serinei Cesar Grigolo[2], Joel Donazzolo[2]

[1]Engenheiro Florestal, Pós-Graduando no Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. mateusrosante@alunos.utfpr.edu.br

[2]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

Objetivamos estudar a capacidade de ciclagem de nutrientes por meio de podas sucessivas da espécie *Solanum mauritanum* em um sistema agroflorestal da região sudoeste do Paraná. Foram avaliados cinco indivíduos de *Solanum mauritianum* na Unidade de Estudo e Pesquisa de Sistemas Agroflorestais com área de 1600 m², plantados no ano de 2010, sendo realizado um replantio para compensação da mortalidade no ano de 2013. Para a obtenção de dados, foram realizadas podas drásticas nos anos de 2022 e 2023. Foi realizada a coleta de material de podas mediante uso de uma lona ao redor do tronco dos indivíduos durante a realização da atividade. Todo material vegetal obtido através das podas foi coletado e segregado em quatro classes: ramos menores de 3 cm, de 3 a 5 cm e maior que 5 cm de diâmetro e folhas. Cada um desses segmentos foi devidamente pesado e, ao somar-se, obtiveram-se os valores de biomassa verde total. Após a pesagem parte do material foi fragmentado e retiradas amostras em triplicadas para cada uma das frações que foram pesadas, e posteriormente submetidas a secagem em estufa em temperatura de 65°C até peso constante, obtendo-se assim a percentagem de massa seca do material. Posteriormente à secagem, o material foi triturado com auxílio de moinho, separando-se uma amostra de cada triplicata de cada fração, que foi encaminhada ao laboratório para análise do teor de nutrientes. Em laboratório, foram realizadas análises de carbono, nitrogênio, cálcio, magnésio, fósforo e potássio, sendo os teores de nutrientes estimados pela média das triplicatas de cada uma das frações analisadas, as quais foram submetidas a teste de análise de médias Tukey ($p > 0,05$). A espécie em questão apresentou um valor médio por indivíduo de 17760g/ano^{-1} para biomassa verde e um valor de 6510g/ano^{-1} de massa seca. A análise de teor de carbono, potássio e magnésio não apresentou diferença significativa entre frações (em média por fração 430g/kg, 10,28g/kg 1,00g/kg respectivamente), enquanto o nitrogênio e fosforo apresentaram valores estatisticamente superiores na fração de folhas (N:43,8g/kg e P:2,6g/kg), o nutriente cálcio apresentou maiores teores nas frações folha (12,23g/kg) e galhos <3 (7,2g/kg) as quais se mostraram estatisticamente iguais, as outras frações não apresentaram diferença significativa. Somando as frações chegamos em um aporte de carbono, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio por indivíduo de 5,84kg/ano^{-1}, 1,90kg/ano^{-1}, 0,12kg/ano^{-1}, 1,49kg/ano^{-1}, 0,82kg/ano^{-1} e 0,12kg/ano^{-1} respectivamente. Com esses dados podemos

apontar que dentre os materiais obtidos pelas podas, as folhas se mostram como material de maior carga nutricional a ser incorporada e ciclada dentro do plantio, além de trazer aporte para estimativas e cálculos de produção de biomassa e teores de nutrientes pela espécie *Solanum mauritianum* dentro de SAF's dependendo do tipo e condições da realização de poda. Além disso, permite também estimar a possibilidade de outros usos desses resíduos como a utilização na produção de substratos de produção de mudas e adubos de origem orgânico ou orgânico mineral.

Palabras clave: Agrofloresta; Ciclagem de nutrientes; Ciclos biogeoquímicos.

RESUMEN

Indicadores climáticos. Tendencias en la región de Montecarlo, Misiones

Climate indicators. Trends in the Montecarlo region, Misiones

Fidelina Silva[1], José Olinuck[1], Jorge Visentini[1], Tomás Haberle[1]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria, Montecarlo, Misiones, Argentina. silva.fidelina@inta.gob.ar

Con el propósito de obtener evidencias sobre el cambio climático en la región de Montecarlo, Misiones, se analizaron los datos meteorológicos del periodo 1965-2024. Para ello se utilizó la herramienta Climpact, desarrollada Equipo de Expertos en Índices Climáticos Sectoriales (ET-SCI) de la Organización Meteorológica Mundial. Esta plataforma calcula indicadores estandarizados de eventos extremos a partir de las temperaturas diarias y las precipitaciones, y aplica el estimador de pendiente de Sen para cuantificar la magnitud de las tendencias, junto con la prueba de Mann-Kendall para evaluar su significancia estadística. Dado que Montecarlo se ubica en una región de clima subtropical, se seleccionaron los índices climáticos más representativos para caracterizar cambios térmicos e hídricos. En particular, se analizaron: el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI), el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI), el porcentaje de días cálidos (TX90p), las noches frías (TN10p), la duración de episodios cálidos (WSDI), los eventos fríos (CSDI) y los días con heladas (FD). Para evaluar posibles cambios en el comportamiento climático, se compararon dos períodos no solapados: 1965–1990 y 1991–2024. En el primer período, los valores de SPI a 12 meses no mostraron tendencias significativas hacia condiciones más secas o más húmedas a escala anual (pendiente de Sen: –0,001; p-value = 0,26), aunque se registraron eventos extremos en ambos sentidos. En el segundo período se observó una tendencia débil hacia condiciones más secas ($p > 0,05$), sin cambios sustanciales respecto de la variabilidad natural esperada dentro del rango de variabilidad natural. No obstante, el intervalo 2019–2021 se destacó como un episodio seco excepcional. Analizado el SPEI, se encontró que desde 1991 la región muestra un aumento significativo en el estrés hídrico por efecto de la evaporación potenciada por temperaturas más altas, algo que no ocurría antes de 1990. La sequía 2019–21 se clasificó como muy intensa y extrema según SPEI, lo que sugiere que la intensidad del evento estuvo reforzada por un contexto térmico particularmente cálido. Los resultados del WSDI, indicador clave de cambio climático, muestran un aumento sostenido en la frecuencia y persistencia de olas de calor, con eventos particularmente intensos entre 2014 y 2018, y nuevamente en 2020, 2022 y 2024. De forma coherente, los indicadores TX90p y TN10p evidenciaron tendencias significativas en 1991–2024, con un incremento de los días cálidos (pendiente: 0,351; p-valor = 0,001) y una disminución de las noches frías (pendiente: –0,179; p-value = 0,009). El indicador FD, que refleja la ocurrencia de heladas y la dinámica térmica invernal, mostró una leve tendencia negativa después de 2010. Aunque el período 1991–2024 no exhibe una tendencia lineal clara en toda la serie, sí se observa una reducción marcada en los últimos diez años, más pronunciada que la registrada entre 1965 y 1990. En conjunto, desde 1991 existe evidencia consistente de mayor estrés térmico, incremento en la recurrencia y persistencia de olas de calor, y sequías más intensas cuando se consideran índices que incorporan evaporación. Paralelamente, se ha registrado una disminución en la frecuencia de heladas, especialmente entre 2014 y 2024.

Palabras clave: Cambio climático; Climatología; Eventos extremos.

RESUMEN

Evaluación de propiedades físicas y químicas en suelos bajo sistemas productivos de la provincia de Misiones, Argentina

Evaluation of physical and chemical properties in soils under production systems in the province of Misiones, Argentina

Pablo Andrés Poszkus Borrero[1], Marisa Elizabeth Gonsalvez[1], Daniel Ricardo Schamne[1], Rosana Mendez[1], Marcelo Zhane[1], Fernando Javier Vier[1], Ricardo Barth†[1], Fabián Romero[1], Alejandra Von Wallis[1], Alex Weber[1], Rubén Cinauski[1], Edson Anderle[1], Lisa Ockier[1], Daira Alix Korniejczuk[1], Romina Dowbusz[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. pablo.poszkus@fcf.unam.edu.ar

La actividad agrícola y forestal comprende prácticas orientadas a maximizar los rendimientos, aunque algunas pueden afectar negativamente la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes. El tránsito de maquinaria y determinados manejos, como la labranza convencional, incrementan el deterioro de la estructura y aceleran la descomposición de la materia orgánica; y la quema o remoción de residuos, junto con la aplicación de pesticidas, afectan la biota edáfica, interrumpen el ciclo de la materia orgánica y reducen la agregación. El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades físicas y químicas del suelo, con énfasis en la estabilidad de agregados, en distintos sistemas productivos de la provincia de Misiones (Monte Nativo, Forestación con Pinus taeda, Pastura con Cenchrus purpureus y Yerba Mate), a fin de determinar el impacto del manejo sobre la estructura edáfica. Se recolectaron muestras, a una profundidad de 0–10 cm, que incluyeron muestras compuestas para analizar el pH, la textura y el contenido de materia orgánica, así como muestras simples destinadas a estimar la estabilidad de agregados, la densidad aparente y la porosidad total. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre los sistemas, particularmente en la estabilidad de agregados, que varió entre 0,67 y 0,87 y reflejó una estabilidad moderada a alta.

Yerba Mate presentó el valor más bajo (0,67), mientras que el Monte Nativo (0,87), Forestal (0,84) y la Pastura (0,82) alcanzaron los valores superiores, indicando mayor resistencia estructural. Por otra parte, el Monte Nativo registró la menor densidad aparente (0,95 $g \cdot cm^{-3}$) y la mayor porosidad (64,05 %), evidenciando una estructura mejor preservada. La Pastura mostró la mayor densidad aparente (1,39 $g \cdot cm^{-3}$) y la menor porosidad (47,66 %), lo que indica mayor compactación; los sistemas Forestal y Yerba Mate presentaron valores intermedios. El contenido de materia orgánica fue más elevado en el Monte Nativo (3,74 %) y menor en los usos productivos (2,07–2,71 %). En todos los casos, el pH fue ácido (4,85–5,20) y la textura arcillosa. En síntesis, los sistemas productivos mostraron un deterioro estructural mayor respecto del Monte Nativo, evidenciado por un incremento en la compactación, una reducción de la porosidad y, en algunos casos, una menor estabilidad de agregados. Los resultados reflejan el efecto acumulado de las prácticas de manejo sobre la estructura del suelo en Misiones.

Palabras clave: Calidad edáfica; Estructura del suelo; Manejo de suelos.

RESUMEN

Fenología de hongos comestibles en Misiones, Argentina: síntesis de ciclos de fructificación y patrones estacionales

Phenology of Edible Fungi in Misiones, Argentina: A Synthesis of Fruiting Cycles and Seasonal Patterns

Santiago Andrés Martínez[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, Km 3. Eldorado. Misiones, Argentina. daron07mar@gmail.com

En Misiones, Argentina, los hongos comestibles constituyen un componente importante de los ecosistemas forestales y poseen valor ecológico y económico, aunque su fenología aún se encuentra parcialmente documentada. Este trabajo sintetiza información de registros de fructificación en campo y literatura internacional sobre Lactarius deliciosus, Macrolepiota procera y M. mastoidea, Macrocybe titans, Phlebopus bruchii, Auricularia spp. y Suillus granulatus, con el objetivo de caracterizar los ciclos de crecimiento estacionales en la región.

Los datos se basan en observaciones quincenales de basidiomas en parcelas permanentes, complementadas con información de estudios previos sobre fenología, cultivo y condiciones ambientales que afectan la fructificación. Se consideraron variables como precipitación, temperatura, humedad y tipo de sustrato o bosque, integrando registros parciales propios con referencias de literatura global.

Los resultados muestran que Phlebopus bruchii y Macrocybe titans concentran su fructificación en otoño y verano, con abundancia variable según precipitaciones y disponibilidad de materia orgánica en el suelo. Las especies de Macrolepiota se registran principalmente en otoño, mostrando sensibilidad a la humedad y temperatura del sustrato, mientras que Lactarius deliciosus alcanza su pico de fructificación en otoño e invierno, asociado a bosques de pino y mixtos, con correlación entre abundancia y humedad del suelo. Las Auricularia fructifican durante todo el año, intensificándose en temporadas de lluvia en madera lignícola, y Suillus granulatus se observa principalmente en otoño, con abundancia moderada vinculada a la precipitación previa.

Estos patrones coinciden parcialmente con registros globales, donde especies templadas muestran picos de fructificación en otoño-invierno y especies tropicales o subtropicales responden a lluvias estivales. La evidencia sugiere que, además de la presencia de basidiomas, la dinámica del micelio y las condiciones microambientales son determinantes en los ciclos de crecimiento, aunque en Misiones estos aspectos aún requieren estudio sistemático. La síntesis permite establecer un marco temporal útil para la gestión de la recolección y conservación de estas especies, orientar posibles ensayos de cultivo y resaltar vacíos de conocimiento sobre variabilidad interanual y respuesta a condiciones climáticas extremas.

En conclusión, la integración de datos de campo y literatura internacional ofrece un panorama preliminar de la fenología de hongos comestibles en Misiones, constituyendo un punto de partida para estudios futuros que combinen monitoreo de basidiomas, cuantificación de micelio y análisis de variables ambientales, con

aplicaciones ecológicas y socioeconómicas, contribuyendo al conocimiento regional y al manejo sostenible de estas especies.

Palabras clave: Biodiversidad forestal; Ciclos estacionales; Fructificación; Micelio.

RESUMEN

Implementación y seguimiento de cortinas forestales multipropósito con especies nativas y exóticas, en el contexto del cambio climático y desarrollo sostenible

Implementation and Monitoring of Multipurpose Forest Shelterbelts with Native and Exotic Species in the Context of Climate Change and Sustainable Development

Nancy Paola Sánchez[1], Susana Esther Siwinsky[1], Sandra L. Rodríguez Reartes[1]

[1]Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdoba, Argentina. nancypsanchez@agro.unc.edu.ar

El cambio climático constituye una de las principales amenazas ambientales de la actualidad, generando impactos significativos sobre la biodiversidad, los ecosistemas y los recursos naturales. Entre sus consecuencias más relevantes se destacan la pérdida de especies, la degradación de suelos, déficit hídrico, entre otros. Frente a estos desafíos, el concepto de paisaje sostenible se presenta como una estrategia integral para la adaptación y mitigación. Promueve la restauración ecológica, el uso responsable del suelo, la protección de corredores biológicos y la planificación urbana verde, capaces de capturar carbono. En este contexto, resulta necesario promover modelos productivos que integren conocimientos científicos, innovación tecnológica y buenas prácticas de manejo. Bajo esta perspectiva, se plantea la evaluación de clones mejorados de salicáceas y eucaliptos, junto con especies nativas destinadas a cortinas forestales multipropósito, implantadas en sitios marginales de la provincia de Córdoba. Esta iniciativa se desarrolla como continuidad de los proyectos FORMAR 2020–2022/ FORMAR 2023–2025. El objetivo general consiste en valorar la supervivencia y los parámetros de crecimiento de especies exóticas y de especies nativas en cortinas forestales. Objetivos específicos, determinar el porcentaje de supervivencia de los individuos, registrar indicadores de crecimiento (diámetro, altura), analizar la influencia de las condiciones edafoclimáticas y de manejo sobre la evolución de las plantaciones, identificar materiales con mayor tolerancia a condiciones restrictivas y generar recomendaciones de manejo forestal sustentable extrapolables a otras unidades productivas. Los ensayos se llevan a cabo en el Campo Escuela de la FCA-UNC, presenta suelos con limitaciones de alcalinidad y sodio, capacidad de uso III. En unas de las cortinas se implantaron clones de *Salix,* plantines de *Eucalyptus sideroxylon*, en un marco de plantación de 5 x 5 m. entre individuos. Mientras que la cortina nativa se estructuró en tres hileras: arbustivas (*Caesalpinia gilliesii*, *Vachellia caven, Senna corymbosa*), especies de rápido crecimiento (*Parkinsonia aculeata*, *Schinus fasciculata*) y árboles de gran porte (*Neltuma sp.*, *Celtis ehrenbergiana*, *Aloysia gratissima*). Las distancias son 3 x 3 m. Las prácticas de manejo incluyeron control de malezas y hormigas, riegos de asiento de 10 litros y se les coloco protectores de material biodegradable. La supervivencia se evaluó mediante modelos lineales generalizados, mientras que el crecimiento y se analizaron con ANOVA. Los resultados muestran un comportamiento distinto entre especies, los clones de *Salix*

tuvieron una supervivencia de 0%, mientras que de los plantines de *Eucalyptus sideroxylon* la supervivencia fue de un 80%, con una altura promedio de 140 cm, última fecha de medición octubre 2025. Entre las nativas se destaca la alta supervivencia de *Neltuma sp* (75 %) *y Parkinsonia aculeata* (80 %), en tanto que Senna corymbosa fue la de menor tasa de supervivencia a los 6 meses de un (55%) y a los 18 meses fue de (30%). Con respecto al crecimiento durante los 18 meses los que tuvieron mayor desarrollo en promedio, *Neltuma sp* (95cm) y *Parkinsonia aculeata* (88cm).

Palabras clave: Cortinas agroforestales; Paisaje sostenible; Restauración ecológica.

RESUMEN

Crecimiento de plantas de yerba mate bajo diferentes niveles de sombra artificial

Growth of yerba mate plants under different levels of artificial shade

Paola González[1, 2], Nardia Bulfe[1]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria, Montecarlo, Misiones, Argentina. gonzalez.paola@inta.gob.ar

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina.

La radiación es un factor determinante en el establecimiento y crecimiento inicial de la yerba mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire), especialmente en sistemas productivos donde la luz puede regular la tasa de crecimiento y la morfología de las plantas. Con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes niveles de sombra sobre el crecimiento vegetativo de plantas jóvenes de yerba mate, se realizó un ensayo en invernáculo con plantas de genética INTA. El diseño experimental incluyó dos niveles de sombra artificial (30% y 60%) y un tratamiento control sin sombra (0%). En cada tratamiento se realizaron mediciones en 20 plantas, registrándose la altura total de la planta (cm) y el diámetro a la altura del cuello (DAC, mm) en dos momentos del desarrollo (22 de abril y 16 de septiembre de 2025). Los datos obtenidos fueron analizados mediante un ANOVA factorial utilizando el software *InfoStat 2020*. Los resultados del análisis mostraron diferencias significativas en la altura de las plantas de yerba mate según el nivel de sombra (p= 0,011), sin interacción entre ambos factores (p= 0,7656). En la primera evaluación, las plantas bajo 60% de sombra presentaron una mayor altura promedio (55,2 ± 11,2 cm) en comparación con 30% (50,7 ± 8,3 cm) y 0% de sombra (48,7 ± 8,8 cm). En la segunda fecha, como era de esperar, se observó un incremento con mayor altura nuevamente bajo 60% de sombra (65,7 ± 19,6 cm), seguido por 30% (57,5 ± 12,6 cm) y 0% (55,7 ± 12,2 cm). Para el DAC, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos (p= 0,499), aunque sí se observó un incremento general (3,38 mm (60%); 2,17 mm (30%); 2,96 mm (0%)) entre los momentos de mediciones, reflejando el desarrollo vegetativo del cultivo. Estos resultados sugieren que niveles moderados a altos de sombra (especialmente 60%) favorecen el crecimiento en altura de la yerba mate durante las etapas tempranas. Esta respuesta diferencial entre alturas refleja ajustes morfológicos vinculados a la disponibilidad de luz, posiblemente asociados a estrategias de búsqueda de radiación. En conjunto, el estudio aporta evidencia sobre la importancia del manejo lumínico en viveros y sistemas de implantación, indicando que la sombra parcial puede ser beneficiosa para optimizar el crecimiento inicial de la yerba mate.

Palabras clave: Crecimiento vegetativo; *Ilex paraguariensis*; Radiación fotosintéticamente activa.

RESUMEN

Ambientes de recolección, prácticas de manejo y saberes locales en la obtención del recurso combustible: un estudio comparativo entre colonos y guaraníes en el noreste argentino

Collection environments, management practices and local knowledge in obtaining the fuel resource: a comparative study between settlers and Guarani in northeastern Argentina

Mario Gabriel Sackser[1, 2], Héctor Alejandro Keller[1], Norma Inés Hilgert[1, 2]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. gabriel.sackser@fcf.unam.edu.ar

[2]Instituto de Biología Subtropical. UNaM-CONICET. Bertoni 85, Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

Históricamente, las comunidades tradicionales y campesinas han interactuado con los ecosistemas, y han configurado su entorno en función de sus concepciones, usos y prácticas de manejo. En este contexto, la gestión diversificada en el paisaje y de los recursos refleja una heterogeneidad ambiental y una composición vegetal diversa, que aumenta las posibilidades de mantener los recursos en tiempo y espacio. En este estudio analizamos y comparamos los ambientes de obtención de leña en función del uso del suelo en dos grupos culturales residentes en las cuencas del Arroyo Paraíso y Arroyo Soberbio, Misiones, Argentina. La información se obtuvo mediante entrevistas, observación participante y caminatas botánicas con los colaboradores; permitiéndonos indagar sobre las características de las formaciones vegetales naturales, los espacios gestionados y las prácticas de manejo empleadas. Se observaron diferencias en los ambientes de recolección y en las estrategias de manejo. Los colonos se caracterizan por clasificar y aprovechar un mayor número de ambientes para recolectar leña, con mayor frecuencia en aquellos con alta intensidad de manejo. Estos espacios se destinan inicialmente a cultivos anuales y, con el tiempo, se transforman en áreas de cultivos perennes, plantaciones forestales y pasturas ganaderas. En contraste, los guaraníes realizan una recolección en menos ambientes, pero de forma más equilibrada entre ambientes de baja y alta intensidad de manejo, destacándose el bosque nativo circundante, las parcelas de cultivos anuales y los rozados recientes (roza-tumba-quema). El análisis de cobertura y uso del suelo revelan que ambos grupos culturales cuentan con diferente superficie *per cápita* (colonos 11,24 ha/persona, guaraníes 1,77 ha/persona) y, a la vez, gestionan de modo diferencial los ambientes del paisaje. Generalmente, los colonos conservan en pie algunos ejemplares nativos para su aprovechamiento y protegen los renovales de interés durante las labores agrícolas, además, fomentan el cultivo de especies exóticas de rápido crecimiento; mientras que, los guaraníes toleran varias especies nativas como fuente de recursos para múltiples usos (diversificado). En cuanto al

manejo, los colonos administran simultáneamente varios espacios de forma permanente y basan su estrategia principal en cortar especies abundantes en distintos estados de desarrollo dentro de los espacios productivos, con el fin de reducir la competencia con los cultivos. En cambio, los guaraníes practican una agricultura itinerante, y recolectan todo el recurso leñoso disponible durante los primeros años dentro de la parcela; luego se trasladan a otra área para establecer nuevos espacios de cultivos. Finalmente, los ambientes y los usos del suelo reflejan las estrategias y prácticas culturales que cada grupo implementa en el paisaje. Mientras los colonos tienden a una gestión más intensiva de las parcelas, los guaraníes mantienen un territorio con una mayor proporción de bosques nativos.
Esta comparación pone de relieve la relevancia de reconocer la diversidad de prácticas y percepciones en la construcción de estrategias de gestión sostenible de los recursos. Asimismo, futuras investigaciones podrían profundizar en el impacto de estas prácticas sobre la dinámica del bosque y en las estrategias de adaptación frente al cambio climático.

Palabras clave: Cuencas; Especies; Uso del suelo.

RESUMEN

Efecto de la polinización libre y manual en una orquídea sobre las dimensiones del fruto

Effect of free and manual pollination on an orchid on fruit size

Evelyn Raquel Duarte[1], Daily García[1], Guillermo Küppers[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio de Propagación Vegetativa, Conservación y Domesticación de Recursos Fitogenéticos (LAPROVECO). Bertoni 124 KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. evelyn.duarte@fcf.unam.edu.ar

La familia Orchidaceae con más de 28.000 especies descritas, se caracterizan por una notable especialización en sus mecanismos reproductivos. Dentro de este grupo, el género *Vanilla* se destaca por su importancia económica y ecológica, especialmente en regiones tropicales y subtropicales. *Vanilla chamissonis* se trata de una especie hemiepífita nativa del Bosque Atlántico del Alto Paraná, que podría ser considerada como alternativa a *V. planifolia* en la producción de esencia de vainilla, dado que sus frutos también presentan algunas esencias que podrían tener un valor comestible y comercial similar a *V. planifolia*. A su vez esta especie es de importancia en la región de Misiones porque está adaptada a condiciones locales y presenta un potencial productivo en sistemas agroforestales. Uno de los inconvenientes que más afectan la propagación y conservación de las orquídeas está relacionado con la escasez de polinizadores naturales, ocasionado tanto por la pérdida de hábitat. En este sentido, la polinización manual se ha convertido en una técnica eficiente que garantiza la producción de frutos, en especial bajo condiciones *ex situ* o en cultivos comerciales. La misma consiste en la transferencia manual del polen de la antera al estigma, evitando de esta manera la dependencia de los agentes polinizadores. Estudios recientes han demostrado que la polinización manual no solo incrementa la tasa de fructificación, sino que también puede influir en la morfología del fruto, posiblemente debido a una fecundación más homogénea o a estímulos hormonales derivados de la manipulación mejorando notablemente la calidad del fruto. Este trabajo se procedió a evaluar comparativamente las dimensiones de los frutos de *V. chamissonis* bajo dos condiciones de polinización: libre (natural) y manual. El objetivo principal del estudio es analizar el efecto del tipo de polinización sobre las características morfométricas del fruto (largo y ancho) de *V. chamissonis* a fin de comparar la eficiencia reproductiva entre polinización libre y manual, determinando si existen diferencias significativas en las dimensiones largo y ancho. La investigación se llevó a cabo en Eldorado, Misiones (Argentina), con frutos que fueron cosechados en una plantación experimental de orquídeas nativas. Para lo cual se emplearon una muestra de 10 frutos de polinización libre y manual. Estos fueron cosechados 12 meses después de la polinización. Las variables evaluadas fueron el largo y el ancho y para medir ambas dimensiones se emplearon un calibre digital, posteriormente se realizó un análisis t para determinar si hubo diferencias en el tamaño entre los tratamientos. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas en el largo y ancho del fruto a favor de la polinización manual con un largo de 18,79 cm y un ancho de 3,5 cm. Esto demuestra que la variación en el tamaño del fruto está fuertemente influenciada por el tipo de polinización del cual se origina el mismo. De acuerdo con estos resultados se concluye que los frutos de *Vanilla chamissonis* mejoran significativamente su tamaño cuando estos son obtenidos por medio de la polinización manual.

Palabras clave: Cápsula; Reproducción; Tamaño.

RESUMEN

Influencia de calidad de plantas *in vitro* de *Vanilla planifolia* Andrews en diferentes sustratos

Influence of the quality of Vanilla planifolia Andrews in vitro plants on different substrates

Evelyn Raquel Duarte[1], Daily García[1], Guillermo Küppers[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio de Propagación Vegetativa, Conservación y Domesticación de Recursos Fitogenéticos (LAPROVECO). Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. evelyn.duarte@fcf.unam.edu.ar

Vanilla planifolia Andrews es una especie trepadora de la familia Orchidaceae originaria de México. Es apreciada en el comercio mundial para la producción de vainilla, esencia valorada por los compuestos aromáticos que posee en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica. En la actualidad los países que concentran la producción son Madagascar, Indonesia y Tahití, en tanto que Latinoamérica existen diversas iniciativas a nivel experimental cuya finalidad es promover el cultivo, producción comercial y a su vez conservar el recurso. En la Argentina este producto solo es de importación, razón por la cual la obtención de este posee altos costos, lo que limita la accesibilidad del producto. El uso de herramientas biotecnológicas, como el cultivo *in vitro,* ha permitido obtener plantas de calidad y libre de patógenos y enfermedades, asegurando al abastecimiento de material genético que pueda utilizarse en programas de domesticación y cultivos comerciales. Las condiciones climáticas de provincia de Misiones podrían considerarse como un lugar propicio para lograr su producción y disminuir sus costos de la vainilla a nivel local, por lo que resulta importante poder contar con plantas de calidad para su cultivo en la región y posteriormente generar la esencia de calidad para su posterior comercialización. En este sentido, varias investigaciones demostraron que el tipo de sustrato empleado en la producción influyen directamente en la supervivencia, crecimiento y calidad de planta, afectando aspectos del desarrollo como la altura, el número de hojas y daños foliares. Evaluar el comportamiento de plántulas *in vitro* de *V. planifolia* en diferentes sustratos resulta primordial para generar protocolos de cultivo adaptados a las condiciones de Misiones, Argentina, y de esta manera contribuir al desarrollo local de una producción sostenible de esta esencia tan apreciada. El objetivo de estudio fue evaluar la calidad de plantas *in vitro* de *Vanilla planifolia* en los sustratos corteza de pino, perlita y una combinación de ambos, considerando variables morfológicas y sanitarias. En este trabajo se emplearon plántulas obtenidas por propagación *in vitro* de un año de cultivo. Las mismas fueron extraídas de los frascos lavadas y posteriormente plantadas en bandejas plásticas de 17 x 25 cm que contenían corteza de pino, perlita y una combinación de estos sustratos en una proporción 3:1 respectivamente. A los 60 días se analizaron el efecto de los sustratos en las variables supervivencia, porcentaje de plantas con ápice muerto y de plantas con hojas dañadas. Los resultados demostraron diferencias significativas entre los tratamientos, manifestándose 100 % de supervivencia en la perlita y las demás variables presentaron niveles intermedios mientras que la corteza de pino presentó el mayor porcentaje de plantas con ápice muerto (30 %) y menor cantidad de plantas con hojas dañada (0,8 %), a su vez la corteza combinada tuvo menor muerte de ápice (8 %) pero mayor daño foliar (1,5 %), alcanzándose 100 % de supervivencia en

los distintos tratamientos. Estos resultados demuestran que las características del sustrato empleado influyen directamente en la calidad de las plantas.

Palabras clave: Corteza; Orquídeas; Perlita.

RESUMEN

Viabilidad de semillas de *Miltonia flavescens* según la posición del fruto en la vara floral

Viability of Miltonia flavescens seeds according to the position of the fruit on the flower stalk

Evelyn Raquel Duarte[1], Daiana Francisca Denise Duarte Sánchez[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio de Propagación Vegetativa, Conservación y Domesticación de Recursos Fitogenéticos (LAPROVECO). Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. evelyn.duarte@fcf.unam.edu.ar

La familia Orchidaceae tiene una distribución cosmopolita, sin embargo, la región neotropical es la que cuenta con la mayor cantidad de orquídeas, a su vez posee una variedad de géneros endémicos, entre los que se encuentra el género *Miltonia*, que se caracteriza por crecer en la zona Sur entre Brasil, Paraguay y Argentina. *Miltonia flavescens* es una orquídea nativa del Bosque Atlántico, que si bien esta categorizada por la UICN como una especie de menor preocupación, esta habita uno de los hotspot más amenazados del mundo, el cual requiere de acciones inmediatas para conservar la mayor cantidad de especies del sito. A nivel mundial es bien conocido que las orquídeas son un grupo de plantas que se encuentra ampliamente amenazadas por las presiones de pérdida de hábitat, comercialización ilegal y desconocimiento de sobre los diversos requerimientos ambientales que necesitan para tener un óptimo crecimiento y puedan sobrevivir en el ecosistema a lo largo del tiempo. En este sentido, conocer los aspectos sobre viabilidad y vigor de las semillas resultan importantes para determinar la posibilidad de obtener nuevos individuos, así como para generar conocimiento sobre las distintas especies con el fin de permitir su conservación, o favorecer su reintroducción de estas en zonas de restauración. El objetivo del estudio fue evaluar la calidad de las semillas según su posición en la vara floral, empleando para ello una prueba de tetrazolio. Para su realización, se cosechó frutos cerrados de *Miltonia flavescens* de la parte apical, media y basal de varas florales de 3 plantas genéticamente distintas. Los frutos fueron obtenidos por medio de polinización manual y cruzada entre distintos ejemplares de la especie. Posteriormente, se procedieron a la apertura de estos y se tomaron muestras de semillas obtenidas de la mezcla de los frutos ubicados en la parte basal, otras muestras de la posición media y apical de la vara floral. Las semillas se colocaron en sobres de papel filtro y se humedecieron en agua destilada por un periodo de 24 horas colocándose a continuación en una solución de tetrazolio al 0,5%. Finalizado este proceso, se armaron muestras para microscopio óptico y se tomaron microfotografías, sobre las cuales se contabilizaron las semillas viables (teñidas de rojo), las no viables (sin tinción) y semillas vanas o vacías. Los resultados de este estudio revelaron diferencias significativas entre los frutos de la parte basal y apical con porcentajes de semillas viables superiores al 70%, respecto del ubicado en la parte media con porcentajes de viabilidad inferiores al 50%. En tanto que la cantidad de semillas vanas no manifestaron diferencias significativas entre las distintas secciones de la planta. Esto demuestra que la posición de la semilla en la planta puede afectar la proporción de semillas viables y por ende la cantidad de plantas que podrán obtenerse.

Palabras clave: Prueba de tetrazolio; Tinción; Ubicación en la planta.

RESUMEN

Secuestro de carbono en plantaciones de *Eucalyptus viminalis* de la Pampa arenosa (Provincia de Buenos Aires)

Carbon sequestration in Eucalyptus viminalis plantations in the sandy Pampas region (Province of Buenos Aires)

Paula Ferrere[1, 2], Ana Maria Lupi[3], Maria Jose Beribe[1]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria, Pergamino, Buenos Aires, Argentina. ferrere.paula@inta.gob.ar

[2]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA), Agencia de Extensión Rural, 9 de Julio, Buenos Aires, Argentina.

[3]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto de Suelos, Castelar, Buenos Aires, Argentina.

Las plantaciones forestales podrían formar parte de una estrategia para la mitigación del cambio climático por su capacidad para absorber y retener grandes cantidades de carbono (C) dentro de sus estructuras y en el sistema en general. *Eucalyptus viminalis* es una especie de crecimiento promisorio sobre suelos *Udipsamente y Hapludoles* de la Pampa arenosa, que no compiten con el principal uso de la tierra. El objetivo del trabajo fue 1) determinar la cantidad de C almacenado forestaciones de *E. viminalis* (F) de diferentes edades, establecidas sobre suelos arenosos y 2) comparar las reservas de C del uso forestal (F) con la línea de base (LB), pastizales de *Eragrostis curvula*. Se identificaron plantaciones entre 7 y 10 años. En cada rodal se relevaron datos dasométricos en 4 parcelas de 400 m^2. Se determinó la biomasa aérea (BA) y la biomasa de raíz (BR) de 40 árboles a partir del método directo. Se cubicaron 50 árboles para obtener el volumen y se determinó la densidad de madera (499 $Kg.m^{-3}$). De cada parcela forestal se tomaron 4-6 muestras de mantillo (BM). Se identificaron situaciones de LB bajo similar condición ambiental y cercana a cada una de las F, donde se tomaron muestras de biomasa aérea (BA) y subterránea (BR) en pastizal (n= 12). En F y LB se tomaron muestras de suelo en cada parcela y se determinó stock de carbono orgánico (SCOS) en 0-50 cm. Se transformó la biomasa en C multiplicando por 0.5. En LB y en F, el C a nivel de sistema (CS_{LB} y CS_F) fue la suma del C en cada compartimiento. Las variables se analizaron mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

Los usos del suelo mostraron diferencias significativas en el C-BA (F= 79,59±20,06 Mg $C.ha^{-1}$ y LB= 1,01±0,31 Mg $C.ha^{-1}$) El C-BR fue de 13,38±2,92 Mg $C.ha^{-1}$ en F y 2,03±0,62 Mg $C.ha^{-1}$ en LB. En cada edad no hay diferencias en SCOS entre usos del suelo (F= 38,92±7,53 Mg $C.ha^{-1}$ y LB= 38,93±11,36 Mg C. ha^{-1}), posiblemente por la textura del suelo y el tiempo de cambio de uso. Las diferencias en SCOS entre las LB, probablemente se explique por diferencias de manejo de pastizal. El SCOS más alto se encontró en F a los 8 años con 58,11 Mg $C.ha^{-1}$ y puede deberse a un sitio con mayores contenidos de fracción fina y mayor capacidad de estabilización del C. El C-BM no cambió entre los 7 y 10 años probablemente porque ya se encontraba estabilizado (5,45 Mg $C.ha^{-1}$). El CS_F (118,7 Mg $C.ha^{-1}$) fue significativamente más alto (para todas las edades) a CS_{LB} (50,9 Mg $C.ha^{-1}$). La captura de C adicional en F entre 7 y 10 años fue de 57,97 a 97,94 Mg $C.ha^{-1}$. En el rango de edades analizadas, los sistemas forestales almacenan más C que los pastizales. Las diferencias se atribuyen

principalmente al C en la biomasa forestal. Ampliar los relevamientos con mayor rango de edades y densidades de plantación podría contribuir a evaluar otros escenarios.

Palabras clave: Biomasa; Pastizales de pasto llorón; *Udipsamente*.

RESUMEN

Sistemas de cultivo, sombra y diversidad: efectos sobre la herbivoría en cultivos de yerba mate

Cultivation systems, shade, and diversity: effects on herbivory in yerba mate crops

Débora di Francescantonio[1, 2], Mariana Villagra[2, 3], Fernando Foletto[3], José Paliza[3], Patricia Casco[2]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. debodifra@gmail.com

[2]Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CeIBA). Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

[3]Instituto de Biología Subtropical. UNaM-CONICET. Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

La expansión agrícola y la simplificación de los sistemas productivos modifican la diversidad vegetal y los procesos ecológicos asociados, con efectos potenciales sobre la herbivoría y el rendimiento de los cultivos. En Misiones, el monocultivo de yerba mate es predominante, pero, en las últimas décadas, se han promovido sistemas agroforestales (SAF) que incrementan la complejidad estructural. Se conoce poco sobre cómo estos sistemas influyen en la diversidad de plantas acompañantes y en la herbivoría. En este estudio evaluamos: (1) si el sistema de cultivo (monocultivo vs. SAF) y la cobertura del dosel modifican la comunidad vegetal y (2) cómo la diversidad y la sombra se relacionan con el daño por el psillido especialista *Gyropsylla spegazziana* ("rulo") y por insectos masticadores (presuntamente generalistas). El estudio se realizó en 18 sitios (9 monocultivos, 9 SAFs) del norte de Misiones. Relevamos la composición y diversidad vegetal, la estructura del cultivo, la cobertura del dosel y del suelo desnudo. Los datos de rendimiento fueron aportados por los productores. La herbivoría se evaluó en 40 plantas/sitio: el daño por rulo como proporción de ramificaciones afectadas y el de masticadores como porcentaje del área foliar perdida (registrado en 40 hojas/planta). Para cada gremio, usamos modelos mixtos con sitio como efecto aleatorio y, como efectos fijos, el sistema de cultivo, los índices de diversidad (q_0=riqueza, q_1=diversidad efectiva, q_2=dominancia), cobertura del dosel, suelo desnudo y la estructura del cultivo. Registramos 194 especies vasculares. Los índices q_0, q_1 y q_2 no difirieron entre sistemas de cultivo ni se asociaron con la cobertura de dosel, pero mostraron alta variación entre sitios sugiriendo un rol central de las prácticas locales. El rendimiento siguió el mismo patrón. La herbivoría por rulo estuvo explicada por la interacción entre sistema de cultivo y diversidad. En monocultivos, un mayor q_0 (y marginalmente q_1) se asoció con menor daño, mientras que en los SAF el daño fue bajo y estable. El índice q_2 no fue significativo. Para los masticadores generalistas, la variable clave fue la cobertura del dosel, con un efecto principal negativo, que estuvo condicionado por la diversidad: se detectaron interacciones positivas con q_1 y q_2. Esto indica que, en condiciones de alta cobertura (microclima sombreado, fresco y húmedo), el daño aumentó con q_1 y q_2, mientras que con baja cobertura se mantuvo constante. El sistema de cultivo no tuvo un efecto significativo en este gremio. Conclusión: diferentes gremios de herbívoros responden a dimensiones distintas de la complejidad vegetal. El especialista responde a la interacción sistema de cultivo–diversidad, mientras que los generalistas dependen del microclima (sombra) y de cómo este modula el efecto de la diversidad. Para un manejo integral, aumentar la diversidad vegetal en monocultivos podría ayudar a disminuir al rulo. Para el control

de masticadores generalistas se recomiendan niveles moderados de sombra, ya que una cobertura excesiva podría favorecer mayor herbivoría en contextos de alta diversidad dominada por pocas especies vegetales, además de poder reducir el rendimiento. El diseño de sistemas sostenibles de yerba mate requiere encontrar un equilibrio entre estos factores.

Palabras clave: Cobertura de dosel; Diversidad vegetal; *Gyropsylla spegazziana*; Herbivoría; *Ilex paraguariensis*; Monocultivo; Sistemas agroforestales.

RESUMEN

Expansión Urbana y Riesgo de Islas de Calor en la provincia de Misiones

Urban Expansion and Heat Island Risk in Misiones Province

Victor Adrian Cano[1], Felipe Sodré Mendes Barros[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124 KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. victorcanodev@gmail.com

El crecimiento poblacional y la expansión urbana descontrolada son los principales impulsores de la creación de islas de calor urbanas (ICU), un fenómeno que agrava el estrés térmico en las ciudades. Este estudio se propuso evaluar la influencia de la expansión urbana y la pérdida de masa vegetal en el aumento de la temperatura superficial terrestre (LST) en Misiones durante el período 2000–2022, e identificar las localidades más afectadas a partir de un índice térmico científicamente consistente. La metodología se basó en el análisis multitemporal de imágenes Landsat 5 (2000) y Landsat 8 (2022), empleando datos de Reflectancia Superficial (SR) y LST de Landsat Collection 2 Level-2. El preprocesamiento, desarrollado en Google Earth Engine (GEE), consistió en calcular compuestos anuales de mediana, libres de nubes y sombras mediante el uso de la máscara QA_PIXEL, para cada año de análisis (2000 y 2022), permitiendo la comparación temporal. Estos datos satelitales compuestos fueron usados en el cálculo de los índices espectrales NDVI y NDBI, así como la Temperatura Superficial Terrestre (LST). La LST fue corregida por emisividad mediante la aplicación del Método NDVI-Threshold, que fueron, en seguida, normalizados por el abordaje Z-Score (Zx =X-). Para la evaluación histórica, se calculó el Índice de Vulnerabilidad al Cambio (IVC), que suma de los Deltas normalizados de cada índice espectral (ICV = z NDVI + z NDBI+z LST3, donde zx = Zx2022 - Zx2000). Con eso, tenemos el valor del IVC como el número de desviaciones estándar observado a cada pixel en función del cambio promedio del área de estudio, permitiéndonos identificar la magnitud y dirección del cambio: Un valor positivo en el IVC indica un movimiento hacia condiciones de mayor riesgo (urbanización/calentamiento), mientras que un valor negativo indica reducción en el riesgo por mejoras ambientales. Al calcular el valor medio del RTC con los datos censales agregados por departamentos, se pudo identificar que los departamentos Posadas (3.697), seguido por Apóstoles (3.602) y Concepción (3.022) presentan mayor exposición al RTC. El análisis reveló que el riesgo térmico no es estrictamente proporcional al tamaño poblacional. Si bien Posadas confirmó la presencia de islas de calor en grandes aglomeraciones, jurisdicciones con menor población como Apóstoles y Concepción exhiben riesgos muy elevados. Por el contrario, ciudades grandes como Iguazú y Oberá presentan índices moderados. Esto sugiere que la estructura urbana y la ausencia de infraestructura verde son factores más críticos que la población total. Se concluye que el enfoque de doble índice (IVC y RTC) es una herramienta interesante para la planificación, y que las estrategias de mitigación y adaptación deben enfocarse en la calidad de la cobertura vegetal dentro de los cascos urbanos. Además, estas estrategias deberían ir acompañadas de estrategias de adaptación a las islas de calor.

Palabras clave: ICU; LST; Teledetección.

RESUMEN

Severidad del incendio de 2020 en el Delta del Paraná un análisis multitemporal

Severity of the 2020 Fire in the Paraná Delta: A Multitemporal Analysis

Augusto Miñarro[1], Silvia Vera Laceiras[1], Daiana Benítez Mendoza[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. augustom09090909@gmail.com

Durante el año 2020, el Delta del río Paraná atravesó uno de los eventos de incendios más relevantes de la última década, afectando extensas áreas de humedales y generando importantes consecuencias ambientales. En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar la severidad del incendio en un sector representativo del Delta mediante análisis multitemporal aplicado a imágenes satelitales.
La metodología integró técnicas de teledetección y análisis geoespacial utilizando la plataforma Google Earth Engine para el procesamiento de imágenes, RStudio para el análisis estadístico y el cálculo de superficies afectadas, y QGIS para la visualización y organización de capas espaciales. Se emplearon imágenes Sentinel-2 Nivel 2A correspondientes a períodos previo (mayo–julio 2020) y posterior al incendio (agosto–noviembre 2020). A partir de ellas se calcularon los índices NBR (Normalized Burn Ratio) pre y post-incendio, y posteriormente el índice diferencial dNBR (differenced Normalized Burn Ratio), utilizado para estimar el grado de perturbación de la vegetación. La severidad se clasificó siguiendo los umbrales propuestos por Key & Benson (2006) del United States Geological Survey (USGS), generándose mapas continuos y reclasificados.
Los resultados mostraron que el 87% del área evaluada (65.581 ha) se clasificó como “sin cambio”, mientras que la severidad baja representó el 12% (9.018 ha). La severidad media-baja fue mínima (31,8 ha; <0,1%) y no se registraron zonas de severidad media-alta ni alta. Estos valores indican que, pese a la extensión del incendio, su impacto sobre la vegetación fue superficial y limitado, coherente con la dinámica típica de los humedales del Delta.
La integración de análisis multitemporal con herramientas geoespaciales permitió evaluar de manera efectiva la severidad del incendio en el área de estudio, cumpliendo con el objetivo planteado. El enfoque aplicado demostró ser adecuado para caracterizar la magnitud del daño y constituye una herramienta útil para futuras evaluaciones ambientales y estrategias de monitoreo del territorio.

Palabras clave: dNBR; Humedales; Incendios.

RESUMEN

Estimación de reservas de carbono en el bosque chaqueño serrano de las Sierras de Guasayán, Argentina, mediante modelos alométricos

Carbon stock estimation in the Chaco mountain forest of the Guasayán Highlands, Argentina, using allometric models

Christopher Acosta Castillo[1], Maximiliano Diaz Palavecino[1], Alvaro Veliz[1, 2], Jose Castillo[1], Matias Lorenzo[1]

[1]Universidad Nacional de Santiago del Estero, Capital, Santiago del Estero, Argentina. christopher.acosta2626@gmail.com

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina.

Las sierras de Guasayán en Santiago del Estero albergan remanentes del bosque chaqueño serrano, estos enfrentan presiones antrópicas que generan la pérdida de un ecosistema cuya capacidad para secuestrar carbono y mitigar el cambio climático se desconoce. En este orden de ideas, este estudio tuvo como objetivo general determinar el stock de carbono en la biomasa forestal mediante modelos alométricos. Los objetivos específicos fueron: 1) cuantificar la biomasa aérea y subterránea, 2) calcular el carbono (C) y el Dióxido de carbono equivalente (CO2eq), 3) estimar las toneladas de dióxido de carbono equivalente/hectárea (t CO_2eq/ha), 4) implementar las metodologías VMD00001/00002 de verra y 5) cuantificar el stock de carbono en la madera muerta. Se establecieron 6 parcelas de 1000 m² de manera aleatoria, midiendo el diámetro a la altura del pecho (DAP) (≥5 cm) y la altura de los individuos. Se aplicó la ecuación de Chave (2015) para bosques secos subtropicales: AGB (Above Ground Biomass) = exp(-2,187+ 0,916·ln(ρ·DAP²·H)), utilizando densidades de madera específicas. La biomasa subterránea se estimó como 28% de la aérea, el carbono como 47% de la biomasa total, y el CO_2eq con factor 3,6667, siguiendo protocolos VMD00001/00002.

El análisis reveló un stock de t CO_2eq para las parcelas que va desde 3,78 hasta 19,12 en la biomasa viva (sobre y bajo el suelo). La especie que más aporta es el Schinopsis marginata con 36,03 t CO_2eq (como sumatoria total de los 33 individuos relevados), por su lado, la Salta triflora aunque dominante en frecuencia (129 ind.), presentó bajo almacenamiento individual (4,36 t CO2 eq como sumatoria total). Por otra parte, la media del dióxido de carbono de origen forestal sobre el suelo es de 83,32 t CO2 eq/ha, bajo el suelo de 22,33 tCO2 eq/ha y la madera muerta genera una media de 29,35t CO2 eq/ha. Teniendo el ecosistema una media de 136t CO2 eq/ha.

El bosque chaqueño serrano de Guasayán constituye un reservorio moderado pero significativo de carbono, con valores característicos de ecosistemas secos. La presión antrópica histórica ha modelado su estructura actual, reduciendo su potencial de almacenamiento y generando una gran diversidad de valores entre los sitios estudiados, siendo mayores los valores de reservorio de C y CO2eq en las serranías más altas. Schinopsis marginata y Ceiba chodatii emergen como especies clave para estrategias de conservación, asociándose su presencia a las parcelas con alto stock de carbono, mientras que otras especies como la Salta triflora se asocian más a

lugares bajos y perturbados, donde presentan una alta abundancia, pero una baja captura de Carbono.
Las metodologías VMD00001/00002 demostraron aplicabilidad, aunque se recomiendan ajustes locales en parámetros referidos a madera muerta. La implementación exitosa de estas metodologías sienta una base técnica sólida para la valorización de este ecosistema en mercados de carbono, permitiendo que la conservación del Chaco serrano se convierta en una alternativa económica para las comunidades. Esta línea de base permite transicionar hacia políticas de gestión activa, donde la protección de especies y la restauración de sitios degradados se transformen en mecanismos de financiamiento sostenible.

Palabras clave: Carbono; Chaco serrano; Quebracho.

RESUMEN

Estimación de la biomasa forestal y del stock de carbono en la Estación Experimental San Isidro (UNSE), Santiago del Estero.

Estimation of Forest Biomass and Carbon stock at the San Isidro Experimental Station (UNSE), Santiago del Estero.

Christopher Acosta Castillo[1], Maximiliano Diaz Palavecino[1], Alvaro Veliz[1, 2], Jose Castillo[1], Matias Lorenzo[1]

[1]Universidad Nacional de Santiago Del Estero, Capital, Santiago del Estero, Argentina. christopher.acosta2626@gmail.com

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones, Argentina.

La estación experimental San Isidro en Santiago del Estero, perteneciente a la Facultad de Ciencias Forestales de la UNSE representa un remanente de bosque chaqueño semiárido en un entorno cada vez más urbanizado. Este predio enfrenta serias presiones antrópicas principalmente por la degradación histórica de la intervención agrícola y regímenes de disturbios frecuentes, lo que altera su capacidad para secuestrar carbono y mitigar el cambio climático. En este orden de ideas, este estudio tuvo como objetivo general determinar la biomasa forestal y el stock actual de carbono mediante la aplicación de metodologías de cuantificación no destructivas. Los objetivos específicos fueron: 1) Cuantificar la biomasa aérea y subterránea en las unidades muestrales. 2) Determinar el stock de carbono de las parcelas evaluadas. 3) Estimar el stock de dióxido de carbono equivalente (CO2eq). 4) Analizar la riqueza y abundancia de especies por parcelas con respecto a su aporte en las reservas de carbono.

El área total de la estación experimental es de 120 ha, donde se seleccionó un polígono de 6,76 ha y se establecieron aleatoriamente tres parcelas circulares de 1000 m2 cada una, midiendo el diámetro a la altura del pecho (dap) (≥5 cm) y la altura (h) de todos los individuos leñosos presentes. El inventario de árboles incluyó: especie, estado sanitario, altura y dap.

Se utilizó la fórmula de Chave (2015) ajustada para bosque subtropical seco que estima la biomasa, aplicando densidades de madera específicas por especie. La biomasa se convirtió a carbono (kg), y posteriormente se estimó su aporte de dióxido de carbono equivalente (t CO_2 eq).

La biomasa aérea promedio fue de 2379,91 kg/parcela mientras que la biomasa subterránea indicó un valor promedio de 666,37 kg/parcela. Respecto, el stock de carbono promedio presentó un valor de 1431,75 kg/parcela. Por otro lado, al calcular el stock de CO_2 eq a nivel de hectáreas fue de 40,11 tCO2 eq/ha sobre el suelo y bajo el suelo un promedio de 11,48 tCO2 eq/ha. La riqueza y abundancia de especies varía por parcela, con la Parcela 3 presentando mayor número de individuos (92) y especies, siendo el Algarrobo blanco (Neltuma alba), Tala (Celtis ehrembergiana) y Brea (Parkinsonia Praecox) las que mayor aporte de carbono presentan según los datos de composición y valores calculados.

Los resultados evidencian que las cantidades de biomasa, carbono almacenado y dióxido de carbono equivalente dependen no sólo de la composición específica de las parcelas, sino también de variables estructurales recolectadas en campo

incorporadas en las ecuaciones alométricas utilizadas. En este sentido, especies como el Algarrobo blanco (Neltuma alba) presentan un mayor aporte a las reservas totales de carbono debido a su mayor biomasa individual, asociada a mayores diámetros y densidad de madera, más que únicamente a su abundancia relativa.
Esto explica que parcelas con mayor número de individuos o mayor riqueza no necesariamente presenten mayores stocks de carbono. Esto se evidencia en que la parcela con una mayor riqueza de especies fue la que menor stock de carbono presentó. Tratándose en general de un ecosistema perturbado, en los tres casos con presencia de ganado y extracción selectiva de madera.

Palabras clave: Algarrobo blanco; Biomasa, Chaco semiárido.

RESUMEN

El uso sostenible de la biodiversidad desde una perspectiva de género e interculturalidad

The sustainable use of biodiversity from a gender and intercultural perspective

Marina Parra[1], Celeste Nogales[2], Nadia Paco[3], Mariela Bobadilla[1], Aimé Oyharzábal Castro[4], Sandra Sharry[5]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. marina.parra@fcf.unam.edu.ar

[2]Universidad Nacional de Salta, Facultad de Humanidades. Salta, Argentina.

[3]Universidad Nacional de Jujuy, Facultad de Ciencias Agrarias. Jujuy, Argentina.

[4]Técnica. Jujuy, Argentina.

[5]Universidad Nacional de Rio Negro - Universidad Nacional de La Plata. Argentina. Sistema Nacional de Investigación (SNI) Panamá

A partir del estudio de género desarrollado en el marco del Proyecto USUBI Uso sostenible de la biodiversidad (PNUD ARG 15G53), se fortaleció un enfoque ecofeminista, interseccional e intercultural en el abordaje integral de proyectos en comunidades rurales de tres ecorregiones de Argentina: Yungas, Chaco Seco y Bosque Atlántico. Actualmente se trabaja en la inclusión del enfoque de género en proyectos de vinculación institucional y fortalecimiento de la interculturalidad en universidades nacionales de Argentina y Perú, dado que pese a su contribución clave en la gestión de recursos naturales, las mujeres enfrentan desigualdades estructurales en el acceso a los recursos, a la participación en la toma de decisiones y a la carga de trabajo doméstico. Las mujeres rurales poseen saberes tradicionales fundamentales para conservar la biodiversidad. El estudio de referencia resaltó la necesidad de integrar estos conocimientos en políticas públicas, programas de formación y proyectos de base comunitaria. Se orientó desde un enfoque cualitativo, participativo y crítico, articulando herramientas de la investigación-acción participativa (IAP) con la realización de 60 entrevistas semiestructuradas, talleres con 240 mujeres, y observación en campo del uso de 13 productos forestales no maderables, sobre la base de información estadística actualizada y la aplicación de 30 encuestas sobre características socio económicas de contexto. Los hallazgos evidenciaron cómo las mujeres combinan sostenibilidad ambiental, cuidado comunitario y producción agroecológica, mientras promueven prácticas resilientes. En cada uno de los tres territorios, la contribución de las mujeres es diversa pero sostenida. En Chaco Seco, las mujeres desempeñan un rol central en la recolección y elaboración de artesanías a partir de la biodiversidad como el chaguar (*Bromelia hieronymi*), lo que genera ingresos y también forma parte de su identidad cultural. En el Bosque Atlántico, las mujeres lideran la recolección y agregado de valor de frutas nativas (*Eugenia uniflora, Eugenia involucrata, Plinia cauliflora, Euterpe edulis*), hierbas (*Bacharis trimera*) y miel (*Tetragonisca fiebrigi*), integrando conservación, uso sostenible y producción agroecológica. Han logrado hitos importantes como la inclusión de frutas nativas y miel en el Código Alimentario Argentino, legitimando su trabajo y valorizando el conocimiento ancestral. En Yungas, las mujeres son custodias del saber tradicional sobre plantas tintóreas y frutales como el chilto (*Solanum betaceum*). Lideran cooperativas que generan

ingresos, y son espacios de construcción de autonomía. Este trabajo demuestra que el vínculo entre género y biodiversidad no es uniforme, sino dinámico y situado. Por ello es fundamental en los proyectos de vinculación actuales, incluir los enfoques de género e interculturalidad en su análisis y diseño de estrategias de abordaje integral de los territorios desde una perspectiva institucional y comunitaria. A pesar de los avances, persisten barreras estructurales que limitan a las mujeres el acceso a la tierra, el crédito y la toma de decisiones. Para avanzar hacia una gobernanza biocultural, es fundamental reconocer y valorizar los conocimientos y prácticas de mujeres como se mencionó, promover su participación en los espacios de toma de decisiones y garantizar una distribución equitativa de beneficios, como indica el Protocolo de Nagoya enmarcado en el Convenio de Diversidad Biológica.

Palabras clave: Comunidades locales; Conservación integrada; Productos forestales no madereros.

RESUMEN

Aplicación de técnicas de nucleación como estrategia de restauración

Application of nucleation techniques as restoration strategies

Miguel Ángel Correa[1], Mara Schedler[1]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina, Agencia de Extensión Rural, Puerto Rico, Misiones, Argentina. schedler.mara@inta.gob.ar

La restauración de los bosques protectores de arroyos es crucial para la salud de los ecosistemas acuáticos y terrestres, ya que estas áreas mitigan la erosión y proveen hábitat y conectividad. El conocimiento sobre el manejo y efectividad en la aplicación de los diferentes modelos integrados que aborden la visión sistémica del paisaje es escaso, por lo que resulta clave generar información local referida a la aplicación de metodologías para fortalecer los procesos de restauración del paisaje. El objetivo fue evaluar el efecto de las diferentes técnicas de nucleación en la restauración ecológica de la faja protectora de arroyo. La experiencia se inició en mayo del 2024 en un potrero lindante al Arroyo Capiovi, sobre una superficie de 612 m^2 cuya ubicación es 26°55'29.0"S 55°03'13.9"W, Capiovi, Misiones. Se instalaron en simultáneo 38 parcelas/núcleos de 1 m^2 para la aplicación de las diferentes técnicas de nucleación. De las cuales, 30 fueron parcelas Anderson, que consistieron en el establecimiento de pequeñas áreas densamente plantadas en cruz, con especies arbóreas nativas. 3 núcleos de Transposición de suelo, a través de la transferencia física de una capa de suelo de 10 cm de espesor, desde un sitio conservado en parcelas previamente carpidas. 2 abrigos artificiales, mediante la acumulación de restos de madera de troncos y ramas. 2 percheros muertos, colocados con tacuaras y 1 perchero vivo, en el cual se implicó un ejemplar de *Baccharis latifolia*. Estas últimas técnicas buscan atraer y retener la fauna para dispersión de las semillas principalmente. Para el monitoreo de las parcelas Anderson, se realizó el conteo de especies arbóreas inicialmente plantadas y la estimación del porcentaje de supervivencia, como así también el registro de presencia de especies espontáneas. Para los núcleos de Transposición de suelo, Abrigos artificiales, Percheros vivos y muertos, se identificaron las especies espontáneas presentes. Un total de 150 plantines de 15 especies arbóreas nativas fueron plantados en las parcelas Anderson, de los cuales, se estimó un porcentaje de supervivencia del 78%. El menor porcentaje de supervivencia, con un valor inferior al 50%, fue para *Cedrela fissilis*. Se contabilizó entre 50 y 90% para *Eugenia uniflora*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Handroanthus albus*, *Parapiptadenia rígida*, *Peltophorum dubium*, *Erythrina cristagalli*, mientras que el 100% se registró para *Patagonula americana*, *Cordia trichotoma*, *Jacaranda micrantha*, *Pterogyne nitens*, *Machaerium paraguariensis* y *Sambucus sp*. En las parcelas de Transposición de suelo, Abrigos artificiales y Percheros solamente fueron identificadas especies arbustivas y herbáceas como *Baccharis latifolia*, *Luehea divaricata*, *Sonchus oleraceus*, *Solanum granulosoleprosum*, *Verbena sp*. *Senecio sp*. *Solanum sisymbriifolium, Axonopus sp*, *Paspalum notatum, Paspalum regnellii*. Por otra parte, el aislamiento generado por el cercado de la unidad de restauración propició la regeneración natural con la aparición de las especies pioneras *Baccharis latifolia* y *Solanum granulosoleprosum* en forma dispersa por fuera y dentro de los núcleos. Los resultados preliminares sobre la supervivencia de especies inicialmente plantadas y la

identificación de espontaneas presentes representan un avance en la generación de información local sobre especies indicadas en la aplicación de técnicas de nucleación para restauración en márgenes de arroyos.

Palabras clave: Fajas protectoras; Núcleos de regeneración; Parcelas Anderson.

RESUMEN

Materia orgánica particulada como indicador de calidad de suelos en un sistema agroforestal

Particulate organic matter by soil quality indicator in an agroforestry system

Alejandra Von Wallis[1, 2], Adrian Moller[1, 2], Lucas Giménez[2], Diego Aquino[2]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. vonwallis.alejandra@inta.gob.ar

[2]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria, Montecarlo, Misiones, Argentina.

Los sistemas agroforestales (SAF) están considerados como sistemas de cultivo alternativos que resultan beneficiosos tanto en aspectos nutricionales del sitio como ambientales. Desde el punto de vista de la nutrición edáfica, los árboles contribuyen a mantener o incrementar la fertilidad del suelo mediante el reciclaje de nutrientes, al reducir las pérdidas por lixiviación y mantener la materia orgánica del suelo (MOS) a través de la producción y descomposición de hojarasca. Desde el punto de vista ambiental, estos sistemas permiten la regulación del microclima, al atenuar temperaturas extremas, entre otros. La MOS es fundamental para mantener una buena calidad y salud del suelo. El carbono (C) de la MOS se almacena fundamentalmente en dos depósitos, como MO particulada (MOP) y como MO asociada a los minerales (MOAM). La MOP es la fracción activa, que aporta a la fertilidad del suelo y posee mayor sensibilidad frente a posibles cambios en la calidad de la MOS, por ende, puede influir en la productividad. Con el objetivo de determinar qué proporción de la MOS corresponde a la fracción activa y, evaluar si un SAF de yerba mate asociado con araucaria en Misiones mejora la calidad de la MOS, se determinó la MOP en un sistema agroforestal de yerba mate con araucaria, contrastándolo con un yerbal a cielo abierto de manejo tradicional y con una plantación pura de *Araucaria angustifolia*. Los sitios de estudio se ubican en Colonia Caraguatay y Tarumá, departamento de Montecarlo, Misiones, sobre suelos conocidos como rojos profundos, pertenecientes a los grandes grupos de los Kandiudultes y Kandiudalfes ródicos. El clima es subtropical cálido y húmedo, con precipitaciones anuales en torno a los 2000 mm. En cada sistema se instalaron tres parcelas. En cada una se realizó un muestreo de suelo en dos profundidades (0–10 y 10–30 cm) para determinar la proporción de MOP dentro de la MOS. En cada parcela y profundidad se obtuvo una muestra de suelo compuesta por 10 submuestras, que fueron secadas a 40°C hasta peso constante y enviadas a laboratorio para la determinación de MOS y MOP mediante LECO, previo fraccionamiento físico con tamiz de 53 µm para poder separar la MOP de la MOAM. Los resultados fueron analizados a través de la comparación de medias utilizando el test de Tukey. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en la concentración de MOS ni en la MOP entre sistemas. En el espesor de suelo de 0–10 cm, la MOP representó entre el 12,8 % y el 15,3 % de la MOS, con la menor proporción en el yerbal a cielo abierto y la mayor en la plantación pura de araucaria, mientras que el SAF presentó valores intermedios. En el espesor de suelo de 10–30 cm, la MOP representó aproximadamente el 8 % de la MOS en los tres sistemas. Estos resultados permiten estimar la proporción activa de la MOS y sugieren una asociación entre la mayor proporción de MOS con la presencia de los árboles en el sistema.

Palabras clave: Calidad suelo; Materia orgánica particulada; Sistemas agroforestales.

RESUMEN

Distribución y monitoreo de especies forestales como herramienta para la planificación y gestión del bosque ribereño

Distribution and monitoring of forest species as a tool for riparian forest planning and management

Laura Cynthia Palomeque[1], Silvina Graciela Bado[1], Juan Ignacio Curarello [1], Gabriel Kaless[2], Carla Poleschi[3], Claudio Josué Nicolás Acosta Marroco[4]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria, Chubut. Trelew, Chubut, Argentina. palomeque.laura@inta.gob.ar

[2]Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Chubut, Argentina.

[3]Ministerio de Turismo y Áreas Protegidas, Áreas Naturales Protegidas, Chubut, Argentina.

[4]Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Chubut, Argentina.

El Río Chubut constituye un sistema de relevancia ecológica y social para la provincia homónima, ya que abastece de agua a diversas localidades, sosteniendo una biodiversidad característica de ambientes ribereños. El conocimiento detallado de la flora y fauna asociada al mismo es esencial para evaluar el estado del ecosistema e identificar cambios en su dinámica que permitan orientar acciones de restauración y conservación. Ante la ausencia de un protocolo de monitoreo, restauración y conservación del Río Chubut, en 2023 el INTA EEA Chubut comenzó a desarrollar un protocolo de monitoreo de la biodiversidad como insumo técnico para el diseño de políticas públicas basadas en evidencia científicas, orientadas a la conservación y restauración del río. En este contexto, un desafío central es la presencia de especies exóticas invasoras que modifican la dinámica hidrológica, generando procesos de endicamiento y desplazamiento de especies nativas. Comprender la distribución de especies y su relación con la geomorfología del río y la fauna es un requisito para una gestión eficaz del territorio. Por ello, el objetivo del estudio fue evaluar tres herramientas para identificar la presencia y distribución espacial de especies forestales, nativas y exóticas, en las márgenes de un río, analizando su complementariedad. La metodología incluyó la realización de un censo forestal, la elaboración de un plano digital en AutoCAD® y el procesamiento de imágenes satelitales (Google Earth® y Sentinel 2) como herramientas a evaluar. Se aplicó un índice que describe la extensión de la superficie forestada respecto del suelo desnudo en las márgenes del río, con el fin de evaluar los cambios en su distribución espacial y temporal. El sitio de estudio fue el Área Natural Protegida Los Altares, en la provincia de Chubut. En enero de 2024 se realizó el censo forestal sobre la margen del río Chubut lindante a la localidad de Los Altares mediante el uso de transectas, recorriendo 246,4 metros lineales. El censo forestal generó 135 observaciones, que permitieron identificar presencia, abundancia y localización de especies, constituyendo la información base para la calibración del resto de las herramientas. Dicha base de datos se utilizó para generar un plano digital en el cual se ubicaron las especies registradas en la transecta, cada una representada como una capa temática. El plano digital se superpuso sobre la imagen satelital disponible en Google Earth® (12/04/2023) mostrando una correlación espacial positiva entre la

distribución de la vegetación relevada y la observada visualmente. Se realizó una clasificación supervisada de coberturas con QGIS®, identificando áreas con especies forestales a través de imágenes Sentinel 2 correlacionándolas con el set de datos obtenidos. Se concluye que las herramientas utilizadas son complementarias, donde las imágenes satelitales permiten monitorear los cambios en la distribución espacial del bosque ribereño en el tiempo. Las capas generadas en el plano digital permitirán evaluar tanto a las dinámicas del ecosistema que podrían verse afectadas por la remoción selectiva de una especie (e.g. las interacciones entre flora, fauna, morfología del rio, etc.) como el impacto de las técnicas de bioingeniería desarrolladas para la restauración de ecosistema.

Palabras clave: Bosque ribereño; Monitoreo de biodiversidad; Planificación del paisaje.

RESUMEN

Emisiones de óxido nitroso en plantaciones forestales y ambientes naturales del Delta del Paraná

Nitrous Oxide Emissions in Forest Plantations and Natural Areas of the Paraná Delta

María Marta Caffaro[1], Vanina Cosentino[2], Helena Rimski-Korsakov[1], Ana María Lupi[2], Romina Romaniuk[2], Marcelo Beltrán[2], Alejo Nicanor Fernández[1], Axel Gastón Paris Muiña[1], Nicolás Martín Cabona[1], Diego Artero[3]

[1]Facultad de Agronomía, UBA. CABA. Argentina. caffaro@agro.uba.ar

[2]Instituto de Suelos, CIRN, INTA Castelar. Hurlingham. Buenos Aires. Argentina.

[3]Arauco Argentina S.A. Región Centro. Zárate. Buenos Aires. Argentina.

La crisis climática actual, impulsada por los gases de efecto invernadero (GEI) de origen humano, hace urgente identificar las principales actividades emisoras, sus causas y posibles medidas de mitigación. El CO_2, CH_4 y N_2O, son los principales GEI responsables del calentamiento global, provocando consecuencias como eventos climáticos extremos y acidificación oceánica. Una parte significativa de estas emisiones proviene del suelo: el 35% del CO_2, 47% del CH_4 y 53% del N_2O anual total, principalmente por prácticas agropecuarias. Esto convierte a estas emisiones en un elemento crucial para la investigación climática y la gestión del territorio. Una alternativa planteada para remover el CO_2 de la atmósfera es la implantación de bosques. En Argentina existe una notable escasez de información sobre las emisiones de N_2O en plantaciones forestales, sobre todo en el Delta del Paraná. Los objetivos de este trabajo son: 1- Cuantificar las emisiones de N_2O en plantaciones de *Eucalyptus spp.* y *Salix spp.,* comparándolas con las emitidas por el ecosistema natural del Delta del Parana, bosque nativo y pajonal respectivamente. 2- Identificar variables que expliquen las emisiones de N_2O. El trabajo se desarrolló en el predio Oasis de Arauco Argentina, Partido de Campana, Buenos Aires. Se evaluaron las emisiones de N_2O en 10 momentos entre el 22/03/2023 y el 29/1/2024. En ambiente de albardón se compararon plantaciones de *Eucalyptus spp* (Eucaliptos) vs Bosques nativos (Bosque) y en ambientes bajos se compararon plantaciones de *Salix spp* (Sauce) vs Pastizales naturales (Pajonal). Todos los sistemas se encontraron en condiciones de endicamiento. Las emisiones de N_2O se midieron por el método USDA y se calcularon las emisiones acumuladas durante todo el período de estudio. Se midió la temperatura del suelo, el espacio poroso lleno de agua (EPPLA) y el contenido de nitratos (NO_3^-) de 0-10 cm de profundidad. Los tratamientos se hicieron por triplicado y los resultados se analizaron mediante ANOVA. Los resultados muestran que las tasas de emisión N_2O variaron entre -14,71 y 45,24 µg N-N_2O m^{-2} h^{-1}. Las emisiones promedio para el período analizado fueron de 1,44; 4,70; 3,03 y 2,79, para los tratamientos Eucaliptus, Sauce, Pajonal y Bosque, respectivamente. En todas las mediciones se encontró gran variabilidad en los datos obtenidos. No se encontró una relación significativa entre la temperatura edáfica, EPPLA y NO_3^- con las tasas de emisión, lo cual sugiere que otros factores pueden ser los determinantes en las emisiones de este GEI. Cabe destacar que durante una etapa del estudio se presentaron condiciones de sequía intensa. Las mediciones acumuladas durante el período no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, variando entre 0,11 y 0,32 kg N-N_2O ha^{-1}. Se puede concluir que, para las

condiciones climáticas desarrolladas durante el período de estudio, no se observaron cambios en las emisiones de N_2O desde los suelos de las forestaciones de Sauce y Eucaliptus respecto de los ambientes naturales de referencia previos a su implantación (pajonal y bosque).

Palabras clave: Forestación; Gases de efecto invernadero; Humedales.

RESUMEN

Variaciones en el pH y conductividad eléctrica en plantaciones forestales y ambientes naturales del Delta del Paraná

Variations in pH and electrical conductivity in forest plantations and natural environments of the Paraná Delta

María Marta Caffaro[1], Ana María Lupi[2], Helena Rimski-Korsakov[1], Vanina Cosentino[2], Romina Romaniuk[2], Marcelo Beltrán[2], Alejo Nicanor Fernández[1], Axel Gastón Paris Muiña[1], Nicolás Martín Cabona[1], Diego Artero[3]

[1]Facultad de Agronomía, UBA. CABA. Argentina. caffaro@agro.uba.ar

[2]Instituto de Suelos, CIRN, INTA Castelar. Hurlingham. Buenos Aires. Argentina.

[3]Arauco Argentina S.A. Región Centro. Zárate. Buenos Aires. Argentina.

El cambio de uso de la tierra hacia plantaciones forestales puede modificar propiedades químicas del suelo, especialmente en humedales. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto en el pH y la salinidad del suelo por el paso de situaciones prístinas a plantaciones forestales en el Delta del Paraná. El estudio se desarrolló en el predio Oasis de Arauco Argentina, Partido de Campana, Buenos Aires. Se realizaron 3 calicatas en cada situación: en albardones, se compararon plantaciones de *Eucalyptus spp* (Eucalipto) con bosques nativos (Bosque), y en bajos, plantaciones de *Salix spp* (Sauce) con pastizales naturales (Pajonal). Se tomaron muestras de suelo a 0–10, 10–20, 20–30, 30–50, 50–70 y 70–100 cm de profundidad, para evaluar pH y conductividad eléctrica (CE). Los datos fueron analizados mediante ANVA y comparación de medias por Tukey. En albardones, el pH aumentó con la profundidad de 5,7 a 7,7 en Eucalipto, mientras en Bosque de 5,5 a 5,8. Los promedios, mínimos y máximos en todas las profundidades fueron en Eucalipto: 7,1, 4,9 y 9,6; y en Bosque: 5,7, 5,1 y 6,2. El pH en Eucalipto fue hasta 40% superior en algunas profundidades, pero sin diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$). En bajos, el pH en Sauce varió con la profundidad de 5,7 a 6,7 y en Pajonal de 4,8 a 6,4. Los valores promedios, mínimos y máximos fueron en Sauce: 6,0, 4,8 y 8,3 y en Pajonal: 5,7, 4,7 y 6,6. Solo de 0–10 cm el pH en Sauce fue mayor ($p=0,03$). La CE en Eucalipto varió de 0,5 a 1 dS m^{-1} y en Bosque varió de 0,5 a 0,6 dS m^{-1} desde la superficie hasta los 100 cm. En Eucalipto los promedios, mínimos y máximos fueron: 0,72, 0,10 y 1,70 dS m^{-1} y en Bosque de 0,34, 0,10 y 0,80 dS m^{-1}. Solo se observó una tendencia ($p=0,060$) de 50–70 cm a mayores valores de CE en Eucalipto, a pesar de que desde los 20 cm al menos duplicó el valor del Bosque, posiblemente explicado por la alta variabilidad en los datos. Las CE varió de 0,6 a 1,3 dS m^{-1} y de 0,7 a 0,2 dS m^{-1} para Sauce y Pajonal respectivamente, desde la superficie hasta los 100 cm. Los promedios, mínimas y máximas fueron en Sauce: 0,71, 0,30 y 1,80 dS m^{-1} y para Pajonal: 0,30, 0,10 y 0,90 dS m^{-1}. Desde los 20 cm la CE de Sauce fue superior a la de Pajonal ($p<0,05$). En conclusión, el cambio de uso afectó variablemente el pH y la salinidad según el ambiente y especie. El pH no mostró cambios estadísticamente significativos, aunque en Eucalipto se observaron valores elevados que sugieren altos niveles de Na. La salinidad incrementó en las plantaciones respecto a las situaciones naturales. Si bien los valores no alcanzan

niveles críticos (<4 dS m^{-1}), se recomienda monitoreo periódico para evaluar su evolución y anticipar cambios asociados al manejo forestal.

Palabras clave: Alcalinidad; Cambio de uso del suelo; Salinidad.

RESUMEN

Impacto de los sistemas agroforestales en la regulación hídrica de una cuenca de llanura ondulada en la Región Central de Argentina.

Impact of agroforestry systems on water regulation in a rolling plain basin in the Central Region of Argentina.

K. J Palacios[1], J. Plevich[1], J. C. Tarico[1], A. C. Zanotti[1], J. D. de Prada[2]

[1]Universidad Nacional de Rio Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Área Dasonomía, Departamento de Producción Vegetal, Córdoba, Argentina. kpalacios@ayv.unrc.edu.ar

[2]Universidad Nacional de Rio Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Área Planeamiento Agropecuario, Departamento de Economía Agraria, Córdoba, Argentina.

La Región Central de Argentina evidencia un incremento en la vulnerabilidad hídrica de sus cuencas de llanura ondula, asociado a la intensificación agrícola y simplificación de sistemas productivos. La expansión de cultivos extensivos (soja – maíz) ha generado la reducción de cobertura vegetal, incrementando el escurrimiento superficial y generando procesos de erosión hídrica, transformación de caminos en red de drenaje no planificados y formación de cárcavas. Esta problemática regional genera importantes desafíos para la sostenibilidad ambiental y regulación del ciclo hidrológico. En este contexto, la Provincia de Córdoba ha promulgado la Ley Agroforestal 10.467 (Plan Provincial Agroforestal) con el propósito de mitigar daños ambientales y promover sistemas productivos sustentables. Sin embargo, se desconoce el efecto de los sistemas agroforestales sobre los escurrimientos que generan las precipitaciones a escala de cuenca en la región. El presente estudio evalúa el impacto de estos sistemas en la regulación hídrica de una cuenca de llanura, utilizando como caso de estudio la microcuenca “La Aguada”, ubicada en el departamento de Rio Cuarto, Córdoba Argentina. Mediante un enfoque metodológico que combina análisis espacial (SIG), simulación hidrológica basada en el método la curva número (CN) y entrevistas con productores locales, se caracterizó el funcionamiento hidrológico actual y se proyectaron escenarios forestación gradual exigidos por la ley 10.467. Los resultados indican que, bajo las condiciones actuales de uso de suelo, la microcuenca presenta una precipitación anual de 772 mm, de los cuales solo 689 mm constituyen precipitación efectiva**,** mientras que el escurrimiento anual alcanza 83 mm. La simulación de un escenario con incorporación de cobertura arbórea muestra mejoras significativas: la precipitación efectiva se incrementaría a 737 mm y el escurrimiento disminuiría a aproximadamente 35 mm/año**,** lo que representa una reducción neta del 42% respecto al escenario base**.** El estudio concluye que la implementación de sistemas agroforestales constituye una estrategia fundamental para disminuir la pérdida hídrica, reducir la erosión y fortalecer la sostenibilidad ambiental de las cuencas agrícolas de la región.

Palabras clave: Cuencas hidrográficas; Escurrimientos; Forestación.

RESUMEN

Carbono orgánico total del suelo en diferentes coberturas de bosques nativos de *Neltuma caldenia* y pastizales pampeanos

Total soil organic carbon in different native forest cover types of Neltuma caldenia and pampas grasslands

M. M. Dominguéz[1], J. C. Tarico[1], K. Palacios[1], A. Zanotti[1], J. O. Plevich[1]

[1]Universidad Nacional de Rio Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Área Dasonomía, Departamento de Producción Vegetal, Córdoba, Argentina. jctarico@ayv.unrc.edu.ar

El cambio climático global ha puesto de relieve la importancia de los ecosistemas terrestres como sumideros de carbono, siendo el suelo un componente clave en este proceso. Este estudio evaluó el contenido de carbono orgánico del suelo (COS) hasta los 30 cm de profundidad en diferentes coberturas de bosque nativo de *Neltuma caldenia* (Caldenal) y en pastizales pampeanos aledaños al bosque en la Reserva Forestal Natural Ralicó, provincia de Córdoba, Argentina. Se cuantificó el COS total, se analizó su relación con las propiedades texturales del suelo (arcilla y limo) y se determinó el carbono acumulado en el mantillo en función de la cobertura leñosa. Los resultados mostraron que el stock de COS (entre 30 y 59 Mg C ha^{-1}) no presentó diferencias significativas entre las distintas coberturas arbóreas evaluadas (16% a 100% de cobertura), lo que contrasta con la hipótesis inicial. Sin embargo, el pastizal natural presentó un contenido significativamente mayor (75,42 Mg C ha^{-1}) en comparación con las áreas boscosas, resaltando su papel como sumidero eficaz de carbono en ambientes semiáridos. No se encontró una correlación significativa entre el COS y el contenido de arcilla o limo del suelo, lo que sugiere que la acumulación de carbono en estos ecosistemas está influenciada por factores más complejos que la textura edáfica. Por otro lado, se confirmó una asociación positiva entre el aumento de la cobertura leñosa y la acumulación de carbono en el mantillo, aunque este último no se correlacionó directamente con los niveles de COS en el suelo. Se concluye que, si bien la cobertura arbórea de *Neltuma caldenia* no determinó variaciones significativas en el COS total, los pastizales naturales demostraron una mayor capacidad de almacenamiento de carbono en el suelo. Estos hallazgos enfatizan la importancia de conservar tanto los bosques nativos como los pastizales adyacentes para la mitigación del cambio climático y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos en la región del Espinal Pampeano.

Palabras clave: Carbono orgánico del suelo; Cobertura forestal; Pastizales.

RESUMEN

Fenología vegetativa en tres progenies INTA de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) en un cultivo juvenil

Vegetative phenology in three INTA progenies of yerba mate (Ilex paraguariensis) in a juvenile cultivation

Federico Adrián Enriquez Wasylov[2], Analia Cecilia Gianini Aquino[1,2], Silvia Albarracin Franco[1, 3], Sebastián Bárbaro[1]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria, Cerro Azul, Misiones, Argentina. wasylov.federico@inta.gob.ar

[2]Universidad del Salvador (USAL), Instituto de Investigación en Ciencias Agrarias y Veterinarias, Virasoro, Corrientes, Argentina.

[3]Universidad Nacional del Alto Uruguay, Facultad de Ciencias Aplicadas. San Vicente, Misiones, Argentina.

La yerba mate (*Ilex paraguariensis*) es un cultivo forestal no maderable cuyo producto es el follaje. El estudio de su fenología constituye un componente clave para optimizar el manejo productivo y la selección genética en programas de mejoramiento. Sin embargo, aún existe escasa información comparativa sobre progenies mejoradas en etapas juveniles del cultivo. El objetivo de este trabajo fue caracterizar el patrón fenológico vegetativo de tres progenies comerciales de material INTA, a partir de su cuarto año de implantación, tras la poda de formación. Asimismo, se pretende determinar la duración de cada fase fenológica y los grados días acumulados (GD) asociados a los cultivares YM 538 CA, YM 621 CA y YM 624 CA. Para ello, se realizaron evaluaciones fenológicas semanales y sistemáticas en 10 plantas por progenie durante dos años consecutivos, siguiendo la escala fenológica propuesta por Enriquez Wasylov *et al.* (2023). Además del periodo de receso, se registraron cuatro fases vegetativas: yema hinchada, brote, elongación del brote y expansión foliar. Paralelamente, se calcularon los GD requeridos para el inicio y duración de cada fase utilizando la metodología de Batalla *et al.* (2022) y la referencia de 5°C para la especie como umbral térmico. Los datos de temperatura fueron tomados de la estación agrometeorológica de la EEA-Cerro Azul (INTA). Se observó que las tres progenies evaluadas presentaron, en términos generales, el patrón esperado de tres períodos principales de brotación, correspondientes a primavera, verano y otoño. Sin embargo, durante el periodo 2024/25 se registró un comportamiento con una brotación atípica, con desplazamiento/extendidos temporales y diferencias entre progénies, especialmente en YM 621 CA, que concentró la mayor duración y acumulación térmica en ese evento. La fase de brote y la elongación del brote concentraron mayores requerimientos térmicos que la expansión foliar. En conjunto, los análisis indican que si bien, las progenies INTA comparten un patrón fenológico general, existen diferencias interprogenie en la respuesta térmica y temporal de las fases vegetativas, particularmente en años con brotación atípica. Estas diferencias reflejan una variabilidad fenológica relevante en etapas juveniles para el cultivo. Estos resultados aportan información relevante para la selección de materiales genéticos más adaptados a escenarios variables y para la planificación de prácticas de manejo en yerba mate.

Palabras clave: Grados días; Requerimientos térmicos; Ritmos de crecimiento.

RESUMEN

Efecto del tipo de polinización en la aclimatación de plántulas de *Brassavola tuberculata* Hook (Orchidaceae)

Effect of pollination type on the acclimatization of Brassavola tuberculata Hook (Orchidaceae) seedlings

Lorena Marcela Ortiz[1, 2], Fernando Sebastián Lima[1], Héctor Alejandro Keller[1, 2], Evelyn Raquel Duarte[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. lorenamarcela.ortiz@fcf.unam.edu.ar

[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Brassavola tuberculata Hook es una orquídea epífita nativa de Misiones con distribución en Bolivia, Brasil, Argentina y Paraguay. Es altamente apreciada por coleccionistas, decoradores y cultivadores por su floración abundante y duradera. Presenta flores blancas con labelo amarillo, perfumadas y dispuestas en inflorescencias. Como todas las orquídeas, sus principales amenazas constituyen las modificaciones del ambiente natural y la extracción indiscriminada de ejemplares silvestres con fines comerciales. En Misiones, el avance de la frontera agrícola y la forestación con especies exóticas afecta principalmente a las orquídeas epífitas debido a que éstas son más susceptibles a las modificaciones del microclima de las selvas, lo que contribuye a su vulnerabilidad frente a los cambios antropogénicos. Por esto, se resalta la necesidad de fortalecer estrategias de conservación y producción integradas para mitigar los efectos de la alteración del hábitat y el comercio excesivo para asegurar su conservación. Entre estas estrategias se destaca el cultivo *in vitro,* que permite obtener altas tasas de germinación, en contraste con las condiciones naturales. Sin embargo, el éxito del proceso depende de la fase de aclimatación, durante la cual las vitroplantas deben adaptarse a condiciones ambientales variables, diferentes al ambiente controlado de laboratorio, atravesando un cambio de nutrición heterótrofa a autótrofa. En este proceso, puede influir el tipo de polinización por el cual se formaron las cápsulas y otros factores como el tipo de soporte a utilizar, el cual debe ofrecer anclaje y el suministro hídrico adecuado. El objetivo de esta investigación fue evaluar el crecimiento y supervivencia de plántulas de *B. tuberculata* en soportes de madera, con el fin de contribuir al desarrollo de una técnica de aclimatación que permita la multiplicación *ex situ* y conservación de la especie. Las plántulas provinieron del cultivo *in vitro* de semillas obtenidas por xenogamia y polinización natural. Se seleccionaron aquellas que alcanzaron una altura mínima de 3 cm y de 3-10 raíces. Se trasplantaron a bandejas con perlita y se mantuvieron en condiciones de invernáculo con riego manual mediante pulverizador. Al cabo de dos meses se trasplantaron a soportes de madera de *Hovenia dulcis* Thunb. El riego se realizó por microaspersión una o dos veces al día según la estación. Durante 1 año, cada 60 días se midió la longitud de la raíz más larga, la altura aérea y la supervivencia. Los datos se analizaron mediante modelos lineales generales y mixtos, aplicando la prueba de LSD Fisher para determinar diferencias significativas entre tipos de polinización. Las plántulas provenientes de polinización por xenogamia mostraron mayor supervivencia (86 %) que las de polinización natural (70%) y crecimiento aéreo significativamente superior ($p<0,05$).

No obstante, para la variable longitud de la raíz más extensa, no se registraron diferencias significativas, con valores cercanos a 4 cm en ambos casos. Los resultados indican que los soportes de *H. dulcis* son adecuados para la aclimatación de plántulas de *B. tuberculata*, y que el tipo de polinización influye en el desempeño durante la aclimatación.

Palabras clave: Conservación *ex situ*; Polinización Natural; Xenogamia.

RESUMEN

Evaluación del medio de cultivo en la germinación de cuatro especies de orquídeas (Orchidaceae) nativas de la Selva Paranaense (Misiones, Argentina)

Evaluation of the culture medium in the germination of four species of native orchids (Orchidaceae) to the Paranaense Forest (Misiones, Argentina)

Lorena Marcela Ortiz[1,2], Héctor Alejandro Keller[1,2], Evelyn Raquel Duarte[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. lorenamarcela.ortiz@fcf.unam.edu.ar

[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

La familia Orchidaceae comprende más de 28000 especies distribuidas ampliamente en los bosques tropicales. Sin embargo, se encuentran amenazadas por la fragmentación del hábitat, la extracción indiscriminada en el medio silvestre y el comercio desregulado. Misiones (Argentina) cuenta con 129 especies, siendo la provincia con mayor representación de orquídeas del país, la cual aún conserva alrededor del 50% de su cobertura vegetal, constituyendo un área clave para la conservación de especies amenazadas. Además, la fragmentación del ambiente acentúa la crisis de conservación de las orquídeas, ya que éstas presentan escasa germinación en la naturaleza, puesto que carecen de reservas nutricionales y dependen de la asociación con hongos para completar su desarrollo. En este contexto, el cultivo *in vitro* se ha utilizado ampliamente para multiplicar orquídeas, ya que reduce los tiempos de propagación y permite obtener altos porcentajes de germinación. Para ello, se emplean diversos medios basales que pueden suplementarse con diferentes componentes, entre ellos, el carbón activado, un aditivo que puede estimular la germinación y el crecimiento. Asimismo, realizar ensayos de viabilidad permite estimar la proporción de semillas que germinarán**.** Sin embargo, a pesar de que existen muchas publicaciones sobre la propagación asimbiótica de orquídeas, no hay suficiente información sobre las especies nativas de la Selva Paranaense. Por ello, resulta necesario investigar los requerimientos de cada especie. En este estudio se evaluó el efecto de dos medios de cultivo sobre la viabilidad y germinación de cuatro especies de orquídeas nativas de Misiones: *Miltonia flavescens, Brassavola tuberculata, Cattleya lundii y Cyrtopodium palmifrons*. El trabajo se realizó en la Facultad de Ciencias Forestales (Misiones-Argentina). Se colectaron cápsulas en estado no dehiscente, originadas mediante xenogamia, y se elaboraron muestras de 0,005 g de semillas. La viabilidad se evaluó mediante el Test Topográfico de Tetrazolio. Luego, las semillas se desinfectaron con etanol e hipoclorito de sodio y se sembraron en medio de cultivo Murashige & Skoog (1962) empleando el 50% de la concentración original. Se evaluaron dos tratamientos de medio de cultivo, con y sin la adición de carbón activado. Los ensayos fueron almacenados en cuarto de incubación, a intensidad lumínica de 35 µMOL.m2.seg^{-1}, temperaturas de 27±2 °C y 16/8 horas luz/noche. La germinación se registró a partir de la formación de protocormos y la evaluación del porcentaje de germinación se

realizó mediante fotografías de los cultivos. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza ANOVA y las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p<0,05$). La viabilidad superó el 80 % en todas las especies y la adición del carbón activado favoreció la germinación. *C. palmifrons* registró los valores más altos de viabilidad (92 %) y de germinación en ambos medios de cultivo (85-90 %), mientras que *C. lundii* presentó la tasa de germinación más baja (65 %) en el medio sin el aditivo. Estos resultados indican que el carbón activado optimiza protocolos de cultivo, y que las diferencias germinativas entre especies podrían estar influenciadas por el genotipo, lo que refuerza la necesidad de realizar estudios en cada especie particular.

Palabras clave: Carbón activado; Conservación; Propagación asimbiótica.

RESUMEN

Estimación de representación y estudio poblacional de *Araucaria angustifolia* en el Parque Provincial Caa - Yari, Fracran - Misiones - Argentina

Estimate of representation and population study of Araucaria angustifolia in the Caa-Yari provincial park, Fracran - Misiones - Argentina

C. E. Cardozo[1], B. B. Tech[2], A. T. Olivera Zouza[2]

[1]Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables. claudioencar@gmail.com

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales / I.S.S.P. N° 1652. Tecnicatura Universitaria en Guardaparques, San Pedro, Misiones, Argentina.

La provincia de Misiones aloja dos ecorregiones boscosas principales, el Bosque Húmedo de Araucarias (BHA) y el Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAP) según Di Bitteti et al. (2003). Estas formaciones vegetales tienen distintas prioridades de conservación y desigual representación en la provincia y su Sistema de Areas Naturales Protegidas (SANP). La ecorregión de mayor prioridad y menos representada es el BHA. La disminución del bosque de araucarias es grave, se estima que subsiste solo el 3% de la superficie original (Pinazo et al., 2019). Por esta razón en el año 1986 Misiones declara Monumento Natural Provincial a la especie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze por Ley XVI – N° 19. La misma especie en 2011 es declarada "en peligro crítico de extinsión" por la UICN (Thomas, 2013). Una proporción no determinada de ecotono BHA/BAAP se desarrolla el Parque Provincial Caa Yari (PPCY), este se ubicada en el Municipio de Fracrán, Departamento Guaraní, a 20 km de la Ruta Nacional 14, en el trazado de la ruta provincial 15, dentro de la Reserva de Biosfera Yaboty**,** en las coordenadas 26° 52´ sur, 54° 14´ este. Su superficie de 4.783 hectáreas es administrada por el Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables bajo la categoría de Reserva de Usos Múltiples según la ley XVI – N° 33.

El presente trabajo realiza la evaluación de la representación de las ecorregiones y el estudio de la población de *Araucaria angustifolia* en el PPCY, este se ejecutó en el primer semestre de 2025. Para la realización del trabajo se usó como base un mapa GEO.PDF con parcelas de 50 metros de lado, se ubicó espacialmente a cada individuo, se registró en planilla las mediciones dasonómicas de todo ejemplar con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 10 centímetros. El estudio se desarrolló en un total de 395 parcelas (98,75 ha). La especie estuvo ausente en 91 parcelas. La población de araucarias se encuentra en 76 hectáreas, que representa 1,59% de la superficie del Parque Caa Yari. A esta superficie hay que restar el actual trazado de la ruta provincial N°15 y la nueva, si es asfaltada a futuro. Este estudio incluyó una zona buffer de 8 hectáreas. El rodal consta de 384 individuos, de los cuales 149 son juveniles (38,9%); 129 son masculinos; 103 son femeninos y 3 individuos muerto (0,78%). La proporción de sexos encontrada es 55,6% masculinos y 44,4% femeninos. En el estado sanitario se destacan 354 individuos sanos que representan el 92,19 % de los árboles. La población efectiva está formada por el 87% de los individuos. Los resultados permiten afirmar que Caa Yari tiene baja representación

del BHA. La población de araucarias es pequeña, está en buen estado de salud y vigor, está en crecimiento. La fragmentación ocasionada por la ruta 15, y los incendios forestales son las principales amenazas. Las decisiones de manejo deben contemplar esta información y seguir las recomendaciones aportadas por Inza et al. (2018) para la conservación de la especie.

Palabras clave: Demografía; Ecorregión; Estado Sanitario.

RESUMEN

Proyecto Crece Selva Misionera

Misiones Rainforest Growth Project

Mateo Gabriel Fischer[1], Romario Andrés Dohmann[2], Nahuel Gravano[3]

[1]Fundación Hora de Obrar. Eldorado, Misiones, Argentina. mateo.fischer@horadeobrar.org.ar

[2]Fundación Hora de Obrar. Posadas, Misiones, Argentina.

[3]Fundación Hora de Obrar. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

La Selva Misionera, prolongación argentina de la Mata Atlántica, constituye uno de los ecosistemas más biodiversos de Argentina, pero también uno de los más amenazados. La deforestación histórica, el avance de la frontera agrícola, la fragmentación del hábitat y los efectos crecientes del cambio climático han deteriorado el equilibrio ecológico del territorio, reduciendo la disponibilidad de agua, degradando suelos productivos y afectando la biodiversidad que sostiene los bienes y servicios ambientales de la región. Este escenario impacta especialmente en comunidades rurales e indígenas que dependen directamente de la tierra y de los recursos naturales, entre ellas el sector yerbatero, donde el aumento de eventos climáticos extremos exige transformar los sistemas productivos hacia modelos más resilientes y sostenibles.

Frente a esta situación, desde 2014 la Fundación Hora de Obrar desarrolla una estrategia territorial basada en la restauración ecológica y la agroforestería, priorizando el Corredor Verde de la provincia de Misiones y extendiéndose a zonas de amortiguamiento claves para la conservación de cuencas y la conectividad biológica. La iniciativa parte de diagnósticos participativos que permiten identificar áreas críticas, priorizar vertientes, planificar el uso del suelo y seleccionar especies nativas adecuadas para cada ambiente. A partir de este proceso se llevan adelante capacitaciones comunitarias, plantaciones estacionales y acompañamiento técnico permanente, integrando dimensiones productivas, culturales y ambientales.

El trabajo se realiza junto a pequeños y medianos productores, especialmente yerbateros, y con comunidades Mbya guaraní, promoviendo la recuperación de bosques nativos, la diversificación productiva y la gestión sostenible del territorio. Hasta la actualidad se plantaron más de 370.000 árboles nativos en 743 hectáreas y se estima una captura de 140.000 toneladas de CO_2 equivalente. Participaron más de 1.100 familias agricultoras y 16 comunidades indígenas, con más de 4.000 personas capacitadas en biodiversidad, restauración, agroforestería, manejo de suelos y estrategias de adaptación climática. El trabajo articulado con municipios, escuelas, cooperativas y organismos como INTA, INYM, UNaM y la Red Trinacional de Restauración de la Mata Atlántica fortaleció procesos de gobernanza ambiental, manejo comunitario del bosque y protección de cuencas hídricas como San Pedro, Cuñá Pirú y Capioví.

Los resultados muestran que la reforestación participativa y la agroforestería son herramientas efectivas para mejorar la resiliencia productiva, reducir la vulnerabilidad ambiental y conservar la biodiversidad en territorios rurales. La integración de saberes científicos, técnicos y culturales incrementa la apropiación comunitaria de las prácticas y garantiza su continuidad en el tiempo. A partir de esta experiencia, el proyecto Crece Selva Misionera promueve un modelo territorial sostenible que combina restauración ecológica con producción diversificada, cuidado del agua y fortalecimiento comunitario. Su valor radica no solo en los árboles plantados o en la superficie intervenida, sino en la construcción de capacidades locales para enfrentar el cambio climático desde la acción colectiva y el arraigo territorial.

Palabras clave: Adaptación climática; Agroforestería; Comunidades; Reforestación; Restauración.

RESUMEN

Capacidad de enraizamiento de miniestacas juveniles de *Eugenia* spp. y *Plinia* sp.: Impacto de la fertilización orgánica y el sistema de riego en minicepas

Rooting capacity of juvenile Eugenia sp. and Plinia sp. mini-cuttings: Impact of organic fertilization and irrigation system on mini-stumps

Patricia Rocha[1], Briza Espinola[1], Marina Parra[1, 2], Marianela Scharschinger[2], Fernando Puzzo[2, 3], Fernando Niella[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio de Propagación Vegetativa, Conservación y Domesticación de Recursos Fitogenéticos (LAPROVECO). Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. patricia.rocha@fcf.unam.edu.ar

[2]Somos Red. Salto Encantado, Misiones, Argentina

[3]Instituto Superior de Formación Docente Cecilia Braslavsky. Aristóbulo, Misiones, Argentina

La propagación clonal de frutales nativos de la familia Myrtaceae (*Plinia* sp., *Eugenia involucrata* y *Eugenia uniflora*) enfrenta barreras fisiológicas vinculadas a la pérdida de competencia rizogénica con la ontogenia. Si bien el uso de material juvenil es una estrategia para mejorar el enraizamiento, la optimización del manejo nutricional e hídrico de la planta madre resulta crítica para maximizar la producción de propágulos viables. El objetivo de este trabajo fue evaluar cómo distintas fuentes de fertilización y sistemas de riego aplicados a minicepas juveniles (dos años) afectan la capacidad de enraizamiento de sus miniestacas. Se estableció un ensayo factorial comparando dos estrategias nutricionales: fertilización orgánica (sustrato con Bocashi-Biofabrica Reverdecer) versus fertilización química (fertilizante liberación controlada-Plantacote Plus®), combinadas con dos sistemas de riego (goteo versus microaspersión). Los resultados evidenciaron que la capacidad rizogénica está fuertemente modulada por la interacción entre la especie y el manejo de la planta madre. En *Plinia* sp., el material juvenil manifestó una alta competencia rizogénica intrínseca, logrando un 100% de sobrevivencia y entre 95-100% de enraizamiento independientemente de la fuente nutricional o el riego. En contraste, *E. involucrata* respondió significativamente a la fuente de nutrientes; el uso de fertilizante orgánico (Bocashi) potenció la capacidad de enraizamiento al 92%, superando estadísticamente al fertilizante químico (65%, p=0.0052), lo que sugiere un efecto promotor de la enmienda orgánica sobre la calidad fisiológica del brote. Por su parte, *E. uniflora* se comportó como la especie más recalcitrante, siendo el sistema de riego el factor limitante; la microaspersión incrementó significativamente la capacidad de enraizamiento al 40% frente a un escaso 18% con riego por goteo. Se concluye que el uso de minicepas juveniles, combinado con fertilización orgánica tipo Bocashi, maximiza la expresión del potencial de enraizamiento en *E. involucrata* y mantiene la alta eficiencia en *Plinia*, mientras que para *E. uniflora* es indispensable asegurar condiciones de microaspersión para superar las limitaciones rizogénicas de la especie.

Palabras clave: Bocashi; Myrtaceae; Propagación vegetativa.

RESUMEN

Carbono de la hojarasca en un cultivo de yerba mate tradicional y bajo dosel arbóreo en Misiones.

Litterfall carbon in a traditional yerba mate plantation and under tree canopy in Misiones

Alejandra Von Wallis[1, 2], Lucas Gimenez[2], Diego Aquino[2]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. vonwallis.alejandra@inta.gob.ar

[2]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria, Montecarlo, Misiones, Argentina.

Para mantener el equilibrio del carbono orgánico en el suelo (COS), se deben mantener los aportes de materia orgánica fresca. La hojarasca es una importante fuente de aportes, y a través de su mineralización, se liberan nutrientes al suelo y carbono (C). En ambientes naturales, la presencia de distintos estratos de vegetación asegura los aportes, ya que la descomposición de la hojarasca es la principal vía de entrada de los nutrientes al suelo y uno de los puntos clave del ciclado de materia orgánica (MO) y nutrientes. En áreas de cultivo, esos estratos se ven reducidos, al igual que la cantidad de hojarasca producida y aportada al suelo. En un cultivo de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) tradicional, sin considerar el manejo del mismo, los aportes de hojarasca se limitan a las hojas de yerba mate que caen naturalmente, mientras que, si se implementa un sistema agroforestal, a las hojas del cultivo de yerba mate se sumarían los aportes del estrato arbóreo. Es por ello que, con el objetivo de determinar la cantidad de carbono proveniente de la hojarasca que se aporta al suelo entre en cultivo de yerba mate (YM) tradicional y un sistema agroforestal (SAF) de yerba mate con *Araucaria angustifolia*, se instalaron canastos de recolección de hojarasca en ambos sistemas. Para ello se seleccionó una plantación de YM y un SAF, en los cuales se delimitaron tres parcelas de 500 m^2 por sistema de cultivo y se colocaron en cada una seis canastos de 0.25 m^2 a fin de recolectar mensualmente durante un año (Julio 2024 a Junio 2025), la hojarasca caída. Las plantaciones se ubican en Colonia Caraguatay, Montecarlo, Misiones. Los suelos del área son rojo profundos, muy arcillosos y bien drenados. El clima es subtropical, cálido y húmedo, con precipitaciones que rondan los 2000 mm anuales. El cultivo de YM presenta una densidad de 2222 plantas /ha, y en el SAF, la densidad de la yerba mate es de 1666 plantas/ha y de la *A. angustifolia* es de 147 plantas/ha, que genera una sombra de 30%. Los datos se analizaron estadísticamente como muestras pareadas entre ambos sistemas de cultivo. La hojarasca recolectada fue llevada a laboratorio y secada en estufa a 60° C hasta peso constante. El peso seco de la hojarasca de cada parcela fue extrapolado a la hectárea y se aplicó un factor de 0.5 de acuerdo al IPCC para estimar el C presente. Luego del análisis de los datos, se determinó que en YM el aporte anual de C alcanzo a 401 $kg.ha^{-1}$, mientras que para el SAF los aportes de C fueron de 1349 $kg.ha^{-1}$, lo que difiere significativamente con YM. Cabe mencionar que la caída de hojarasca puede estar relacionada con el ciclo del cultivo y con las condiciones meteorológicas actuantes. Se concluye que la utilización de sistemas agroforestales favorece al aporte de C al suelo y bajo el esquema evaluado se triplicaron los aportes de C por la presencia de los árboles dentro del cultivo de yerba mate.

Palabras clave: Aportes de carbono; *Ilex paraguariensis*; Sistemas agroforestales.

RESUMEN

Eficiencia fotosintética en plantines de yerba mate: el efecto de la sombra

Photosynthetic efficiency in yerba mate seedlings: the effect of shade

Nardia Bulfe[1], Paola González[1,2]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria, Montecarlo, Misiones, Argentina. bulfe.nardia@inta.gob.ar

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina.

La yerba mate (*Ilex paraguariensis*) es un cultivo emblemático del noreste argentino, Paraguay y el sur de Brasil, con alta relevancia económica y cultural. Tradicionalmente se cultiva a cielo abierto, aunque también es frecuente su implementación bajo sombra en sistemas agroforestales (SAF). En ambos casos, su fisiología está estrechamente vinculada a las condiciones de luz. La eficiencia cuántica máxima del fotosistema II -PSII- (Fv/Fm), derivada de mediciones de fluorescencia de la clorofila, es uno de los indicadores más utilizados para evaluar el estado fisiológico de las plantas. Valores cercanos a 0,8 suelen asociarse a un PSII en buen estado. En este contexto, el manejo de la luz mediante sistemas de sombreado se presenta como una herramienta clave para optimizar el desempeño fisiológico y productivo del cultivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar Fv/Fm en plantines de yerba mate sometidos a diferentes niveles de sombra. En noviembre de 2024 se instaló un ensayo con plantines de un año, de material genético INTA, cultivados en macetas de 20 litros y expuestos a tres tratamientos de sombra generados con malla plástica: luz plena sin malla (T0), 30% (T30) y 60% (T60) de sombra. En abril, septiembre y octubre de 2025 se seleccionaron ramas de cinco plantas por tratamiento, se mantuvieron en oscuridad durante 30 minutos y luego se midió Fv/Fm con un porofluorómetro LI-600 (LI-COR, EEUU), utilizando un tipo de flash rectangular e intensidad de 6000 µmol m^2 s^{-1}. Los valores promedios de Fv/Fm en abril fueron 0,760±0,029 (T0), 0,780±0,007 (T30) y 0,780±0,008 (T60) (p= 0,317). En septiembre se registraron 0,733±0,058; 0,767±0,019 y 0,798±0,007 (p= 0,039), y en octubre 0,759±0,025; 0,770±0,018 y 0,781±0,027 (p= 0,410), respectivamente para T0, T30 y T60. Si bien en todos los casos se observaron valores cercanos a 0,8, indicativos de un PSII saludable, los resultados muestran que la sombra mejora la eficiencia del PSII respecto al cultivo a pleno sol. En otoño se registraron los valores más altos en todos los tratamientos, posiblemente debido a una menor radiación y temperaturas más moderadas. El inicio de la primavera se evidenció como el periodo más crítico para las plantas a pleno sol, con valores más bajos de Fv/Fm, mientras que bajo sombra estos se mantuvieron más altos. Esto pone de manifiesto la importancia del sombreado frente al incremento estacional de la irradiancia. Posteriormente, en octubre, se observó una posible aclimatación asociada a condiciones ambientales más estables en cuanto a radiación se refiere. En conjunto, los resultados confirman que la sombra atenúa el estrés fotoquímico y mantiene valores de Fv/Fm más altos y estables, lo cual es coherente con una especie adaptada a condiciones de luminosidad moderada. Desde una perspectiva productiva, un 30% de sombra se podría considerar un nivel eficaz para aumentar la eficiencia del PSII en plantines de yerba mate.

Palabras clave: Fotosíntesis; *Ilex paraguariensis*; Sistemas agroforestales.

RESUMEN

La vainilla, una orquídea con posibilidades productivas para la provincia de Misiones, Argentina

Vanilla: An orchid with productive potential for the province of Misiones, Argentina

Alejandro Daniel Ruiz Lenz[1], Guillermo Federico Küppers[2]

[1]Ingeniero Agrónomo, San Ignacio, Misiones, Argentina. alejandroruizlenz@gmail.com

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina.

La vainilla es la segunda especia más cara del mundo después del azafrán, con una demanda global que supera ampliamente la oferta natural. El género *Vanilla* comprende aproximadamente 118 especies, siendo *Vanilla planifolia* la más cultivada debido a su alto contenido de vainillina. En el marco del manejo de Productos Forestales No Madereros (PFNM), el cultivo de vainilla representa una alternativa con potencial para la diversificación productiva y la valorización de sistemas agroforestales en la provincia de Misiones, donde actualmente no se registran plantaciones comerciales documentadas de esta especie. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de tres sistemas de manejo contrastantes sobre el desempeño agronómico inicial (establecimiento, crecimiento y vigor) de *V. planifolia* en Eldorado, Misiones. Los sistemas analizados fueron: vivero (intensivo, con riego y media sombra), espaldera (semi-intensivo, con tutores inertes y sin riego) y agroforestal joven (semi-extensivo, con tutores vivos y sin riego). Debido a que cada sistema productivo estuvo asociado a un único sitio geográfico, el estudio correspondió a un diseño comparativo entre sitios sin asignación aleatoria ni replicación espacial de los tratamientos. En consecuencia, los resultados se interpretan principalmente en términos comparativos y descriptivos, evitando atribuir relaciones causales directas al sistema productivo evaluado. Se utilizaron clones de un año obtenidos a partir de esquejes de vitroplantas, con seguimiento mensual de variables ambientales (temperatura, humedad relativa y luminosidad) y variables morfológicas. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y pruebas no paramétricas de Kruskal–Wallis para la comparación entre sistemas. Los resultados evidenciaron una sobrevivencia cercana al 100 % en todos los sistemas evaluados, lo que confirma la adaptabilidad de la especie al clima subtropical de Misiones. No obstante, el desarrollo vegetativo mostró una marcada dependencia del manejo microclimático. El sistema bajo vivero presentó el mayor porcentaje de brotación (86,5 %) y los mejores indicadores de vigor, asociado a una mayor estabilidad de la humedad relativa (59–75 %). El sistema en espaldera mostró un desempeño intermedio, con niveles de luminosidad moderados (≈15,18 klx). En contraste, el sistema agroforestal joven registró el menor porcentaje de brotación (75,9 %) y un menor crecimiento vegetativo, asociado a mayores niveles de radiación (hasta 27 klx), dado que el dosel arbóreo aún no proporcionó el sombreado óptimo requerido por la especie (50–70 %). Se concluye que el cultivo de *V. planifolia* es agronómicamente viable en Misiones y presenta potencial como PFNM para la diversificación productiva regional. Sin embargo, durante la fase inicial de establecimiento, los sistemas con mayor control microclimático, particularmente el manejo bajo vivero, resultan más adecuados para reducir el estrés ambiental y favorecer el desarrollo vegetativo del cultivo.

Palabras clave: Desarrollo vegetativo; Establecimiento; Microclima.

RESUMEN

Percibiendo la degradación: agentes, mecanismos e impactos en la Selva Paranaense de Argentina

Perceiving degradation: agents, mechanisms and impacts in Argentina's Paranaense Forest

Clara Neuhoff[1], Francisco Aguilar[1], Eduardo Hildt[2], María Virginia Eva Díaz Villa[3], Piedad María Cristiano[3], Silvia Korth[4], Andrés Leszczuk[4], Adan Martinez Cruz[1]

[1]Departamento de Economía Forestal (SLU), Umeå, Suecia.

[2]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria, Montecarlo, Misiones, Argentina.

[3]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Buenos Aires, Argentina.

[4]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina.

La Selva Paranaense de Argentina es una parte vital de la ecorregión altamente amenazada del Bosque Atlántico, un bioma que alberga el 5% de la diversidad de vertebrados y plantas del mundo, y del cual menos del 10% de la cobertura forestal original permanece a nivel regional. En Argentina se conserva alrededor del 40% de la superficie original, aunque bajo distintos niveles de fragmentación. La degradación forestal plantea un desafío crítico, impulsando pérdidas crónicas de biodiversidad y alterando los medios de vida locales, con emisiones de carbono relacionadas que supuestamente superan las de la deforestación.

A diferencia de la deforestación, la degradación es más difícil de definir y medir debido a las variaciones en los estados de referencia y los valores forestales. Conceptualizar la degradación forestal y comprender sus impulsores socioeconómicos y ambientales resulta esencial para desarrollar políticas de conservación sostenible. Por lo tanto, entender cómo los diversos actores perciben la degradación es fundamental para imaginar qué objetivos y destinatarios deben perseguir las intervenciones políticas.

Aquí, analizamos las percepciones de los actores involucrados sobre los agentes, los mecanismos y el impacto de la degradación forestal en la Selva Paranaense. Los datos fueron recolectados a través de un taller participativo que involucró al sector privado y académico, formuladores de políticas y ONG. A través de un análisis factorial exploratorio (n = 101), examinamos las percepciones de los impactos de la degradación y, para los principales impulsores y mecanismos, se utilizó un enfoque cualitativo exploratorio (n = 91).

Los resultados preliminares indican que tanto los individuos como las organizaciones privadas son percibidos como los principales agentes de la degradación forestal. Las respuestas revelan además distinciones claras relacionadas con los derechos de propiedad y la legalidad de las actividades de los actores. Se identifican tres mecanismos principales: el marco legal, las normas sociales y la accesibilidad. Tanto las percepciones de los agentes como de los mecanismos cambian su importancia relativa entre las etapas tempranas y avanzadas del proceso de degradación.

Los impactos percibidos de la degradación se estructuran a lo largo de tres dimensiones interconectadas: biológica, de subsistencia y social. Mientras que las

percepciones de los impactos de subsistencia y sociales no difieren significativamente entre sectores, emergen diferencias entre los actores no gubernamentales y del sector privado con respecto a los impactos biológicos. En contraste, las percepciones sobre el impacto por los pequeños agricultores y los pueblos indígenas se cargaron tanto en las dimensiones biológicas como de subsistencia, insertando la degradación dentro de su contexto rural y reflejando las interdependencias de un sistema socioecológico.
La degradación forestal afecta a múltiples partes interesadas de manera diferente. Comprender cómo diversos actores perciben los agentes, mecanismos e impactos de la degradación es fundamental para una política de conservación efectiva. Los formuladores de políticas conscientes de estas diferencias están mejor posicionados para identificar impulsores específicos del contexto, diseñar intervenciones equitativas y construir consenso en torno a medidas de manejo que aborden las dimensiones biológicas, de subsistencia y sociales interconectadas de la degradación.

Palabras clave: Degradación forestal; Impactos socio-ecológicos; Selva Paranaense.

RESUMEN

Enxertia de araucária: produção precoce de pinhão e conservação da espécie

Araucaria Grafting: Early Pinhão Production and Species Conservation

Guilherme Jesus dos Santos Lima[1], Veriane de Fátima da Luz Xavier[1], Nathan Rafael Coltro[1], Maria Vitoria da Silva Santos[1], Hellen Cristina Palinski[1], Eleandro José Brun[1], Patricia Fernandes[1]

[1]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. guilherme.080902@alunos.utfpr.edu.br

A *Araucaria angustifolia*, espécie nativa brasileira ameaçada de extinção, sofre pressões tanto da exploração madeireira irregular quanto dos impactos das mudanças climáticas, com projeções indicando possível desaparecimento no Paraná até 2100. Diante desse cenário, a técnica de enxertia desenvolvida pela Embrapa Florestas em parceria com a UFPR surge como alternativa promissora para a conservação, pois permite produzir árvores de menor porte e com produção precoce de pinhão, facilitando a colheita e gerando renda antecipada para agricultores. Desde 2023, a UTFPR conduz um projeto de extensão voltado à conservação da araucária e ao incentivo ao uso da enxertia entre agricultores familiares do sudoeste paranaense. As ações incluem a produção de mudas para porta-enxerto e mudas enxertadas, implantação de áreas experimentais em consórcio com erva-mate e acompanhamento fenológico, contribuindo também para pesquisas acadêmicas. O projeto realiza palestras sobre conservação e mudanças climáticas, promove oficinas práticas de enxertia, participa de feiras da agricultura familiar, atua em escolas e distribui materiais informativos. Além disso, organiza visitas técnicas a propriedades com araucárias enxertadas em produção e ao cultivo experimental da Embrapa Florestas.Até o momento, foram produzidas 100 mudas para porta-enxerto e 45 mudas enxertadas, todas implantadas em uma área de 2.400 m², apresentando bom desenvolvimento e baixa mortalidade. Entre 2024 e 2025, o projeto realizou duas ações em feiras, oito visitas escolares, três oficinas, cinco palestras e duas visitas técnicas, alcançando cerca de 150 pessoas, direta ou indiretamente. Como resultado das atividades, observou-se aumento do interesse de agricultores familiares pela técnica de enxertia e maior conscientização sobre a conservação da espécie. Embora o engajamento prático ainda seja limitado, o projeto tem ampliado significativamente a divulgação de alternativas para o manejo sustentável da araucária e fortalecido a importância de sua conservação e reflorestamento.

Palabras clave: Diversificação produtiva; Mudanças climáticas; Produto florestal não madeireiro.

RESUMEN

Reconstrucción tridimensional desarrollo del haustorio de una planta hemiparásita usando microtomografía computarizada

Three-dimensional reconstruction of the development of the haustorium of a hemiparasitic plant using micro-computed tomography

Elsa Iris Figueredo[1], Santiago Andrés Martínez[2], María Angelica Aguilera[2], Angela Winck[1]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria, Montecarlo, Misiones, Argentina. figueredo.elsa@inta.gob.ar

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina.

Las plantas hemiparásitas desarrollan haustorios, órganos especializados que establecen conexiones anatómicas y fisiológicas con el sistema vascular de sus hospedadores. Estos órganos presentan una arquitectura interna compleja y dinámica, cuyo estudio se ha limitado tradicionalmente a técnicas histológicas. En este trabajo se aborda un análisis comparativo del desarrollo haustorial a partir de cortes de los cambios estructurales en la interacción parásito/hospedador. Para ello, se utilizó la microtomografía computarizada de rayos X (µCT) como metodología innovadora y no destructiva, que permite la visualización de los tejidos, con alta resolución espacial. Se analizaron cuatro especímenes de *Struthanthus uraguensis* (Hook. & Arn.) parasitando a *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos, recolectados en Eldorado, Misiones (Argentina), en distintos estadios de desarrollo. Las ramas se cortaron en segmentos en los puntos de inserción del haustorio y se deshidrataron a temperatura ambiente. Las muestras se escanearon con el µCT, seleccionando la resolución espacial en función del tamaño del haustorio: 26 µm para estadio inicial, 15 µm para intermedio temprano, 28 µm intermedio tardío y 35 µm para el estadío maduro. Para la adquisición de las imágenes se utilizó paso angular de rotación de 0,3° y tres tomas por proyección. La reconstrucción tomográfica se realizó mediante el software NRecon, empleando un algoritmo de retroproyección filtrada basado en la transformada de Feldkamp. Se aplicaron correcciones de endurecimiento de haz (40 %), alineamiento y suavizado para minimizar artefactos. Los cortes transversales reconstruidos se procesaron con el software CTAn. Para la diferenciación de los tejidos del haustorio y del hospedador se aplicaron umbralización (thresholding) por rango de niveles de gris, permitiendo la segmentación de las regiones de interés (ROI). Sobre estas ROI se aplicaron filtros para limpiar la selección, eliminando ruidos en la imagen obtenida y dejar únicamente las estructuras de interés bien definidas La µCT permitió diferenciar con precisión los tejidos del haustorio y del hospedador, así como reconstruir su distribución espacial en tres dimensiones. Se observaron diferencias significativas en la arquitectura haustorial entre los estadios. En estadios iniciales, el haustorio presentó una estructura compacta, de volumen reducido y una penetración limitada al xilema del hospedador, el cual conservaba una organización radial simétrica. En estadios intermedios se registró un incremento del volumen del tejido haustorial, una mayor heterogeneidad interna y una interacción más estrecha con los haces vasculares, acompañadas de deformaciones progresivas en los anillos

de crecimiento del hospedador. En los ejemplares maduros, el haustorio alcanzó su máximo desarrollo, evidenciando una superficie de contacto extensa con el xilema del hospedador y una marcada reorganización anatómica de este último, sugiriendo una elevada eficiencia en el intercambio de recursos. Este estudio demuestra el potencial de la microtomografía computarizada como una herramienta eficaz para el análisis no destructivo del desarrollo haustorial en plantas hemiparásitas. Aporta información novedosa sobre el desarrollo de *S. uraguensis*, caracterizándose la progresiva complejización estructural del haustorio y su impacto anatómico sobre el hospedador. Estos resultados sientan bases para futuros estudios funcionales y comparativos sobre el parasitismo en especies leñosas nativas.

Palabras clave: Anatomía comparada, Imágenes de rayos X; Parasitismo vegetal.

RESUMEN

Línea base ambiental para la conformación de un área productora de semillas de especies nativas (APSEN), en la región fitogeográfica Selva Misionera. Eldorado, Misiones, Argentina

Environmental baseline for the establishment of a seed production area of native species (APSEN), in the Misiones rainforest ecoregion. Eldorado, Misiones, Argentina

Beatriz Irene Eibl[1], Miguel Ángel López[1], Florencia Montagnini[2], Cecilia González[1], Diego Erbetta[3], Guillermo Federico Kűppers[1], Claudio Javier Dummel[1], Noelia Rivaldi[3]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. eiblbeatriz@gmail.com

[2]Yale University, School of the Environment, The Forest School, 360 Prospect St., New Haven, CT, USA.

[3]Universidad Nacional de Misiones. Escuela Agrotécnica Eldorado. Bertoni 152, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina.

La ecorregión del Bosque Atlántico, que abarca áreas de Argentina, Brasil y Paraguay, comparte un patrimonio común de biodiversidad. Los cambios en el uso del suelo en toda la región han llevado a la degradación de vastas áreas. En un área ubicada en el predio de la Universidad Nacional de Misiones, de la localidad de Eldorado, Misiones, Argentina, se implementaron técnicas de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), orientadas a la recuperación del suelo, el crecimiento de los árboles, la activación de la regeneración natural y la creación de condiciones para futuros usos experimentales y productivos. Con técnicas de restauración activa inicial, se iniciaron los trabajos de plantación en el año 1990, utilizando una selección de árboles maderables heliófilos, incluyendo especies fijadoras de nitrógeno, *Enterolobium contortisiliquum* (Timbo colorado), *Dahlstedtia muehlbergiana* (Rabo molle), *Balfourodendron riedelianum* (Guatambú blanco), *Bastardopsis densiflora* (Loro blanco), *Myracrodruon balansae* (Urunday), *Peltophorum dubium* (Caña fistola), *Parapiptadenia rigida* (Anchico colorado) y *Anadenanthera colubrina* (Curupay). Logrado el cierre del dosel, se introdujeron especies tolerantes a la sombra clasificadas como vulnerables y reconocidas por su madera valiosa, *Myrocarpus frondosus, Cabralea canjerana* y *Aspidosperma polyneuron*. En todos los casos se utilizaron plantas provenientes de semillas de origen conocido. Finalmente se dejó evolucionar la regeneración natural que incluye renovales de las mismas especies plantadas y otras semillas provenientes del entorno, aportadas principalmente por las aves. En total, se plantaron 11 especies de árboles, y después de 35 años de restauración, el relevamiento florístico registró 64 especies de árboles diferentes pertenecientes a 28 familias botánicas.
En el sotobosque, se identificaron 59 especies de arbustos, hierbas, epífitas, helechos y árboles jóvenes, distribuidos en 32 familias. A los fines de la conformación de un

área productora de semillas de especies nativas (APSEN), se registraron espacialmente, todos los árboles plantados y de la regeneración que presentaron un dap ≥10 cm y que acomodaron sus copas en el dosel medio y superior. Con un total de 35 especies representadas en 572 árboles ha^{-1}, que ocupan un área basal de 20 m^2 ha^{-1}, favorecidos por el plan de manejo a implementar, se prevé un aumento de la diversidad de especies, lo que fortalecerá aún más el papel de estas islas de biodiversidad (IB) como reservorios genéticos, además de proporcionar madera, leña, medicamentos, frutas, semillas y servicios ecosistémicos clave, como la conectividad paisajística. Adicionalmente se cuantificó una biomasa de 180 Mg ha^{-1} que equivale a un almacén de carbono de 90 Mg ha^{-1} tanto aéreo como subterráneo, mientras los análisis físicos del suelo ya indicaron una mayor porosidad y una menor compactación. Este caso demuestra cómo las estrategias de restauración pueden integrar las actividades productivas con la conservación, mejorando la resiliencia ambiental en la ecorregión del Bosque Atlántico.

Palabras clave: Biodiversidad; Conservación; Restauración.

RESUMEN

Delimitación automática de microcuencas como insumo para la planificación territorial en Eldorado, Misiones

Automatic Delineation of Micro-Watersheds as an Input for Territorial Planning in Eldorado, Misiones

Luna Gianela Lindao[1], Tania Marina Jungblut Schuh[1], Felipe Sodré Mendes Barros[1], Rosana Manuela Méndez[1], Gustavo Ariel Maslowski[1], Andres Angel Leonardo Lindao[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. lindao.luna27@gmail.com

La planificación territorial basada en procesos naturales requiere unidades espaciales coherentes con la dinámica ambiental. En regiones de elevada pluviosidad y relieve ondulado como el norte de Misiones, la escorrentía superficial desempeña un papel determinante en procesos de erosión y regulación hídrica, fundamentales para la gestión municipal del uso del suelo, la prevención de riesgos ambientales y la planificación de infraestructuras. Esta disociación entre la naturaleza sistémica de los procesos ambientales y una gestión territorial basada en límites administrativos dificulta el abordaje integrado de problemáticas vinculadas a la expansión urbana, el uso del suelo y la infraestructura. En este marco, la cuenca hidrográfica, ampliamente discutida en la literatura como unidad de análisis, se consolida como un recorte espacial que permite comprender de manera integrada las interacciones entre relieve, escorrentía y uso del territorio, constituyendo un insumo estratégico para la planificación a escala municipal.

El objetivo de este trabajo fue generar y analizar la delimitación automática de tres microcuencas del municipio de Eldorado, Misiones, con el fin de aportar información base para la planificación territorial y el monitoreo ambiental.

Se empleó un modelo digital de elevación del Instituto Geográfico Nacional con resolución espacial de 30 m como insumo principal. El procesamiento se realizó mediante herramientas de análisis hidrológico en un sistema de información geográfica, incluyendo la corrección de depresiones del modelo, el cálculo de dirección y acumulación de flujo, y la delimitación automática de cuencas a partir de puntos de salida definidos sobre la red de drenaje principal. Posteriormente, se calcularon superficies y se analizó su relación con la superficie total del municipio y con la zona urbana.

El municipio de Eldorado posee 21.557,86 ha. La delimitación automática nos permitió identificar las microcuencas de los arroyos Paticuá (1.718,69 ha; 7,8 %), Schwelm (416,01 ha; 1,9 %) y Helena (1.351,11 ha; 6,3 %), que en conjunto representan cerca del 16 % del territorio municipal. No obstante, concentran más del 76 % de la superficie urbana, áreas caracterizadas, principalmente, por el proceso de impermeabilización del suelo, por pavimentación de calles, o por reducción de áreas verdes, lo que evidencia su relevancia estratégica en términos de gestión del drenaje, infraestructura pluvial y planificación del crecimiento urbano. La delimitación obtenida mostró coherencia espacial con la topografía local y permitió definir límites precisos y reproducibles.

Finalmente podemos decir que la delimitación automática de microcuencas mediante herramientas SIG constituye un procedimiento eficiente y técnicamente

sólido para generar unidades de análisis hidrográfico a escala municipal. La identificación de que una proporción significativa de la zona urbana de Eldorado se encuentra concentrada en estas tres microcuencas refuerza la necesidad de incorporar el enfoque de cuenca en los procesos de ordenamiento territorial, en línea con la Ley XVI N° 150 de gestión integrada de cuencas de la provincia de Misiones. El uso sistemático de unidades hidrográficas abre oportunidades para mejorar la toma de decisiones vinculadas al uso del suelo, la gestión del riesgo hídrico y el diseño de infraestructura, contribuyendo a una planificación municipal más integrada, preventiva y sustentable.

Palabras clave: Cuencas hidrográficas; Planificación urbana; SIG.

RESUMEN

Integración de SIG y relevamiento a campo para la evaluación de fajas protectoras en una cuenca urbana-suburbana de Eldorado

Integration of GIS and field surveys for the evaluation of protective buffer strips in an urban–suburban watershed of Eldorado

Andres Angel Leonardo Lindao[1], Rosana Manuela Méndez[1], Mario Gabriel Sackser[1], Debora Sabrina Cardozo[1], Rocío Alejandra Molina[1], Fernando Javier Vier[1], Gustavo Ariel Maslowski[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio Tecnología de la Madera. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. andres.lindao@fcf.unam.edu.ar

La expansión urbana sobre cabeceras de cuenca constituye uno de los principales factores de alteración de los procesos hidrológicos en ambientes urbanos y suburbanos. La impermeabilización del suelo, la modificación de cauces y la reducción de la cobertura vegetal protectora incrementan la escorrentía superficial, disminuyen la infiltración y afectan la estabilidad ambiental de los cursos de agua. En este contexto, el conocimiento geomorfológico e hidrológico de las cuencas resulta fundamental para orientar la planificación territorial y prevenir conflictos ambientales. En la ciudad de Eldorado (Misiones), la cuenca del arroyo Paticuá presenta una marcada heterogeneidad de usos del suelo, por lo que evaluar el estado de sus fajas protectoras adquiere especial relevancia.

El objetivo del estudio fue validar a campo la información obtenida mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) sobre la delimitación, red de drenaje y cobertura protectora en la subcuenca alta del arroyo Alegría, principal tributario del sistema. Como marco general, se caracterizó la cuenca del arroyo Paticuá a partir de parámetros morfométricos obtenidos mediante modelos digitales de elevación (MDE). Se determinó una superficie de 17,19 km², forma alargada, pendiente media de 9,4% y una densidad de drenaje de 1,72 km/km², lo que indica una respuesta hidrológica relativamente rápida y susceptibilidad a procesos erosivos.

Posteriormente, se analizó en detalle la subcuenca alta del arroyo Alegría, con una superficie de 3,31 km², pendiente media de 31% y densidad de drenaje de 1,38 km/km², características que evidencian alta sensibilidad ante cambios en el uso del suelo. A partir de imágenes satelitales y análisis espacial se realizó una zonificación de usos, registrándose un 68% de superficie transformada (35% urbana, 23% plantaciones forestales y 10% agrícola) y tan solo un 32% de bosque nativo.

El trabajo de campo incluyó diez puntos estratégicos distribuidos en vertientes y tramos del cauce principal. La validación permitió identificar vertientes no detectadas en gabinete, entubamientos, ampliaciones de caminos con rellenos sobre humedales, lagunas artificiales y tramos con márgenes degradadas. Asimismo, se midió el ancho medio del cauce para ajustar la delimitación de las fajas protectoras. La superposición entre las fajas legales y la cobertura actual mostró que el 30% de las áreas que deberían funcionar como bosques protectores carecen de cobertura forestal, concentrándose principalmente en sectores urbanos y agrícolas.

Los resultados demuestran que, si bien el análisis geomático permite delimitar cuencas y estimar coberturas con precisión espacial, la validación a campo resulta indispensable para detectar modificaciones no registradas en imágenes satelitales y para ajustar los diagnósticos a la realidad territorial. La integración de ambas metodologías aporta información confiable para la planificación urbana, la restauración de fajas protectoras y la gestión sustentable de cuencas en contextos de expansión urbana, fortaleciendo la toma de decisiones basada en evidencia técnica.

Palabras clave: Gestión sustentable; Morfometría de cuencas; SIG.

RESUMEN

Enraizamiento de estacas de *Combretum fruticosum* (Loefl.) Stuntz, enredadera nativa de Misiones, con potencial ornamental

Rooting of cuttings of Combretum fruticosum (Loefl.) Stuntz, a native vine of Misiones with ornamental potential.

Natalia Soledad Benitez[1], Claudio Javier Dummel[1], Cecilia Gonzalez[1], Rosana Concepción Ramos[1], Carina Antonella Kyocapumisz[1], Selena Rosana Serrano[1], Agustina Pezuk[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. natalia.benitez@fcf.unam.edu.ar

Combretum fruticosum (Loefl.) Stuntz es una especie nativa de la provincia de Misiones, es una planta apoyante de tallos leñosos, inerme, capaz de crecer en bosques maduros a través de los árboles por sus copas. Alcanza más de 5 metros de altura, con hojas simples, persistentes y opuestas; inflorescencias axilares de espigas densas de hasta 9 centímetros. Flores actinomorfas, perianto poco vistoso, hermafroditas, epíginas y estambres exertos de color amarillo-verdosas, tornándose rojo anaranjadas a la plenitud, muy llamativos, dispuestas a modo de cepillo, nectarífera de polinización ornitófila y entomófila, su floración va desde diciembre a febrero. Sus frutos son tetra-alados, de consistencia secos, rojizos, de diseminación anemocora, fructifica de febrero a junio. Sus características lo hacen apto para su uso en pérgolas, en jardines amplios, como ornamental y con importantes funciones ecológicas. Este ensayo preliminar tuvo como objetivo evaluar la factibilidad de propagación vegetativa de la especie a través de estacas, para su posible incorporación como nuevo producto comercial de la floricultura. Así mismo, se busca contribuir a la reducción del extrativismo y promover a la conservación de la biodiversidad de la provincia. El mismo se inició en octubre de 2025, luego de que las plantas madre comenzaron su período de brotación. Se colectaron de campo numerosas ramas, las cuales fueron acondicionadas en recipientes con agua, y trasladadas al vivero de floricultura de la Facultad de Ciencias Forestales (FCF-UNaM). Se prepararon esquejes apicales de 10 a 15 cm de longitud. El sustrato utilizado fue una mezcla de corteza, vermiculita y perlita, en proporción 3-1-1 (v/v). Se evaluaron tres concentraciones de ácido α-naftalén acético (ANA) comercial (“Fertifox”): T1 (100% = 0,1 g), T2 (50%) y T3 (0%, testigo). Cada tratamiento contó con 20 repeticiones. Los esquejes fueron tratados con las respectivas concentraciones hormonales y plantados en macetas individuales con el sustrato previamente humedecido. Posteriormente, se dispusieron en un microtúnel hermético, donde se controló periódicamente la humedad ambiental. El 7 de noviembre se realizó un riego uniforme, con 0,5 cm^3 de hormona diluida en 5 litros de agua a los tratamientos T1 y T2. A los 20 días de la instalación del ensayo se realizó la primera evaluación, observándose la formación de callos en la mayoría de los esquejes y emisión de raíces en otros. A los 35 días, se realizó una segunda evaluación, registrándose porcentajes de enraizamiento del 40% en T1, 50% en T2 y 60% en T3.
Lo cual sugiere, que la especie bajo estudio presenta aptitud para la propagación vegetativa por esquejes en primavera, luego del período de brotación, sin la aplicación de hormonas de enraizamiento. Para profundizar con el estudio, se prevé realizar nuevos ensayos en los períodos de otoño e invierno, con el fin de evaluar la

eficiencia de este sistema de propagación como estrategia para la producción continua durante todo el año y así poder recomendar esta especie como una interesante alternativa de cultivo y su conservación.

Palabras clave: Especies autóctonas; Floricultura; Propagación vegetativa.

RESUMEN

Regeneración de riberas y aprovechamiento forestal en ríos del ejido municipal de Junín de Andes: hacia un plan de manejo del sauce exótico (*Salix x fragilis*)

Riparian regeneration and forest utilization in rivers of the municipal district of Junín de los Andes: towards a management plan for the exotic willow (Salix × fragilis)

Miguel Alberto Pascual[1, 2], Juana del Carmen Aigo[2, 3], Verónica Andrea Carbone[4], José Carlos Fernández[5], Adriano Arach[4], Gabriel Stecher[4], Gabriel Zalazar[6], Margarita Ávila[7], Leandro Castiñeira[2], Jorge Kuroda[2], Celinda Rayén Pereyra[8], Laura Portuze[2], Natalia Radovani[2], Mariela Demicheli[2], Pablo Hualde[2]

[1]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Neuquén, Argentina. miguelafuera@gmail.com

[2]Centro de Ecología Aplicada del Neuquén, Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales, Neuquén, Argentina.

[3]Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). UNComa. San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

[4]Centro Regional Universitario San Martín de los Andes - Universidad Nacional del Comahue. San Martín de los Andes, Neuquén, Argentina

[5]Dirección General de Biodiversidad y Sostenibilidad, Subsecretaría de Ambiente, Neuquén.

[6]Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial. Ministerio de Economía. Argentina.

[7]Dirección General de Recursos Forestales. Neuquén Argentina.

[8]Municipalidad de Junín de los Andes, Neuquén, Argentina.

Salix × fragilis es un sauce híbrido introducido en la Patagonia con fines productivos, principalmente para la obtención de madera, provisión de sombra, forraje y estabilización de riberas. Sin embargo, su elevada capacidad de expansión ha generado una invasión acelerada en numerosos cursos de agua del norte y centro patagónico, formando densos bosques en galería. Esta proliferación ha ocasionado impactos ambientales, sociales y productivos significativos, tales como la dificultad de acceso a ríos y riberas, la obstrucción de la navegación, la transformación del paisaje, la alteración de la morfología fluvial, la pérdida de hábitat para la biodiversidad nativa y un elevado consumo de agua. En el ejido municipal de Junín de los Andes (Neuquén), estas problemáticas afectan más de 190 km de riberas, incluyendo el río Chimehuin y sus principales afluentes. Frente a este escenario, el objetivo del estudio fue desarrollar un enfoque integral de control, manejo y aprovechamiento del sauce, orientado a la restauración ecológica, la recuperación de servicios ecosistémicos y el fortalecimiento del desarrollo local. El trabajo describe las actividades y resultados emergentes realizadas en el período 2020-2025 por el Grupo Promotor de Manejo del Sauce (GPM Sauce), financiadas por un subsidio

ImpactAR del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Argentina. La metodología se estructuró en cinco módulos: (1) caracterización ambiental integral de los ambientes ribereños, mediante inventarios forestales, evaluación del potencial productivo y relevamientos de flora y fauna; (2) implementación de intervenciones piloto para ensayar prácticas de manejo forestal, control del sauce y restauración ambiental, con monitoreo post intervención; (3) análisis de usos actuales y potenciales, identificando oportunidades de agregado de valor; (4) elaboración de un plan maestro de gestión municipal, con criterios ambientales, operativos y zonificación adaptativa; y (5) desarrollo de una estrategia de comunicación y participación comunitaria. Los resultados evidenciaron una ocupación casi continua de *Salix × fragilis* a lo largo de más de 190 km de riberas, con densidades elevadas que reducen la heterogeneidad estructural del bosque ribereño y limitan la regeneración de especies nativas. Los inventarios forestales estimaron un volumen significativo de biomasa aprovechable, capaz de contribuir de manera relevante a la demanda local insatisfecha de leña para calefacción. Las intervenciones piloto mejoraron la accesibilidad a las riberas, redujeron el riesgo de obstrucción de cauces y promovieron una recuperación incipiente de la vegetación nativa, con aumentos en la diversidad florística y regeneración de la dinámica geohidrológica. La sistematización del proceso destacó como aciertos la estructura modular, la articulación interdisciplinaria, la integración de técnicos municipales, la planificación adaptada al contexto y una comunicación efectiva, que fortaleció el reconocimiento social e institucional. Entre los aspectos críticos se señalaron las limitaciones del gobierno local para contratar personal de campo y la falta de un circuito productivo que financie sostenidamente el control. El enfoque integral resultante se presenta como una estrategia efectiva y replicable para el manejo sostenible del sauce y la planificación a escala de cuenca.

Palabras clave: Desarrollo local; Manejo de especies exóticas; Planificación adaptativa.

RESUMEN

Influencia de la estructura forestal en el almacenamiento de carbono en bosques nativos de Misiones, Argentina

Influence of forest structure on carbon stock in native forests of Misiones, Argentina

Luis Javier Ritter[1], Josefa Mailen Figueras[1], Stefani Soledad Suarez[1], Marcelo Fabian Arturi[2]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. luis.ritter@fcf.unam.edu.ar

[2]Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Laboratorio de investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA). La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Los bosques nativos de Misiones, constituyen uno de los principales reservorios de carbono de la región debido a su alta biomasa y complejidad ecológica. No obstante, su capacidad de almacenamiento de carbono varía en función del estado de conservación, el grado de intervención antrópica y la ocurrencia de disturbios. En este sentido, las variables estructurales del bosque, como el diámetro, la altura, el área basal y la densidad arbórea, podrían permitir estimar el carbono almacenado sin la necesidad de reconocer las especies presentes. Su análisis resulta fundamental para generar técnicas de monitoreo de carbono más sencillas y de menor costo. El objetivo de este trabajo es estimar el carbono aéreo almacenado mediante el uso de modelos lineales que incorporen como variables explicativas a los principales parámetros estructurales del bosque. En el centro-norte de Misiones, Argentina se relevaron 45 parcelas permanentes de 1000 m^2, en las cuales se registraron los DAP, altura total y especie de todos los individuos arbóreos con DAP ≥ 10 cm. Con las variables relevadas en campo y revisiones de densidad de madera se estimó la biomasa aérea mediante el uso de ecuaciones alométricas generales y conversión a carbono y CO_2e utilizando los factores 0.47 y 3.667, respectivamente. El muestreo incluyó bosques en distintos estados de conservación, desde altamente degradados hasta bien conservados, abarcando un amplio gradiente estructural. Los valores de área basal oscilaron entre 4,4 y 55,6 $m^2 \cdot ha^{-1}$, la abundancia entre 80 y 770 $individuos \cdot ha^{-1}$ y el carbono aéreo estimado entre 28,8 y 990,5 $tnCO_2e \cdot ha^{-1}$. Se ajustaron 14 modelos de regresión lineal, tanto simples como múltiples, considerando al CO_2e como variable dependiente y a las variables estructurales del bosque (DAP y altura promedio, DAP y altura dominante, área basal, abundancia y riqueza) como variables independientes. En los modelos simples, únicamente el DAP promedio no presentó efectos significativos, mientras que los coeficientes de determinación (R^2) variaron entre 0,29 y 0,91. En contraste, los modelos múltiples evidenciaron un mejor desempeño estadístico, con valores de R^2 entre 0,86 y 0,94, destacándose la significancia de variables como el DAP y la altura dominante, el área basal, la riqueza y la abundancia. El modelo con mayor capacidad explicativa fue aquel que incluyó exclusivamente la interacción entre la altura dominante y el área basal, alcanzando un R^2 de 0,966 y el menor valor del criterio de información de Akaike (AIC). Estos resultados demuestran que el carbono almacenado puede ser estimado de manera robusta a partir de variables estructurales del bosque, destacando el valor predictivo de los atributos dendrométricos. En particular, la

integración de indicadores de la estructura vertical, como la altura dominante, y de la estructura horizontal, representada por el área basal, permite capturar con mayor precisión el potencial de almacenamiento de carbono. En este sentido, el uso conjunto de estas variables constituye una herramienta clave para evaluar la funcionalidad del ecosistema y orientar estrategias de restauración forestal destinadas a incrementar la capacidad de captura y almacenamiento de carbono en los bosques nativos de Misiones.

Palabras clave: Biomasa; Modelos lineales; Selva Paranaense.

RESUMEN

Caracterización cito-histológica y tecnológica de la raíz aérea de *Thaumatophyllum bipinnatifidum*: análisis de las variantes ontogénicas utilizadas en la cestería y cordelería guaraní de Misiones

Cyto-histological and technological characterization of Thaumatophyllum bipinnatifidum aerial roots: analysis of ontogenetic variants in Misiones guaraní basketry and cordage

Jorge Hernán Pirelli[1, 2], Héctor Keller[1, 2], María Angélica Aguilera[1], Adelaida Bragañolo[1], Santiago Andrés Martínez[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. jorge.pirelli@fcf.unam.edu.ar

[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

La gestión sostenible de los recursos forestales no maderables en la Selva Paranaense exige comprender la variabilidad estructural vinculada al desarrollo biológico vegetal. En la provincia de Misiones, la raíz aérea de *Thaumatophyllum bipinnatifidum*, denominada güembepi por los artesanos guaraníes, representa un recurso biocultural estratégico. Históricamente, las comunidades originarias han seleccionado estas raíces según su grosor para diversos usos, valorando su tenacidad y durabilidad ante el desgaste ambiental. No obstante, dicha selección tradicional carecía de una validación científica que integrara la anatomía interna con el comportamiento mecánico del órgano.

Este estudio comparó raíces en estadio joven (diámetro promedio de 9,40 mm) frente a adultas (11,55 mm). El análisis cito-histológico evaluó el diámetro de los vasos del xilema y la biometría de las fibras, mientras que las propiedades tecnológicas se analizaron bajo protocolos normalizados. Los hallazgos microscópicos revelaron una transición ontogénica hacia vasos de xilema más amplios en ejemplares maduros. En raíces jóvenes, el diámetro de los vasos promedió 136,875 µm (mín. 28,08 y máx. 222,408 µm), mientras que en el estadio maduro este parámetro aumentó a una media de 150,763 µm (mín. 31,391 y máx. 232,981 µm). Respecto a las fibras, las jóvenes presentaron células significativamente más largas (1068 µm) y estrechas (27,3 µm) que las adultas, cuyas fibras promediaron 762 µm de longitud y 31 µm de ancho. Esta configuración madura optimiza la conducción hídrica, aunque incrementa la porosidad del cilindro central.

Al evaluar el desempeño tecnológico, los análisis demostraron que el desarrollo biológico transforma significativamente la capacidad mecánica de la raíz ($p<0,01$). El vínculo más estrecho se encontró en el contenido de humedad; el estadio de madurez explica el 86% de los cambios hídricos registrados ($R^2= 0,86$; $p<0,0001$), con un incremento que va del 15,91% en ejemplares jóvenes al 18,91% en adultos. El crecimiento también fue decisivo para el aumento del diámetro, que pasó de una media de 9,40 mm a 11,55 mm ($R^2= 0,57$; $p=0,0001$), y de la fuerza máxima soportada

(R^2= 0,33; p=0,0055), la cual ascendió de 823,82 N a 1076,92 N tras alcanzar la madurez.

Por el contrario, la resistencia a la tracción no mostró variaciones estadísticas relevantes (p>0,05), situándose entre 12,22 N/mm^2 para las jóvenes y 10,35 N/mm^2 para las adultas (R^2= 0,10). Un comportamiento similar se observará en las densidades aparentes (0,37 g/cm^3 vs. 0,36 g/cm^3) y anhidra (0,32 g/cm^3 vs. 0,31 g/cm^3), que permanecieron constantes. Esto demuestra que la calidad intrínseca del material es estable, aunque la eficiencia unitaria disminuye levemente en raíces maduras debido a que los vasos dilatados actúan como vacíos estructurales. Estos resultados validan los usos tradicionales guaraníes: el estadio adulto, con mayor volumen tisular y capacidad de carga absoluta, resulta ideal para ataduras estructurales y sogas de gran exigencia. Por el contrario, las raíces juveniles, al ser más compactas y presentar mayor resistencia específica debido a sus fibras largas, ofrecen la ductilidad necesaria para la cestería de precisión.

Palabras clave: Anatomía ecológica; Porosidad vascular; Resistencia mecánica.

RESUMEN

Relevamiento de especies frutales nativas de la selva paranaense en mercados de comercialización ferial en Misiones, Argentina

Survey of native fruit species of the Paranaense Rainforest in ferial commercialization markets in Misiones, Argentina

Andrea Lorenza Ustohal[1], Mara Emígia Beutelspacher[1], Marcela Alejandra Torres[1], Juan Mauricio Quezada Alvarez[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. ustohalandrea@gmail.com

El aumento de la población, la expansión del área urbana mediante el desarrollo de infraestructuras y la transformación del uso del suelo fueron menester de la pérdida de plantas nativas frutales. Tal es el caso de la ciudad de Eldorado en la provincia de Misiones, que presenta una reducida presencia de especies frutales autóctonas de la Selva Paranaense y un bajo consumo de estas. Sin embargo, en Misiones se han realizado estudios sobre diversas especies como la *Plinia cauliflora*, *Eugenia pyriformis* y *Plinia rivularis*, que resultaron en la implementación de ellas en el CAA (Código Alimentario Argentino), gracias a sus aportes nutritivos y medicinales. Este trabajo, impulsado desde la cátedra de Educación y Problemática del Ambiente de la FCF-UNaM, tiene como objetivo el estudio exploratorio de la diversidad de especies nativas frutales y su relevancia para el sustento económico de comerciantes en mercados feriales de Eldorado. El abordaje metodológico se basó en la búsqueda de datos bibliográficos, complementados con la realización de entrevistas semiestructuradas que permitieron caracterizar los aspectos culturales, ambientales y socioeconómicos. Las entrevistas fueron dirigidas a comerciantes locales de frutos nativos que operaban en el Mercado Concentrador Zonal y la Feria Franca de Eldorado, así como a productoras del grupo “Mujeres Soñadoras”, cuyo mercado se encuentra en la zona de Aristóbulo del Valle. Los resultados evidenciaron variaciones en la diversidad de especies mencionadas en los distintos espacios de comercialización: productoras de Mujeres Soñadoras nombraron a nueve frutas nativas que son frecuentemente vendidas en sus puestos, los productores del Mercado Concentrador de Eldorado han mencionado ocho, y los comerciantes de la Feria Franca nombraron a dos. La cantidad de encuestados varió en cada lugar, siendo cuatro los representantes del Mercado Concentrador Zonal, tres de la Feria Franca y dos de Mujeres Soñadoras. Por otro lado, existe una relación directa y positiva entre la cantidad de especies descritas y el nivel de conocimiento de los vendedores: Mujeres Soñadoras y el Mercado Concentrador, quienes mencionaron más frutas, mostraron familiaridad con el CAA, ofrecieron más detalles sobre sus propiedades, función ecosistémica y rentabilidad, además de su valor para la conservación y transmisión cultural. En contraste, los vendedores de la Feria Franca registraron menores niveles de rentabilidad y desconocimiento del CAA, atribuyendo sus saberes principalmente a la enseñanza intergeneracional y a la experiencia práctica desde la infancia. Aun así, se ha detectado un fuerte interés por revalorizar la flora autóctona de la provincia y promover tanto su consumo como su cultivo. Esta tendencia favorece la articulación entre la protección ambiental y el aprovechamiento de los recursos naturales para el sustento económico de los productores locales. Bajo esta perspectiva, es posible llevar a cabo acciones de

conservación, por medio de capacitaciones y talleres que impulsen la preservación de las especies nativas y las pongan en valor desde distintos enfoques: ambiental, cultural y socioeconómico, con el fin de fortalecer sus conocimientos y contribuir al mantenimiento del equilibrio ecosistémico.

Palabras clave: Biodiversidad; Bosque Atlántico; Código Alimentario Argentino.

RESUMEN

Sembrando bosques: los monos caí (*Sapajus nigritus)* aumentan la probabilidad de germinación de las semillas ingeridas y dispersadas

Planting forests: the black-horned capuchin monkey (Sapajus nigritus) enhances germination probability in ingested and dispersed seeds

Iara Torge[1, 2], Valentín Zárate[1, 2], Martina Villaschi[3], Sandra Bos Mikich[4], Mario Santiago Di Bitetti[1,2,5]

[1]Instituto de Biología Subtropical (IBS), CONICET, Puerto Iguazú, Misiones, Argentina. torge.iara@gmail.com

[2]Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CeIBA), Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

[3]Laboratorio de Ecología del Comportamiento de Primates, Instituto de Neuro-etología, Universidad Veracruzana, México.

[4] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Colombo, Paraná, Brasil.

[5]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina.

La dispersión de semillas mediada por animales es un proceso fundamental para el mantenimiento de la biodiversidad y funcionamiento de los bosques. Los animales obtienen nutrientes de los frutos, y luego defecan o regurgitan las semillas lejos de la planta madre, un proceso denominado endo-zoocoria. Un punto clave de esta interacción es que el procesamiento que hagan los animales al consumir un fruto no dañe las semillas ingeridas y mantenga, o incluso promueva, la germinación de las mismas luego de ser dispersadas. Los monos caí (*Sapajus nigritus*) son primates endémicos del Bosque Atlántico. En la provincia de Misiones habitan bosques continuos, así como fragmentos de bosque inmersos dentro de paisajes productivos. Su dieta omnívora incluye gran diversidad de frutos, y son dispersores de semillas de varias de las especies que consumen. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del pasaje por el tracto digestivo de los monos caí en la germinación de las semillas mediante un experimento en invernadero. Para ello se colectaron muestras fecales de monos caí silvestres y frutos de distintos árboles madre de cuatro especies frecuentemente consumidas y dispersadas por los monos caí: *Maclura tinctoria* (n = 250 semillas), *Ficus sp.* (n = 125 semillas), *Pereskia acuelata* (n = 150 semillas) y *Psidium guajava* (n = 625 semillas). Se sembraron entre 3 y 5 semillas en tubetes de plástico (en bandejas de 5x5 tubetes). A lo largo de tres meses y cada 48 h se regaron las bandejas y se cuantificó el número de semillas germinadas. Mediante un Modelo Lineal Generalizado Mixto con distribución binomial se analizó el efecto de tres tratamientos sobre la proporción de semillas germinadas: 1) semillas encontradas en las muestras fecales de monos, semillas de frutos colectados, 2) despulpadas manualmente y 3) semillas con pulpa alrededor (control), controlando por el tubete y la bandeja de sembrado como efecto aleatorio. Tomando el total de las especies, las semillas que pasaron por el tracto digestivo de los monos caí mostraron una probabilidad de germinación 2.5 veces mayor que las semillas despulpadas manualmente, y 4.3 veces mayor que las semillas con pulpa (p = 0.0001); por su parte, las semillas despulpadas manualmente aumentaron 1.72 veces la probabilidad de germinación en relación a semillas con pulpa (p = 0.05). Al analizar

cada especie por separado, las semillas de *M. tinctoria, Ficus sp, y P. guajava* defecadas por los monos caí germinaron en mayor proporción que las de los otros tratamientos; mientras que la probabilidad de germinación de las de *P. aculeata* no mostró diferencias entre tratamientos. Estos resultados sugieren que los monos caí mantienen viables y promueven la germinación de las semillas que dispersan, cumpliendo así un rol ecológico fundamental para estas plantas. Al dispersar eficientemente estas especies podrían también estar contribuyendo a la regeneración y el mantenimiento de la diversidad vegetal en los fragmentos de bosque altamente degradados de los paisajes productivos forestales que habitan.

Palabras clave: Bosque Atlántico; Dispersión de semillas; Regeneración del bosque.

RESUMEN

Evaluación de la biodiversidad de las regiones y cuencas forestales de la provincia de Corrientes (Argentina)

Biodiversity assessment of the forest regions and basins of the province of Corrientes (Argentina)

Noelia P. Cuña[1], Noelia E.A. Almirón[1, 2], Gisela M. Via Do Pico[1], Ercilia M.S Moreno[1,3], Ivana E. Kovalsky[1,3], Juan M. Roggero Luque[1], Viviana G. Solís Neffa[1,3]

[1]Laboratorio de Citogenética y Evolución Vegetal, Instituto de Botánica del Nordeste (UNNE-CONICET), Sargento Cabral 2131, Corrientes, 3402BKG, Argentina. noeliapatriciacuna@gmail.com

[2]Administración de Parques Nacionales, Rivadavia 1475, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1009ABM, Argentina

[3]Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE), Av. Libertad 5470, Corrientes, 3400, Argentina

La provincia de Corrientes posee más de 800.000 ha de bosques nativos, que incluyen a los bosques Paranaenses, Chaqueños, del Espinal y otras tierras forestales (palmares y bosques ribereños) que albergan una gran biodiversidad. Asimismo, Corrientes es la principal provincia productora de madera implantada de la Argentina. En las últimas tres décadas, la superficie forestada se ha cuadruplicado, principalmente en zonas de lomadas arenosas. Actualmente, la provincia cuenta con 437.820 ha forestadas, distribuidas en cuatro cuencas forestales: Centro, Noreste, Sureste y Suroeste.

Los ecosistemas forestales nativos se encuentran actualmente afectados por cambios antrópicos en el uso y cobertura del suelo, los que pueden causar impactos negativos sobre el paisaje como la pérdida de conectividad y el aislamiento de fragmentos boscosos. Para ello, es imprescindible disponer de información actualizada sobre la biodiversidad de los paisajes forestales. Sin embargo, el conocimiento acerca de la riqueza de la flora arbórea tanto en las regiones como en las cuencas forestales aún es limitado. A su vez, sólo el 12 % del territorio provincial se encuentra bajo alguna categoría de protección. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue analizar, a escala de paisaje (cuencas y regiones forestales), la riqueza de la flora arbórea nativa de Corrientes y el estado de conservación de sus especies, mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Con ese objetivo, se recopiló información sobre la flora vascular de Corrientes mediante revisión bibliográfica, herbarios y bases de datos virtuales. El proceso incluyó la creación de una base de datos georreferenciada, depurada y analizada con SIG (QGIS) que permitió evaluar riqueza, distribución, estatus, hábitos de crecimiento y estado de conservación de especies arbóreas por cuencas y regiones forestales.

Los resultados indicaron que la flora arbórea de Corrientes comprende 280 especies arbóreas y arbustivas, de las cuales 256 son nativas y 24 endémicas, pertenecientes a 59 familias. Las familias más representadas fueron Fabaceae, Myrtaceae y Solanaceae. Las cuencas forestales Noreste y Centro presentaron la mayor riqueza específica, con 195 y 172 especies, respectivamente, mientras que las regiones forestales con mayor riqueza específica fueron Parque Chaqueño (208 especies) y Selva Paranaense (155 especies). Además, estas cuencas y regiones forestales

concentran la mayor superficie forestada de la provincia. Estos resultados aportan información clave para valorar el rol de los sistemas productivos forestales en la conservación de la biodiversidad y constituyen una base sólida para el diseño de estrategias de manejo sustentable a escala provincial.

Palabras clave: Especies endémicas; Flora arbórea nativa; Sistema de Información Geográfica (SIG).

RESUMEN

El urunday (*Myracrodruon balansae* (ENGL.) SANTIN, syn. *Astronium balansae*) una especie nativa modelo para estudios genómicos de la respuesta de especies forestales al estrés hídrico

The urunday (Myracrodruon balansae (ENGL.) SANTIN, syn. Astronium balansae), a native model species for genomic studies of the response of forest species to drought

Manuela Ruiz Diaz Britez[1, 2], Rafaela Argentina Morales[2]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Posadas. Misiones, Argentina. manurdbritez@gmail.com

[2]Centro de Investigación y Producción Jardín Botánico Alberto Roth. Universidad Nacional de Misiones Posadas. Misiones, Argentina.

El urunday, una especie habitualmente considerada como resiliente a sequías, incendios y variabilidad climática, puede constituirse en un excelente modelo para estudios ómicos de la respuesta a la sequía, una variable crucial en el contexto del cambio climático. Algunas características notables del urunday citadas en la literatura son la capacidad de supervivencia y regenerarse en ambientes extremos, como su vigoroso rebrote post-incendio, su capacidad de crecer en basalto casi desprovisto de tierra, y su madera altamente valorada por durabilidad y resistencia y excepcionalmente resistente a los ataques de insectos. El presente estudio se plantea con el objetivo de explorar la presencia de genes potencialmente relacionados a la respuesta a la sequía en el urunday. Para ello, se ha obtenido el ADN genómico a partir del bulk de muestras de hojas de individuos del Jardín Botánico Alberto Roth (Posadas), el cual fue enviado al laboratorio MACROGEN Inc (Corea) cumpliendo los requerimientos de calidad y cantidad solicitados para proceder a la secuenciación por método NovaSeq 150bp paired-end reads. Actualmente nuestro equipo de trabajo dispone de un output de 30GB de información genómica (*raw data*) del urunday consistentes en 412.805.296 lecturas con un total de bases de lectura de 62,3 Gbp. La integridad y calidad de las lecturas fueron corroboradas utilizando QuickHash. La recuperación de lectura de los archivos comprimidos fastq se realizó utilizando la función *readfastq* de la librería ShortRead (paquete *Bioconductor* de R). Posteriormente se procedió a la detección y anotación de genes relacionados con respuesta al estrés abiótico, en particular a estrés hídrico, por comparación de homologías por BLASTX de las lecturas obtenidas para urunday con otras anacardiáceas y en bases de datos varias, El presente estudio se encuentra en un estado incipiente, hasta el momento hemos detectado algunos genes del metabolismo (ej. de alcaloides, flavonoides e isoflavonoides, antocianinas, lingnina y peroxidasas). Sin embargo, se remarca la obtención en proceso de información genética valiosa sobre la especie, con el fin de proseguir en el futuro inmediato con la minería de genes orientada a la detección de aquellos relacionados con la respuesta a estrés abiótico en general y a la respuesta a la sequía en particular. Dicha información es crucial no solo para el mejoramiento genético y

conservación del urunday, sino también para disponer de genes en programas de base biotecnológica en otras especies forestales de interés.

Palabras clave: Cambio climático; Minería de genes; Sequía.

RESUMEN

DecarboNation: un juego serio de simulación con IA para la formación en toma de decisiones sobre descarbonización y planificación sostenible del paisaje

DecarboNation: a serious game simulation for training in decision-making on decarbonization and sustainable landscape planning

Jonathan von Below[1], Pedro Laterra[2]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. jonathan.vonbelow@fcf.unam.edu.ar

[2]Fundación Bariloche, CONICET - Bariloche, Río Negro, Argentina

DecarboNation es un juego serio de simulación de política pública orientado a la formación en toma de decisiones para la descarbonización y la sostenibilidad de sistemas socio-ecológicos. Diseñado como herramienta pedagógica para talleres, cursos de posgrado y espacios de formación en política climática, el juego permite al participante asumir el rol de responsable de gobierno de una nación ficticia y experimentar, en un entorno seguro, las consecuencias sistémicas de sus decisiones sobre un conjunto de indicadores interdependientes: biodiversidad, emisiones de CO_2eq per cápita, cobertura de bosque nativo, seguridad alimentaria, estabilidad política, bienestar social y salud económica. El objetivo de este trabajo es presentar el diseño conceptual, la arquitectura de simulación y el potencial educativo de DecarboNation como instrumento de aprendizaje experiencial aplicado a la planificación sostenible del paisaje, la gobernanza ambiental y la comprensión de los trade-offs inherentes a la transición hacia la neutralidad de carbono. La simulación estructura el aprendizaje en tres niveles progresivos de complejidad creciente. El Nivel 1 —Estrategia Nacional Fundacional— concentra el foco en el sector AFOLU (Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo), demandando decisiones sobre políticas de conservación de bienes naturales, ganadería sostenible, agroecología y neutralidad de carbono. El Nivel 2 —Coordinación Regional y Sostenibilidad Ampliada— incorpora presiones políticas sectoriales (sector agrícola, ambientalistas, sociedad civil) e instrumentos de política con asignación diferenciada de esfuerzo. El Nivel 3 —Liderazgo Global en Sostenibilidad— añade finanzas macroeconómicas avanzadas (PBI, deuda, reservas del tesoro), pactos internacionales y eventos estocásticos que simulan perturbaciones climáticas y sociales. El motor de simulación implementa ecuaciones de actualización anual para cada indicador, capturando efectos directos e indirectos de las políticas activas y sus interacciones, incluyendo fenómenos de bloqueo temporal (lock-in) para reflejar la inercia institucional real. Cada política disponible conlleva trade-offs explícitos: por ejemplo, la activación de exportaciones agrícolas incrementa la seguridad económica a costa de la seguridad alimentaria interna, mientras que la conservación de bienes naturales mejora la biodiversidad pero puede comprometer la seguridad alimentaria a corto plazo. El uso del suelo se representa dinámicamente mediante una distribución territorial que refleja los cambios acumulados de las decisiones adoptadas. Un componente diferenciador es la integración de DecarboNito, un

asesor con inteligencia artificial (Gemini API) que actúa como consultor estratégico contextual: conoce el estado actual de la partida, las políticas activas y los indicadores vigentes, y puede responder preguntas sobre mecánicas, trade-offs, estrategias sectoriales y análisis de situación. Esto potencia el aprendizaje reflexivo y permite simular la consulta a expertos interdisciplinarios durante la toma de decisiones. En talleres grupales, el juego habilita dinámicas de rol (ministerios de Ambiente, Producción y Hacienda con intereses contrapuestos) y procesos de negociación y consenso, replicando la lógica de coordinación interinstitucional que caracteriza la gobernanza real del paisaje. Los resultados preliminares de su uso en formación de posgrado sugieren que la experiencia de simular colapsos ecológicos o económicos derivados de decisiones miopes genera aprendizajes más duraderos que los métodos expositivos convencionales sobre política ambiental. El juego ha sido desarrollado por los autores a través de un proyecto IKI de la Fundación Bariloche, y su versión actual se encuentra disponible en: https://decarbonation.vercel.app/

Palabras clave: Gobernanza ambiental; Juegos serios; Toma de decisiones.

RESUMEN

Conflictos territoriales y asimetrías de poder en el Bosque Atlántico: síntesis de evidencia empírica sobre desigualdad de la tierra, imaginarios sociales y transición agroecológica en Brasil, Argentina y Paraguay

Territorial conflicts and power asymmetries in the Atlantic Forest: synthesis of empirical evidence on land inequality, social imaginaries and agroecological transition in Brazil, Argentina and Paraguay

Jonathan von Below[1], Delia Ramírez[2]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. jonathan.vonbelow@fcf.unam.edu.ar

[2]Escuela Interdisciplinaria de Ciencias sociales (EIDAES) de la Universidad Nacional de San Martin (UNSAM)

El Bosque Atlántico de Sudamérica es un punto crítico de biodiversidad que ha perdido casi el 88% de su cobertura original debido a siglos de cambios en el uso del suelo. Actualmente, este bioma constituye un escenario de intensos conflictos territoriales que reflejan historias socioambientales divergentes en Brasil, Argentina y Paraguay. Esta presentación sintetiza hallazgos de una serie de artículos científicos publicados por von Below y colaboradores (2019–2025), que abordan comparativamente las dinámicas de conflicto socioterritorial en los tres países mediante el análisis integrado de estudios sobre desigualdad de la tierra, imaginarios sociales, capital social y procesos de transición agroecológica. La evidencia empírica proviene de múltiples fuentes y métodos: análisis de conflictos territoriales georeferenciados en el Bosque Atlántico (von Below et al., 2025, *Journal of Rural Studies*); investigación-acción participativa en comunidades con inseguridad de tenencia en Misiones (von Below et al., 2021, *Land Use Policy*); análisis de capital social y acción colectiva en cinco sistemas socioecológicos sudamericanos (Auer et al., 2020, *Environmental Science & Policy*); modelado de la relación desigualdad-pobreza-pérdida de bosque mediante análisis de senderos (Path Analysis) en Chile (Nahuelhual et al., 2024, *Journal of Rural Studies*); y análisis de contenido de 961 artículos periodísticos para reconstruir la evolución de imaginarios de paisaje rural en Argentina (Mastrangelo et al., 2023, *Journal of Rural Studies*). Los resultados revelan patrones diferenciados según el país. En Brasil, los conflictos son impulsados principalmente por la expansión del agronegocio —soja y caña de azúcar—, que desplaza a comunidades tradicionales y pequeños productores. En Argentina (Misiones), el conflicto central involucra a la industria forestal y su choque con comunidades rurales e indígenas por el control de la tierra y los recursos hídricos. Paraguay presenta las tasas de deforestación más agudas, impulsadas por grandes terratenientes bajo un débil control institucional. En los tres países, la revisión espacial de conflictos evidenció que los coeficientes de Gini de distribución de la tierra superan el 0,70, reflejando una concentración estructural de la propiedad

que perpetúa ciclos de marginación, migración forzada y degradación del capital natural. Contrario a la narrativa simplista de que la pobreza causa la deforestación, el modelado estadístico mediante Path Analysis demostró que es la desigualdad en la tenencia de la tierra el motor directo de la pérdida de bosque nativo, sin que la relación pobreza → deforestación resultara estadísticamente significativa como vía independiente. En paralelo, el análisis de imaginarios sociales muestra una transición desde una visión productivista hacia una de sustentabilidad y conservación, aunque con un desfase significativo entre la adopción del discurso pro-ambiental y la transformación efectiva de las prácticas. Desde la perspectiva del capital social, los actores dominantes —industrias y grandes propietarios— poseen mayor capacidad de acción colectiva e influencia territorial, en contraste con los actores vulnerables, quienes dependen más de los recursos naturales pero carecen de representación en los procesos de toma de decisiones. Frente a estas asimetrías estructurales, los Nodos Agroecológicos Territoriales en el Alto Paraná misionero representan una iniciativa concreta orientada a construir sistemas alimentarios más justos y sostenibles. Sin embargo, su expansión enfrenta barreras graves: precariedad en la tenencia de la tierra, ausencia de infraestructura básica y competencia desigual con el modelo agroindustrial dominante. En conclusión, la evidencia integrada de esta línea de investigación indica que la recuperación del Bosque Atlántico requiere abordar simultáneamente las asimetrías de poder y las desigualdades estructurales que alimentan los conflictos territoriales en la región. Las iniciativas de restauración del paisaje que omitan estas dimensiones tienen escasas posibilidades de lograr transformaciones duraderas.

Palabras clave: Restauración del paisaje; Sistemas alimentarios; Tenencia de la tierra.

RESUMEN

Sello Cultivo Amigo de las Aves (CAA) para Jejy'a: diseño de un monitoreo integral para conservación de la socio-biodiversidad

Cultivo Amigo de las Aves (CAA) for Jejy'a: Design of an Integrated Monitoring Framework for the Conservation of Socio-Biodiversity

Cecilia Corina Gelabert[1, 2, 3], María Paula Cruz[4, 5], Peggy Noemí Thalmayr[1, 5], Karina Bustamante[1], Natalia Bedrij[4], Fermín Gortari[1, 6], Valdir Stefenon[7], Tiago Montagna[7], José Beamonte[8], Julieta Mordiero[8], Agustina Parera de la Fuente[8], Sofia Zalazar[8], Fermin J. Chamorro[9], Norma Inés Hilgert[1, 4], Juan Ignacio Pina[3], Luana Boyne[3], Fernando Grimaldi[3]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina. cecilia.gelabert@fcf.unam.edu.ar

[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

[3]Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Economía, Desarrollo y Planeamiento Agrícola. Buenos Aires, Argentina.

[4]Instituto de Biología Subtropical. UNaM-CONICET. Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

[5]Asociación Civil Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CeIBA).

[6]Universidad Nacional de La Plata, Instituto de Fisiología Vegetal (UNLP-CONICET), La Plata, Buenos Aires, Argentina.

[7]Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Fitotecnia. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

[8]Aves Argentinas - BirdLife International. Península Andresito. Misiones

[9]Proyecto La Miel de la Biodiversidad, ABC Colombia, Somos Territorio, Yopal, Casanare, Colombia

La península de Andresito constituye un paisaje estratégico para la conservación del Bosque Atlántico, funcionando como un corredor biológico clave entre los Parques Nacionales Iguazú, en Argentina, e Iguaçu, en Brasil. En este paisaje convergen actividades agropecuarias, principalmente el cultivo de yerba mate, la ganadería y la forestación, junto con iniciativas orientadas a la conservación de la biodiversidad. En este contexto se promueven alternativas productivas basadas en el uso sustentable de recursos forestales no maderables, tales como frutas nativas, mieles y el *Jejy'a*, (pulpa del fruto de palmito) (*Euterpe edulis)*, una especie endémica y amenazada del Bosque Atlántico. Estas alternativas productivas impulsaron el desarrollo de cadenas de valor diferenciadas y la creación de sellos de calidad, entre ellos el sello Cultivo Amigo de las Aves (CAA) para *Jejy'a*, impulsado por Aves Argentinas. Este sello busca fomentar prácticas agrícolas compatibles con la conservación, promoviendo el mantenimiento de remanentes de bosque nativo y la conectividad

del paisaje. En el año 2025 se inició la implementación piloto del sello CAA para Jejy'a en la región, proceso que incluyó el diseño de planes de manejo forestal y la instalación de parcelas permanentes de monitoreo de la vegetación en establecimientos productivos adheridos. Dado que, hasta el momento, los esfuerzos de monitoreo en el área se focalizaron principalmente en poblaciones de especies con algún grado de vulnerabilidad, este proyecto propone diseñar e implementar un sistema de monitoreo socioecológico que integre información ecológica, productiva y socioeconómica. Su implementación tiene la finalidad de fortalecer las estrategias de conservación basadas en el uso sustentable y evaluar la contribución del sello CAA para Jejy'a al desarrollo territorial sustentable de la península de Andresito. El sistema se estructura en tres componentes principales. El primer componente corresponde al monitoreo de remanentes de bosque bajo manejo productivo, mediante la instalación de parcelas permanentes, donde se evaluará la estructura forestal (i.e. riqueza y diversidad de especies). También, se realizarán evaluaciones ecofisiológicas en frutales nativos, incluyendo mediciones estacionales de área foliar, contenido de clorofila, radiación fotosintéticamente activa y fenología. Complementariamente, se desarrollarán análisis de diversidad genética de árboles matrices. El segundo componente se centra en el monitoreo de fauna dentro de la matriz productiva. Se abordará el estudio de aves mediante puntos de conteo y modelos de ocupación en sistemas de yerba mate y palmitales bajo diferentes manejos; el monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa; y el diseño de un plan específico para polinizadores basado en relevamientos florales. El tercer componente contempla el monitoreo de la cadena de valor de *Jejy'a* certificadas con el sello CAA, integrando indicadores productivos, sociales y económicos. Desde una perspectiva socioecológica esperamos que los resultados obtenidos a partir del sistema de monitoreo diseñado puedan articularse con otros incentivos de conservación tales como el Corredor Municipal de Conservación y Desarrollo de Andresito y los créditos de biodiversidad.

Palabras clave: Conservación por el uso; Desarrollo rural; Productos forestales no maderables.

RESUMEN

Desarrollo y morfología floral de *Eugenia involucrata* DC. como base para la embriogénesis gamética y la propagación *in vitro*

Floral development and morphology of Eugenia involucrata DC. as a basis for gametic embryogenesis and in vitro propagation

Karina Bustamante[1], Patricia Rocha[1], Fernando Niella[1], Peggy Thalmayr[1], Stefany Zamorano[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio de propagación Vegetativa y Conservación de los Recursos Fitogenéticos (LAPROVECO). Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. karina.bustamante@fcf.unam.edu.ar

[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Eugenia involucrata DC. (Myrtaceae) es una especie arbórea nativa de la Selva Paranaense y regiones fitogeográficas adyacentes, de alto valor como recurso fitogenético por su potencial frutícola, medicinal, maderable y ecológico. No obstante, su aprovechamiento es mayormente extractivo y su conservación se ve comprometida por la fragmentación del hábitat; y su domesticación es aún incipiente. La naturaleza recalcitrante de sus semillas restringe el almacenamiento convencional, lo que resalta la necesidad de estrategias integradas de conservación y propagación. En este contexto, las técnicas de cultivo de tejidos vegetales constituyen herramientas clave para la multiplicación clonal, el mejoramiento genético y la conservación *ex situ*. Dentro de las mismas, la embriogénesis gamética surge como una alternativa biotecnológica promisoria. Mientras que la embriogénesis somática clona genotipos parentales, la gamética posibilita la obtención de plantas haploides, facilitando el mejoramiento genético en especies con ciclos juveniles prolongados. El objetivo de este trabajo fue estudiar la fenología reproductiva de *E. involucrata*, caracterizando morfológicamente los órganos florales, a fin de identificar explantos potenciales para embriogénesis gamética y evaluar preliminarmente un protocolo de desinfección de botones florales provenientes del campo. El estudio fenológico se realizó en el periodo 2023 y 2025 en dos individuos adultos pertenecientes a una colección de árboles nativos de la Escuela Agrotécnica Eldorado (UNaM), en Eldorado, Misiones, Argentina. Las observaciones se efectuaron durante todo el período reproductivo, desde la iniciación floral hasta la caída del fruto, con una frecuencia de muestreo cada tres días. Los análisis morfológicos se realizaron en campo (5 flores en cada observación; 75 en total) con lupas de mano, mediciones con calibre digital y también en laboratorio (5 flores en cada observación; 75 en total) con lupa estereoscópica, evaluándose pétalos, estigmas, anteras, ovarios y óvulos. La caracterización morfológica de los órganos florales en sus distintos estadios permitió establecer criterios preliminares para la selección de explantos. Complementariamente, se realizó un ensayo de desinfección superficial de botones florales combinando dos tiempos de inmersión en etanol al 70% (30 y 60 segundos) y tres concentraciones de hipoclorito de sodio (25, 50 y 75%), seguido de enjuagues con agua destilada estéril. Posteriormente, las anteras y óvulos se extrajeron de los botones florales, en cámara de flujo laminar y se cultivaron en medio MS ½, contemplando 10 repeticiones de

cada explanto, por tratamiento. Los resultados preliminares indicaron un promedio de 20% ± 5% de explantos libres de contaminación, independientemente de los tratamientos aplicados. Esto evidencia la necesidad de continuar ajustando los protocolos de desinfección para lograr porcentajes adecuados de establecimiento *in vitro*. Este trabajo aporta información básica sobre la fenología floral de *E. involucrata* en el noreste argentino y constituye un paso inicial para la selección de explantos y el desarrollo de protocolos de desinfección para el desarrollo de la embriogénesis gamética *in vitro*, con potencial aplicación en programas de mejoramiento genético y conservación de la especie.

Palabras clave: Cultivo de tejidos; Embriogénesis gamética; Myrtaceae.

RESUMEN

Análisis espacial de la erosión hídrica en la cuenca del arroyo Paticuá

Spatial analysis of water erosion in the Paticuá stream basin

Juan Manuel Koziarski[1], Rosario Natalí Pérez Fernández[1], Mario Gabriel Sackser[1, 2], Rosana Manuela Méndez[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. juanmajask@gmail.com

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Biología Subtropical. UNaM-CONICET. Misiones, Argentina.

El funcionamiento hidrológico de una cuenca resulta de la interacción entre sus componentes físicos y biológicos, que regulan la distribución de la precipitación. La caracterización de los atributos morfológicos, la red de drenaje, la capacidad de infiltración del suelo, la cobertura vegetal y la magnitud de los eventos climáticos permite estimar la pérdida de suelo por erosión y evaluar las presiones naturales y antrópicas. En este contexto, se analizó la respuesta hidrológica y la susceptibilidad a la erosión hídrica de la cuenca del arroyo Paticuá, Misiones. La información se obtuvo mediante análisis espacial en un Sistema de Información Geográfica (SIG), integrando un Modelo Digital de Elevaciones (MDE), parámetros morfométricos de forma, relieve y drenaje. Para estimar el escurrimiento y la erosión se utilizó el método de número de curva (NC-SCS) y la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) mediante álgebra de mapas. A través de la calculadora ráster se generaron capas ráster intermedias para cada factor (R, K, LS, C y P en USLE y la intersección de grupos hidrológicos y uso del suelo para NC) y se obtuvieron mapas de distribución espacial de estimación para toda la superficie de la cuenca. Esto permitió indagar en las características físicas y morfométricas, analizar el uso del suelo, estimar el potencial de escurrimiento y cuantificar la pérdida de suelo. El análisis morfométrico describió una cuenca de 1722,4 ha, con un factor de forma de 0,3, (geometría alargada) y un índice de compacidad de 1,74, asociadas a una menor concentración de flujos y respuesta hidrológica más atenuada frente a precipitaciones. La pendiente media de 9,4% indica un relieve moderadamente ondulado que favorece el escurrimiento superficial y el transporte de sedimentos. La densidad de drenaje, de 1,69 km/km², refleja una red moderadamente desarrollada, con eficiencia intermedia en la evacuación del agua. Según la zonificación de NC, la cuenca presentó alta susceptibilidad a generar escorrentía debido a la capacidad de infiltración lenta y alto grado de intervención antrópica, asociados principalmente al área urbana, autódromo, plantaciones forestales recientes y suelos con bajo porcentaje de cobertura boscosa densa. Esta heterogeneidad espacial y la capacidad de respuesta hidrológica, derivan en encharcamientos y erosión laminar, factores que pueden provocar picos de crecidas en los cursos de agua durante precipitaciones prolongadas. Sin embargo, el riesgo disminuye en las áreas con pendientes moderadas a bajas. Las principales zonas de potencial riesgo de generar escurrimiento se concentran en zonas de suelos desnudos y el sector noroeste debido a pendientes mayores y valores elevados de NC. La pérdida de suelo media se estimó en 9,8 Mg/ha/año, con un total de 16.876 Mg/año en toda la cuenca; registrándose valores bajos en áreas con vegetación densa y pendientes suaves, y superiores a 50 Mg/ha/año en laderas con pendientes entre 20% y 30%. Estos

resultados permitieron identificar áreas críticas prioritarias para implementar prácticas de conservación de suelos, manejo del escurrimiento y restauración de la vegetación, con el fin de mitigar los procesos erosivos y fortalecer la regulación hidrológica de la cuenca.

Palabras clave: Morfometría; SIG; USLE.

RESUMEN

Descortezado de pino por monos caí (*Sapajus nigritus*) en Misiones: evaluación de los factores que inciden en su presencia

Pine bark stripping by Black Capuchin Monkeys (Sapajus nigritus) in Misiones: an assessment of the factors influencing its occurrence

María Paula Tujague[1,2,3], Valentín Zarate[2,3], Ariel Insaurralde[4], Hugo Reis[5], Marcos Radins[1], Iara Torge[2,3], Mario Santiago Di Bitetti[1,2,3]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. maría.tujague@fcf.unam.edu.ar

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Biología Subtropical. UNaM-CONICET. Misiones, Argentina.

[3]Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CeIBA), Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

[4]Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas (IIByT) CONICET, Córdoba, Argentina.

[5]Lipsia, Puerto Esperanza, Misiones, Argentina.

Globalmente, varios primates descortezan árboles en plantaciones forestales. En el Bosque Atlántico, el mono caí (*Sapajus nigritus*) descorteza árboles en plantaciones (mayormente de *Pinus* sp.) desde hace más de 40 años. Los monos descortezan los árboles para consumir sus tejidos de conducción, pudiendo provocar daño en los mismos o incluso su muerte. Nuestro objetivo fue analizar los factores asociados a la ocurrencia de descortezado de pinos por monos en la provincia de Misiones. Durante 2024 e inicios del 2025 relevamos 32 rodales seleccionados al azar. En cada rodal, buscamos indicios de consumo, y relevamos datos de la plantación (especie plantada, edad, presencia y composición del sotobosque, presencia de poda, presencia de raleo).

Para evaluar si el contexto del paisaje influía en la presencia de descortezado, generamos buffers de 300 m alrededor de cada rodal y calculamos la proporción de forestaciones, bosque nativo, agricultura/rural, urbano/no vegetado y agua (MapBiomas, 2024). Analizamos la presencia/ausencia de consumo mediante modelos aditivos generalizados (GAM), incluyendo como predictores las proporciones de cobertura (bosque nativo y bosque nativo + silvicultura) y un término espacial suavizado para considerar la autocorrelación entre sitios. Mediante modelos lineales generalizados (GLM) evaluamos si la edad, el tipo de sotobosque (ausente, escaso, medio, denso), la presencia o no de poda, y la presencia o no de raleo incidían en la ocurrencia de consumo.

Doce de los 32 rodales presentaron evidencia de consumo por monos. La edad del rodal tuvo un efecto en el consumo, a medida que la edad aumenta, el consumo disminuye (Chi^2 = 4.1658, df = 1, P = 0.04). La probabilidad de consumo disminuye con la poda (Chi^2 = 10.1940, df = 1, P = 0.001) y con un sotobosque denso (Chi^2 = 9.1896, df = 3, P = 0.02).

Los GAM con término espacial suavizado mostraron AIC menores (23.92–25.04) que los GAM sin estructura espacial (43.64–45.50), indicando que la autocorrelación espacial explicó mejor la presencia de consumo que las proporciones de cobertura. A pesar de existir autocorrelación, los puntos de consumo se encontraron lo

suficientemente alejados como para asegurar que se corresponden a grupos diferentes de monos (distancia media 7.1 km, sd = 2.3 km).
El aprendizaje del comportamiento de descortezado por los grupos de caí y su transmisión social podrían explicar la estructura espacial observada. Si bien el efecto de la edad ya había sido descripto, la ausencia de la poda y un sotobosque limpio parecen facilitar el consumo de pinos por los monos; quizá por aumentar la visibilidad y mitigar el riesgo percibido de depredación en el caso del sotobosque. Conocer los factores involucrados en la presencia de consumo permite anticipar y prevenir su manifestación, brindando una herramienta para la planificación productiva y mitigando el conflicto entre monos y productores forestales, ayudando así a conservar a una especie de primate categorizada como vulnerable a nivel nacional y que juega un importante papel ecológico en los paisajes productivos de Misiones.

Palabras clave: Conflicto fauna-producción forestal; *Pinus taeda*; Plantaciones forestales.

RESUMEN

Investigação Experimental dos Processos de Atenuação Térmica Proporcionados por Coberturas Vegetadas

Experimental Investigation of Thermal Attenuation Processes Provided by Vegetated Covers

Flávia Gizele König Brun[1], Eleandro José Brun[1], Marina Blem da Silva[1]

[1]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. flaviag@utfpr.edu.br

O acréscimo populacional exacerbado nos últimos anos devido à expansão desordenada da urbanização tem acentuado os efeitos das mudanças climáticas, elevando a temperatura do ar do planeta. Neste sentido, o objetivo do estudo foi estimar o conforto térmico interno em edificações populares, através da adoção de telhados verdes. O experimento foi implantado no Campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Dois Vizinhos, Paraná - Brasil que apresenta um clima subtropical úmido (Cfa), onde o contou com 02 tratamentos com 03 repetições cada (módulos experimentais) em Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado (DIC) sendo: telhados convencionais com telhas de fibrocimento e telhados verdes extensivos em telha de fibrocimento, argila expandida, manta bidim, substrato e cobertura vegetal, com a Grama-esmeralda (*Zoysia japonica*). A temperatura e umidade do ar internas dos módulos experimentais foram coletadas com *datalogger*, um dispositivo eletrônico autônomo que registra e armazena automaticamente os dados, nos seguintes horários: 00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h, 21h durante o mês de novembro de 2025 em um período de 10 dias. Os dados foram processados em planilhas eletrônicas Microsoft Excel® e realizada análise de comparação de médias no Software SASMAgri 8.0® por meio do teste Tukey a 5%. Notou-se que em relação a temperatura do ar, o telhado verde sobressaiu-se ao convencional, apesar desse valor ambos os telhados se mantiveram na faixa ótima de conforto térmico (entre 20-25°C). No período entre 12h e 21h ambos os telhados ultrapassaram essa faixa, porém, o telhado verde registrou temperaturas em até 2°C menores que o convencional, devido a cobertura vegetal possuir maior capacidade em absorver a energia calorífica em virtude do seu menor calor específico. Em relação a umidade interna, no período da manhã o telhado convencional apresentou variáveis que se destacaram devido o orvalho da manhã, entretanto o telhado verde manifestou seu vigor em horários próximos ao poente, esse dado revela a capacidade da vegetação em barrar essa perda de umidade, além de positivar sua eficácia, pois nesses horários geralmente ocorre os valores mais críticos para umidade relativa do ar configurando em um ambiente muito seco. Apresentando coeficiente de variação menor que 10% para todos os horários, tais informações conferem a proficuidade do uso de vegetações em habitações populares pois representa um conforto térmico e umidade do ar mais compensatórias que os telhados convencionais, mitigando assim problemáticas com consumo excessivo de energia elétrica devido o uso demasiado de ar condicionado, ventiladores e umidificadores na tentativa de melhoria no conforto.

Palabras clave: Manejo construtivo e parâmetros microclimáticos; Sensoriamento ambiental.

RESUMEN

Aprovechamiento de hongos silvestres comestibles y medicinales en remanentes de bosque dentro de espacios productivos de Misiones, Argentina

Use of wild edible and medicinal mushrooms in forest remnants within productive areas of Misiones, Argentina

Ana Paula Aguerre[1], Lucía Gimena Díaz[1], Guillermo Reutemann[1], Sabrina Tajani[2], Carolina Paola Trentini[3]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina. aguerreana.2003@gmail.com

[2]Universidad Jardín Botánico Carlos Thays, Área de Ciencia y Técnica. Buenos Aires, Argentina.

[3]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Biología Subtropical. UNaM-CONICET. Misiones, Argentina.

Misiones alberga la mayor biodiversidad de Argentina, incluyendo una alta diversidad de macrohongos, favorecida por las condiciones ambientales propicias para su crecimiento y reproducción. En la actualidad, éstos son cada vez más valorados por su aporte nutricional y medicinal, destacándose especies silvestres como *Macrolepiota* sp. "parasol", *Auricularia* spp. "oreja de Judas" y *Pleurotus* spp. "hongo ostra", entre otras.

En los últimos 40 años el Bosque Atlántico ha sufrido en Argentina una drástica reducción de su cobertura original, con una pérdida aproximada del 20 % de su superficie debido a actividades antrópicas. En este contexto, los remanentes de bosque nativo ubicados en propiedades privadas adquieren relevancia como islas de biodiversidad y refugios ecológicos, además de constituir una fuente de productos forestales no maderables, como los hongos silvestres comestibles (HSC).

Dado que los estudios micológicos en Misiones se concentran principalmente en áreas protegidas, en este trabajo se propuso determinar la diversidad e incidencia de HSC en remanentes de bosque nativo dentro de espacios productivos (chacras) en Oberá, Misiones, con el fin de evaluarlos como reservorios de HSC y analizar su potencial productivo. Asimismo, describir y relacionar las especies presentes con el estado de conservación de los remanentes.

Se analizaron tres fragmentos de bosque menores a 22 ha en las localidades de Guaraní, Alberdi y Oberá. En cada sitio se caracterizó la estructura leñosa y la estructura vegetal 0del sotobosque mediante el relevamiento de 80 m^2 en cada sitio, calculando el área basal y aplicando el método de intercepción puntual. Además, se realizaron recorridas para el relevamiento de esporomas y la caracterización microambiental, considerando variables como sustrato, temperatura e iluminación.

Los resultados preliminares evidenciaron variaciones leves en los estados de conservación, con valores de diámetro a la altura del pecho (DAP) medio de 20,07 cm en Guaraní, 14,95 en Alberdi y 27,12 en Oberá; y áreas basales de 36,13 m^2/ ha, 41,16 m^2/ ha y 68,21 m^2/ha, respectivamente. Estos valores corresponden a bosques maduros bien estructurados, aunque Alberdi muestra un proceso de regeneración más reciente presentando ejemplares más jóvenes. En el sotobosque, Alberdi y

Oberá presentaron dominancia de árboles en los estratos inferiores, mientras que Guaraní mostró mayor presencia de arbustos y lianas.
Se identificaron los taxones comestibles como *Lentinus crinitus* y representantes de los géneros *Pleurotus* y *Auricularia*, reconocidos por su aporte de proteínas, aminoácidos esenciales, fibra y vitaminas, además de su bajo contenido graso. Asimismo, se registraron hongos medicinales de los géneros *Xylaria* y *Ganoderma*, caracterizados por la presencia de metabolitos con propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias y antitumorales. La mayoría de los ejemplares se encontraron sobre madera caída en distintos estados de descomposición, bajo condiciones variables de radiación y temperaturas de sustrato entre 15 y 20 °C.
Conocer la diversidad e incidencia de los hongos silvestres comestibles permitirá valorar su aporte a la diversificación productiva de las chacras y reforzar la importancia de los remanentes de bosque nativo para la conservación, aun cuando constituyen fragmentos de pequeña superficie, debido al valor que le dan los HSC presentes.

Palabras clave: Agroecología; Fungi; Sustentabilidad.

RESUMEN

Fenología reproductiva y plasticidad ambiental de *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. en la Selva Paranaense Argentina

Reproductive phenology and environmental plasticity of Jacaratia spinosa (Aubl.) A. DC. in the Argentine Paranaense Rainforest

Sara Regina Barth[1, 2], Anahí Tamara Rauh[2], Silvana Belén Krol[2], Orlando Ernesto Arenhardt[2]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria, Montecarlo, Misiones, Argentina.

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado. Misiones, Argentina.

La fenología reproductiva de especies arbóreas dioicas en bosques subtropicales depende tanto de la sincronización entre sexos como de las condiciones microclimáticas y la variabilidad interanual del régimen térmico e hídrico; en este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar comparativamente la dinámica fenológica de *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. en dos ambientes contrastantes del norte de Misiones (Argentina) —un remanente de bosque nativo urbano con dosel relativamente continuo (Reserva Municipal Salto Küppers, Eldorado) y un sistema parquizado con intervención agronómica previa y mayor apertura del dosel (9 de Julio)— durante los ciclos reproductivos 2024–2025 y 2025–2026, evaluando diferencias espaciales e interanuales en floración, fructificación y sincronización sexual. Se realizaron observaciones quincenales empleando una adaptación de la escala BBCH para registrar botón floral (50–59), floración (60–69), crecimiento de fruto (70–79), coloración (80–85) y madurez (≥87), definiendo el estadio de cada planta según el estado predominante en la mayoría de ramas observadas, mientras que los datos meteorológicos (temperatura y precipitación) se obtuvieron del Sistema Nacional de Información Hídrica (SINARAME, estación Eldorado) y se completaron, cuando fue necesario, con registros de la estación automática de la EEA Montecarlo (INTA), ubicada a 28 km, integración justificada por proximidad espacial, homogeneidad climática regional y baja variabilidad altitudinal. Los resultados mostraron que la fase reproductiva (BBCH 50–69) se concentró entre fines de septiembre y noviembre en ambos ciclos, registrándose un adelanto fenológico promedio de 5–10 días en el ambiente abierto respecto al bosque nativo, consistente con mayor acumulación térmica y radiación incidente, mientras que la fase masculina presentó mayor amplitud temporal que la femenina, especialmente en el bosque nativo, garantizando en todos los casos un solapamiento funcional suficiente para fecundación efectiva; la fructificación (BBCH 70–89) se inició entre fines de octubre e inicio de noviembre extendiéndose hasta la primera quincena de febrero, con una duración estimada de 90–115 días según zona y año. En el ciclo 2025–2026 —caracterizado por menor precipitación acumulada y temperaturas medias levemente superiores— se observó una mayor concentración temporal de la coloración y maduración de frutos. El fruto alcanzó tamaño final temprano, pero quedó verde durante semanas, probablemente fisiológicamente inmaduro (con una acumulación lenta de azúcares), el cambio de color ocurrió entre fines de diciembre

y principios de febrero. Esto hace necesario ampliar los estudios de la etapa cambio de color hasta maduración y caída de frutos, abarcando detalles sobre su fisiología. En conjunto, los patrones observados indican que *J. spinosa* presenta una plasticidad fenológica coherente con especies dioicas de bosques subtropicales, respondiendo tanto a gradientes microclimáticos asociados a estructura del dosel como a variaciones hídricas interanuales, donde la apertura del ambiente favorece adelanto reproductivo y el bosque nativo tiende a amortiguar la dinámica fenológica, aportando evidencia relevante para manejo, conservación y comprensión ecológica de esta especie nativa de la Selva Paranaense.

Palabras clave: BBCH; Dioecia; Plasticidad fenológica; Selva Paranaense.

RESUMEN

Valoração de Serviços Ambientais na Agricultura Familiar: Caminhos Metodológicos para Sustentabilidade e Justiça Socioambiental

Valuation of Environmental Services in Family Farming: Methodological Paths for Sustainability and Socio-Environmental Justice

Jorge Antonio de Farias[1], José Carlos Corrêa da Silva Junior[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Brasil.

Este trabalho apresenta uma proposta metodológica robusta para a identificação, quantificação e valoração de serviços ambientais gerados pela agricultura familiar no estado do Rio Grande do Sul. A agricultura familiar desempenha um papel crucial na conservação de remanescentes da Mata Atlântica, bioma com elevada fragmentação e pressão antrópica. A pesquisa integra tecnologias de sensoriamento remoto, levantamentos de campo e análises moleculares para quantificar benefícios ecológicos e socioeconômicos. A metodologia utiliza imagens do satélite Sentinel-2 e dados geoespaciais para o mapeamento da rede hídrica e cobertura do solo. O uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs) permite o mapeamento detalhado do dossel florestal, essencial para a análise da estrutura vertical e estimativa de biomassa. A exequibilidade desta proposta é garantida pela infraestrutura tecnológica e expertise do Departamento de Ciências Florestais da UFSM, que possibilita a integração desses dados com custos operacionais otimizados. Complementarmente, realizam-se inventários florestais e monitoramento da biodiversidade via inteligência artificial e DNA ambiental (eDNA). A valoração foca primordialmente nos serviços ambientais — ações humanas intencionais que garantem a funcionalidade ecológica. A proposta constrói indicadores compostos para serviços como polinização, controle de erosão e regulação hídrica em pequenas propriedades rurais. Como resultados esperados, o estudo preencherá a lacuna de indicadores consistentes, gerando parâmetros quantitativos e qualitativos que servirão de subsídio técnico-científico para a formulação de políticas públicas e para a criação de modelos de monetização de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Assim, a proposta reconhece o papel estratégico e ativo dos agricultores familiares na manutenção do capital natural e na promoção de um desenvolvimento rural sustentável e socialmente justo.

Palabras clave: Agricultura Familiar; Mata Atlântica; Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

RESUMEN

Comportamento da Secagem Natural de Espécies e Clones de *Eucalyptus* sob Diferentes Condições de Armazenamento para Fins Energéticos

Natural Drying Behavior of Eucalyptus Species and Clones under Different Storage Conditions for Energy Purposes

Jorge Antonio de Farias[1], Daniele Bernardy[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Brasil.

Na geração de energia térmica, a eficiência da biomassa florestal é dependente do seu teor de umidade, visto que valores acima de 25% reduzem o poder calorífico e a estabilidade nas câmaras de combustão. Este trabalho objetivou analisar a cinética de secagem natural de espécies e clones, todos do gênero *Eucalyptus*. O experimento foi conduzido na UFSM com as espécies *E. benthamii, E. robusta, E. propinqua, E. resinifera, E. grandis, E. saligna, E. dunnii* e os Clones 1528 e I144. O delineamento experimental adotado foi o Inteiramente Casualizado (DIC), com monitoramento até a estabilização da umidade em equilíbrio com o ambiente, o que resultou em 180 dias de observação. A metodologia incluiu a segregação analítica em dois estratos experimentais: sob cobertura e a céu aberto. O protocolo estatístico consistiu em uma análise de variância (ANOVA) para avaliar a heterogeneidade entre estratos, seguida por ANOVAs independentes para comparar o desempenho das espécies dentro de cada condição (Tukey, $p < 0,05$). A estratificação revelou que, sob cobertura, o *E. saligna* e o *E. grandis* apresentaram as cinéticas mais eficientes, atingindo o equilíbrio higroscópico de forma acelerada. No estrato a céu aberto, a reidratação comprometeu a secagem de todas as espécies e clones, mas a análise segregada permitiu identificar a maior resiliência do *E. saligna* na retomada da perda de peso após precipitações pluviométricas. A análise final aponta a superioridade do tratamento com cobertura para a previsibilidade do suprimento. Conclui-se que o arranjo metodológico e a adoção do DIC permitem evidenciar o potencial energético diferenciado das espécies, sendo a proteção contra intempéries indispensável para a eficiência térmica em sistemas de combustão.

Palabras clave: Biomassa energética; Cinética de secagem; Engenharia Florestal; Umidade da madeira.

RESUMEN

Desenvolvimento do Índice de Vitalidade Ecossistêmica (IVE) como Ferramenta para Monitoramento e Valoração de Serviços Ambientais

Development of the Ecosystem Vitality Index (EVI) as a Tool for Monitoring and Valuing Environmental Services

Jorge Antonio de Farias[1], José Carlos Corrêa da Silva Junior[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Brasil.

Este trabalho descreve o desenvolvimento e a aplicação do Índice de Vitalidade Ecossistêmica (IVE), um indicador composto desenhado para quantificar a eficácia de serviços ambientais em pequenas propriedades rurais. Frente à necessidade de métricas objetivas para programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), o IVE integra variáveis multidimensionais obtidas via sensores remotos (Sentinel-2 e VANTs), inventários fitossociológicos e monitoramento avançado de biodiversidade, incluindo eDNA e bioacústica com Inteligência Artificial. O índice é estruturado em quatro pilares fundamentais: Vigor Hídrico (proteção de nascentes e rede hídrica), Vigor Estrutural (biomassa e estágios sucessionais), Vigor Biológico (riqueza e diversidade de fauna e flora) e Vigor de Proteção (integridade de fragmentos e áreas de preservação). A metodologia de cálculo utiliza a normalização de indicadores biofísicos para gerar uma pontuação adimensional, facilitando a comparação entre propriedades e o monitoramento temporal da saúde ecossistêmica. As propriedades a serem avaliadas abrangerão desde o estoque de carbono e índices de diversidade (Shannon) até a frequência de detecção de espécies-chave via bioacústica. Projeta-se que o IVE apresente uma escala de variação de 0 a 1,0, na qual áreas em estágio inicial de recuperação situar-se-ão no intervalo de 0,2 a 0,4, enquanto fragmentos em estágios avançados de sucessão e alta funcionalidade ecológica poderão atingir valores superiores a 0,85. O IVE diferencia-se por focar na funcionalidade ecológica ativa, resultante das ações de manejo conservacionista da agricultura familiar, e não apenas na presença estática de cobertura vegetal. Resultados preliminares demonstram que o índice é sensível a variações na conectividade da paisagem e na qualidade dos remanescentes florestais. Conclui-se que o IVE constitui uma ferramenta científica robusta para a gestão de ativos naturais, oferecendo transparência técnica para a remuneração de serviços ambientais e para a tomada de decisão em projetos de restauração florestal.

Palabras clave: Mata Atlântica; Monetização; Pagamento por Serviços Ambientais (PSA); Políticas Públicas.

RESUMEN

Resolución y detalle en melisopalinología: ventajas del MEB frente a la microscopía óptica

Resolution and Detail in Palynology: Advantages of SEM over light microscopy

Figueredo Iris[1], Aquino Yanet[2], Miranda Dora[3], Winck Angela[1,4], Ranger Stefany[5]

[1]Investigador EEA INTA Montecarlo, Misiones Argentina

[2] Becaria. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

[3]Ex docente. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina

[4]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina

[5]Estudiante Ingeniería agronómica. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina

La melisopalinología (meliso: del latín melissa, que significa "abeja".-palino: deriva del griego palyn, que significa "polvo" o "esparcir", y se relaciona con los granos de polen. logía: del griego logos, que significa "estudio", "ciencia" o "tratado), constituye una herramienta fundamental para determinar el origen botánico y la autenticidad de productos apícolas, por lo que la clasificación e identificación de los granos de polen presentes en miel es esencial para estudios ecológicos, productivos y de control de calidad. La microscopía óptica (MO) ha sido el método tradicional para este tipo de análisis, por su rapidez en cuanto a preparación y montaje de las muestras, bajo costo operativo y eficiencia para el recuento de granos por muestra. Sin embargo, su limitada resolución y reducida profundidad de campo dificultan la observación de detalles estructurales de la exina, los cuales son caracteres específicos para la discriminación entre taxones con ornamentaciones similares. En este sentido, la microscopía electrónica de barrido (MEB) constituye un aporte significativo, ya que permite observar rasgos detallados de la microestructura como espinas, perforaciones, retículos, colpos y poros con un nivel de precisión que no se alcanza con MO. El objetivo del presente trabajo fue integrar y comparar los resultados obtenidos con ambas técnicas. Por un lado, se realizó la preparación de muestras de polen, se desarrolló y se optimizó un protocolo de preparación de muestras provenientes de miel previamente deshidratada. Estas fueron montadas en soportes de aluminio y metalizadas con oro en vacío para garantizar su conductividad y estabilidad durante la observación. Posteriormente, se observaron con el MEB JEOL JCM-7000 del Laboratorio de Microscopía Electrónica y Análisis por Rayos X de la EEA INTA Montecarlo. Durante la observación de las muestras se analizaron paneos generales y aumentos progresivos a fin de registrar la variabilidad morfológica de los granos de polen presentes, describiendo características como tamaño, forma, tipo de aperturas y ornamentación de la exina. La observación mediante MEB permitió identificar con claridad estructuras superficiales complejas, incluyendo patrones reticulados, exinas equinadas o microperforadas, colpos marcados y variaciones sutiles en la morfología de granos prolados, oblados o esféricos, así como distinguir con mayor certeza granos colapsados de aquellos íntegros. Estos rasgos resultan claves para la determinación taxonómica, especialmente en especies de la provincia

de Misiones, cuya diversidad florística presenta numerosos grupos con estructuras polínicas similares cuando se observan únicamente con MO. La combinación de ambos métodos, resultan complementarios. No obstante, la MO continúa siendo la herramienta más adecuada cuando se requiere evaluar las frecuencias florísticas y realizar análisis cuantitativos rápidos. Por su parte, el MEB aporta la resolución necesaria para confirmar identidades problemáticas, describir caracteres diagnósticos y construir referencias morfológicas de alta calidad.

Palabras clave: Diversidad; Mieles; Polen.

RESUMEN

Registro y evaluación preliminar de un poliporo comestible de gran porte con proyección productiva en el noreste argentino: bases morfológicas y ecológicas de *Laetiporus cf. cincinnatus*

Record and Preliminary Evaluation of a Large Edible Polypore with Productive Potential in Northeastern Argentina: Morphological and Ecological Foundations of Laetiporus cf. cincinnatus

Maria Emilia Cardozo[1], Santiago Andrés Martínez[1]

[1]Estudiante. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina emiliacardozo777@gmail.com

Se documenta el hallazgo y caracterización morfológica de un basidiomiceto lignícola del género Laetiporus en la ciudad de Eldorado, provincia de Misiones, Argentina, en el entorno del Jardín Botánico Selva Misionera de la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM), dentro del dominio de la Selva Paranaense. Si bien el género ha sido citado para Argentina, no se registran antecedentes formales publicados con descripción detallada para la provincia de Misiones, por lo que el presente aporte amplía la información sobre su distribución y comportamiento en el noreste argentino. El material fue colectado sobre un tocón en descomposición de Peltophorum dubium (Fabaceae). La fructificación se observó a fines del verano y comienzos del otoño (abril) y nuevamente durante el verano siguiente en el mismo sustrato, evidenciando persistencia del micelio en la madera colonizada y capacidad de producir basidiomas en más de un ciclo anual. Esta recurrencia sugiere, al menos en el caso observado, estabilidad en la explotación del recurso lignocelulósico bajo condiciones ambientales favorables, particularmente temperaturas elevadas y alta humedad relativa. Macroscópicamente, los basidiomas se dispusieron en repisas imbricadas de gran porte, alcanzando hasta 20–30 cm de diámetro individual y 3–6 cm de espesor en la región central. En estado joven presentaron consistencia carnosa y suculenta, volviéndose más firme y fibrosa con la maduración. La superficie pilear fue lisa a finamente aterciopelada, de color blanco-crema a crema pálido con leve tonalidad salmón, margen activo ondulado y más claro. El himenóforo fue poroide, con poros redondeados a subangulosos, uniformemente distribuidos, con densidad aproximada de 2–4 poros por milímetro; los tubos alcanzaron 5–10 mm de profundidad. La impresión esporal fue blanca. El análisis microscópico se realizó mediante cortes del contexto e himenóforo montados en azul de lactofenol y observados en microscopio óptico (100×–1000×). Se reconoció un sistema hifal dimítico compuesto por hifas generativas hialinas, septadas y de paredes delgadas (4–7 µm de ancho) e hifas esqueléticas de paredes engrosadas y lumen reducido (5–15 µm), responsables de la rigidez estructural del basidioma. Las esporas fueron hialinas, lisas, de pared delgada, inamiloides, elipsoidales a subovoides, con dimensiones de 4–6 × 3–4 µm. No se observaron cistidios evidentes

ni conexiones de clamp en los preparados examinados. Esta combinación de caracteres macroscópico y microscópicos permitieron identificar al material como Laetiporus cf. cincinnatus. No obstante, considerando la presencia de especies crípticas dentro del género en Sudamérica, la confirmación específica requerirá estudios moleculares basados en la secuenciación de la región ITS del ADN ribosomal. Además de su relevancia ecológica y taxonómica, el hallazgo presenta interés aplicado, dado que las especies de Laetiporus son reconocidas por su valor comestible y producción de basidiomas de gran tamaño. El aislamiento de cepas locales podría constituir la base para investigaciones orientadas a evaluar su crecimiento en sustratos controlados y su potencial aprovechamiento productivo. El presente registro resalta la importancia del monitoreo sistemático de madera en descomposición como herramienta para documentar macromicetos de interés en la región misionera.

Palabras clave: Fenología Estival; Hongos; Potencial Comestible.

RESUMEN

Crescimento inicial de Jaracatiá (*Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC) no Sudoeste do Paraná, Brasil – Estudo de Caso

Initial growth of Jacaratia spinosa (Aubl.) A. DC in Southwestern Paraná, Brazil – A case study

Eleandro José Brun[1], Flávia Gizele Konig Brun[1], João Pedro Konig Brun[2]

[1] Engenheiros Florestais, Doutor, Professores, UTFPR –DV, Brasil. eleandrobrun@ utfpr.edu.br

[2] Estudante de Ensino Médio, Colégio Coopermundi, Dois Vizinhos – Paraná, Brasil.

O jaracatiá, espécie nativa do Bioma Mata Atlântica, tem ocorrência mais frequente na Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e áreas de Cerrado, desde o Sul até o Nordeste do Brasil, assim como na Argentina (nordeste), Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Guiana, Paraguai, Peru e Suriname, além da América Central (Costa Rica, Panamá, Nicarágua, Guatemala e sul do México). Comporta-se como pioneira a secundária inicial, com ocorrência agrupada em fragmentos florestais, sendo espécie esciófila (não tolera baixas temperaturas). Foi realizado um plantio experimental, no dia 05/01/2025, em uma propriedade rural no município de Eneas Marques-Paraná, onde 20 mudas foram plantadas com a abertura de covas de forma manual, adubação com 200 g de NPK (5-20-10) no fundo da cova, cobertura do adubo com 5 cm de solo e posterior colocação de solução de gel hidro retentor (0,5 litros, concentração de 0,12% em água). As mudas foram monitoradas em relação a sua sobrevivência e crescimento inicial, nos meses de fevereiro, março, abril e maio do mesmo ano e calculadas a média e variação dos dados. No momento do plantio, as mudas tinham altura média (h) de 30 cm e diâmetro do colo (Dc) de 1 cm. A sobrevivência das mudas plantadas foi de 100% em todas as três avaliações, as quais demonstraram uma evolução do Dc (média(cm)±CV%) de 1,41±31,1 (34 dias); 1,95±27,9 (69 dias) e 2,29±42,3 (118 dias). Em relação à h (cm), o crescimento foi de 60,5±28,7 (34 dias); 92,3±32,7 (69 dias) e 141,8±39,0 (118 dias). A área de copa (Ac, cm2) foi avaliada a partir da primeira medição, com 1377,2±52,4 (34 dias); 4493,9±60,1 (69 dias) e 5357,7±51,5 (118 dias). Foi possível concluir, com base nos dados iniciais, que a espécie apresenta excelente crescimento na região Sudoeste do Paraná, podendo ser uma alternativa para a produção de frutas e/ou aproveitamento do tronco na produção de doces, mas deve ser plantada em condição de leve sombreamento, visando a sua proteção contra ocorrência de geadas no inverno, pois temperaturas negativas podem causar danos e até a morte da planta.

Palabras clave: Espécie Nativa; Mata Atlântica; Produto Florestal Não Madeireiro.

RESUMEN

Stock y capacidad de captura de carbono en bosques nativos del Chaco Semiárido de Santiago del Estero, Argentina

Carbon stock and carbon sequestration capacity in native forests of the Semi-Arid Chaco of Santiago del Estero, Argentina

Patricia del Carmen Hernández[1], Tito Vicente Verón[2], Yessica Anahí Yñiguez[3], Astrid Romina López Díaz[3]

[1]Dra. Ingeniera Forestal, Profesora Adjunta, Facultad de Ciencias Forestales-UNSE. Santiago del Estero, Argentina. patriciaha226@gmail.com

[2]Ingeniero Forestal, Agencia Regional de Desarrollo Monte Quemado. Santiago del Estero, Argentina

[3]Estud. Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales-UNSE. Santiago del Estero, Argentina

Los bosques nativos desempeñan un papel fundamental en la mitigación del cambio climático al actuar como sumideros de dióxido de carbono (CO_2) y reguladores del ciclo del carbono (C). El objetivo del trabajo fue estimar el stock y la capacidad de captura de carbono en bosques nativos aplicando ecuaciones alométricas. Se evaluaron 3 sitios del Chaco Semiárido en Santiago del Estero, en base al relevamiento de 10 parcelas de 1000 m2 de superficie en cada uno de ellos. Se estimó la biomasa aérea de las especies arbóreas y el stock de carbono mediante la aplicación de ecuaciones alométricas específicas para calcular el volumen total (m^3/ha). A partir de este volumen y empleando un Factor de Expansión de Volumen, se obtuvo la biomasa aérea (t MS/ha), considerando además la densidad básica de la madera de cada especie arbórea. En los sitios evaluados, la biomasa aérea varió entre 35,6 y 41,6 t MS/ha y el stock de C entre 17,8 y 20,8 t/ha con un factor de 0,5. Se estimó que la tasa de captura de Carbono oscila entre 0,26 y 0,60 t C/ha/año, lo que equivale a una captura de 0,95 a 2,21 t CO2/ha/año. El Sitio 1, con mayor densidad arbórea (arb/ha) en las clases más bajas, presentó una distribución de biomasa más uniforme que el Sitio 2, el cual concentró un 50% de la biomasa en las clases altas pero con baja densidad de individuos de grandes dimensiones. El Sitio 3 concentró el 42% de la biomasa entre los 15 y 30 cm de DAP y el 38% a partir de los 45 cm de DAP. Schinopsis lorentzzii y Aspidosperma quebracho blanco aportaron entre el 50 y el 80% de biomasa aérea en los 3 sitios analizados. Los bosques nativos del Chaco Semiárido presentan una capacidad relevante de almacenamiento de carbono y captura de CO_2, condicionada por su estructura, densidad y composición específica. La marcada contribución de Schinopsis lorentzzii y Aspidosperma quebracho blanco resalta la importancia de estas especies en el balance de carbono. Estos resultados refuerzan el valor estratégico de la conservación y el manejo forestal sostenible como herramientas clave para la mitigación del cambio climático.

Palabras clave: Biomasa Aérea; Cambio Climático; Ecuaciones Alométricas.

RESUMEN

Aplicación de la dendrocronología para caracterizar el patrón estacional de consumo de corteza por *Sapajus nigritus* en plantaciones jóvenes de *Pinus taeda* en Misiones

Application of dendrochronology to characterize the seasonal pattern of bark stripping by Sapajus nigritus in young Pinus taeda plantations in Misiones

Marcos Raúl Radins[1], María Paula Tujague[2], Diego Nicolas Ortiz[3]

[1]Profesora Adjunto. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina. marcos.radins@fcf.unam.edu.ar

[2]Profesora Adjunta- Investigadora Asistente. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina CONICET /Instituto de Biología Subtropical (IBS) /Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CeIBA), Iguazú, Misiones, Argentina

[3]Estudiante avanzado Ing. Forestal. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina

La transformación de bosques nativos en tierras de cultivo genera hábitats fragmentados donde las plantaciones forestales quedan inmersas en matrices de pasturas y cultivos, facilitando interacciones con la fauna silvestre. En diversos lugares del mundo, los primates consumen corteza y floema de las mismas: usando los miembros anteriores y los dientes, retiran tiras de corteza, generando ventanas y/o anillos que pueden ocasionar la muestre del árbol. En Misiones, la especie involucrada en estos eventos es el mono caí (Sapajus nigritus), de dieta omnívora y alta flexibilidad conductual.

El consumo de corteza por primates ha sido documentado en otras regiones como respuesta estacional a la escasez de alimentos (Lapuente et al., 2020). Investigaciones sobre descortezamiento en coníferas en Argentina han identificado que, si bien el consumo puede ocurrir durante todo el año, presenta picos estacionales asociados a cambios en la disponibilidad del recurso: a fines del invierno y comienzos de la primavera, la corteza se vuelve más gruesa y requiere menor fuerza de remoción, incrementando su accesibilidad (Zárate et al., 2026). Esta relación explica por qué los consumos se concentran en rodales de edad media (5 a 9 años).

El presente trabajo constituye un primer ensayo exploratorio para evaluar la factibilidad de aplicar la dendrocronología al estudio de estos eventos en la provincia. En una plantación de Pinus taeda de Colonia Victoria se seleccionaron dos individuos con cicatrices de consumo visibles. Tras el volteo, se extrajo una muestra a la altura del cuello para determinar la edad de la plantación y otra muestra a la altura de las lesiones para datar los consumos. El análisis de los anillos de crecimiento permitió establecer que los eventos ocurrieron cuando la plantación tenía nueve años, revelando un patrón estacional bimodal: se registraron consumos tanto al inicio del anillo (primavera) como hacia el final del mismo (verano).

Los resultados demuestran que es factible aplicar la dendrocronología para determinar con exactitud el año y la posición fenológica del consumo en relación con la edad de la plantación. Este primer abordaje sienta las bases para que en futuras investigaciones la técnica se constituya en una herramienta de análisis en profundidad, permitiendo identificar períodos de mayor presión en sistemas forestales y orientar hacia un manejo adaptativo que integre el conocimiento ecológico con la producción sostenible.

Palabras clave: Cicatrices de consumo; Conflicto primate-forestal, Estacionalidad,

RESUMEN

Evaluación demográfica de *Euterpe edulis* tras treinta años de un ensayo de enriquecimiento en la Reserva de Uso Múltiple Guaraní

Demographic assessment of Euterpe edulis thirty years after an enrichment planting trial in the Guaraní Multiple-Use Reserve

Tomas Di Cosmo[1], Claudio Dummel[2], Peggy Noemi Thalmayr[3]

[1]Técnico Universitario Guardaparque. UNaM-FCF. Eldorado, Misiones, Argentina.

[2]Ing. Ftal. Profesor asociado. UNaM-FCF. Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Ing. Ftal. Ayudante de primera. UNaM-FCF-LAPROVECO. Eldorado, Misiones, Argentina. peggy.thalmayr@fcf.unam.edu.ar

En 1992 se estableció en la Reserva de Uso Múltiple Guaraní (RUMG, Misiones, Argentina) un ensayo de enriquecimiento con Euterpe edulis (palmito) dentro del bosque, fuera de su rango de distribución natural provincial. La ausencia de registros históricos sobre el diseño de plantación y el número de individuos establecidos dificultaba evaluar su estado a largo plazo. El objetivo de este estudio fue caracterizar la estructura demográfica actual del palmital, su regeneración natural y su estado fenológico, generando una línea de base para acciones futuras de manejo y conservación. E. edulis, es una palmera emblemática del Bosque Atlántico y considerada un endemismo de esta región. Evaluar un ensayo implantado hace más de 30 años permite entender su persistencia en condiciones ambientales distintas a las de su distribución original. El relevamiento consistió en la identificación de las fajas de plantación y la medición de todos los individuos adultos (diámetro a la altura del pecho, altura, infrutescencias, y estadio fenológico), así como en la evaluación de la regeneración natural mediante parcelas (0,4 ha) y subparcelas (0,02 ha). Los juveniles se clasificaron en tres categorías siguiendo criterios utilizados para la especie de acuerdo con Reis et al. (1996). Asimismo, se caracterizó el ambiente local, como una selva densa con estratos bien definidos, sotobosque cerrado dominado por bambuseas (Merostachys claussenii) y helechos arborescentes (Alsophila setosa). Se identificaron ocho fajas con un total de 90 individuos adultos, con un DAP promedio de 13,23 ± 2,27 cm. De ellos, el 84% se encontraba fructificando, aunque con frutos aún inmaduros en el mes de marzo. El área total cubierta por el palmital se estimó en aproximadamente 3 ha. En las parcelas de regeneración se registraron 8 inmaduros y 15 reproductivos, así como una marcada regeneración natural, 246 juveniles I, 149 juveniles II y 60 juveniles III. Los resultados indican que E. edulis ha logrado persistir y regenerarse naturalmente incluso fuera de su área de distribución original en Misiones. No obstante, la elevada abundancia de helechos arborescentes y bambuseas en el sotobosque podría limitar la transición desde estadios juveniles hacia etapas avanzadas. La alta proporción de individuos fructificando y la estructura demográfica observada sugieren potencial para el aprovechamiento sustentable de frutos. En contraste, el bajo número de adultos reproductivos desaconseja la extracción del ápice (palmito). Este estudio constituye el primer diagnóstico demográfico del ensayo de enriquecimiento de E. edulis en la RUMG y aporta información clave para el diseño de estrategias de monitoreo, conservación y manejo de poblaciones establecidas fuera de su rango natural.

Palabras clave: Bosque Atlántico; Estructura Poblacional; Palmito.

RESUMEN

Potencial de Pegamento a Campo de Mudas de Erva-Mate em Área Experimental da UTFPR-DV

Field Establishment Potential of Yerba Mate Seedlings in an Experimental Area at UTFPR-DV

William Eduardo Fortes Hungria[1], Eleandro José Brun[2], Patricia Fernandes[2], Guilherme Jesus dos Santos Lima[3]

[1]Acadêmico de Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, PR, Brasil. hungria@alunos.utfpr.edu.br

A *Ilex paraguariensis* (erva-mate) é uma espécie nativa de grande importância econômica e cultural na região Sul do Brasil. O sucesso do estabelecimento de plantios depende, entre outros fatores, da qualidade das mudas e de sua capacidade de adaptação após o transplantio. Dessa forma, avaliar o pegamento e o desenvolvimento inicial das mudas em campo é fundamental para compreender o desempenho da espécie em diferentes condições de implantação. O presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial de pegamento a campo de mudas de erva-mate consideradas "passadas" (mudas velhas), implantadas em área na Fazenda Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos (UTFPR-DV). As mudas usadas foram adquiridas de viveiro particular, tendo sido produzidas em sacos plásticos com 3 L de volume e, em função da grande altura, cerca de 1,5 m e diâmetro do colo entre 1,5 e 2 cm, passaram por poda de formação antes do transplantio, sendo reduzidas para aproximadamente 20 cm de altura, com corte do tronco em bisel, favorecendo melhor estruturação, equilíbrio morfológico e maior capacidade de rebrotamento após o plantio. O plantio foi realizado no dia 05 de agosto de 2025, em área previamente ocupada por Pinus elliottii, com grande quantidade remanescente de tocos, raízes e resíduos de colheita. No total, 46 mudas foram implantadas e identificadas individualmente, permitindo o acompanhamento detalhado do desempenho pós-estabelecimento. O plantio foi realizado através do coveamento com coveador mecânico e as mudas plantadas manualmente. O experimento foi conduzido em sistema consorciado com *Araucaria angustifolia* no arranjo 1:1, onde cada araucária recebeu uma muda de erva-mate adjacente, somado a linhas exclusivas de erva-mate distribuídas entre os renques. As mudas foram monitoradas quanto à emissão de brotações, número de brotos e comprimento das brotações, indicadores essenciais para avaliar o vigor vegetativo após o transplantio. O levantamento dos dados ocorreu no dia 30 de outubro de 2025 (85 dias após o plantio a campo, registrando-se em média, 3,79 brotações (variando de 1 a 8) por planta e comprimento das brotações de 11,49 cm (variando de 2,3 a 67,1 cm), revelando desempenho vegetativo satisfatório. A taxa de pegamento também foi elevada: apenas quatro mudas não sobreviveram, resultando em 91,3% de sobrevivência. Independentemente da condição específica de plantio (nível de sombreamento e/ou competição), houve ausência de diferenças expressivas de sobrevivência e emissão de brotos, o que reforça a plasticidade ecológica da erva-mate, demonstrando sua boa adaptação às variações luminosas do ambiente experimental. De maneira geral, os resultados confirmam a viabilidade silvicultural do sistema adotado e destacam a relevância do monitoramento inicial como ferramenta para orientar práticas de manejo, estratégias de implantação e pesquisas futuras sobre o desenvolvimento da erva-mate em sistemas integrados

com espécies nativas, contribuindo para o avanço técnico e científico da silvicultura regional.

Palabras clave: Plasticidade ecológica; Sistema agroflorestal; Transplantio florestal.

RESUMEN

Descripción de la flora riparia de la cuenca media-alta del río Salado (Santiago del Estero Argentina)

Description of the riparian flora of the middle-upper basin of the Salado River (Santiago del Estero, Argentina)

Luis Ricardo Bareiro[1], M. de los A. Basualdo[2], E. Rogers[3]

[1]Biólogo, Facultad de Ciencias Forestales, UNSE. Capital Santiago del Estero Argentina. lrbareiro@yahoo.com.ar

[2]Dra. Ing. Forestal, Profesora Adjunta, Ecología Forestal. INSIMA, Facultad de Ciencias Forestales, UNSE. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

[3]Dr. Cs. Ftales. Ing. Ftal, Profesor Adjunto, Botánica Forestal. Jardín Botánico "Ing. Lucas D. Roic", Facultad de Ciencias Forestales, UNSE. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

La flora riparia constituye la interface entre los ecosistemas terrestres y acuáticos. Generalmente estos son muy complejos, debido a múltiples factores y procesos ambientales que interactúan entre si conformando su biodiversidad. Existen pocas publicaciones sobre la caracterización de la vegetación riparia en Argentina y en particular ninguna referida al río Salado en la provincia de Santiago del Estero. Este río nace en la Provincia de Salta, ingresa en Santiago en su extremo SSO, atraviesa la región con sentido SSE y pasa a Santa Fe por el extremo SE. Ancho promedio: 20 m y profundidad unos 2 m. Los dos primeros tercios de su recorrido discurre entre barrancas, y en algunos tramos superan los 6 m. El presente estudio tiene como objetivo: describir la flora riparia del río Salado, desde la comunidad de Candelaria (27°47'4"S-64°16'1"W) hasta Suncho Corral (27°56'14" -S, 63°25'49" W). El relevamiento se realizó navegando en piragua: años 2024 y 2025 (aproximadamente 300 km). Método y metodologías: Se fijaron 19 sitios de muestreos ubicados cada 10 km lineales, en cada punto se instaló una transecta de 10 x 15 m, perpendiculares al borde del agua. Se registraron todos los individuos y especies presentes en cada transecta. Se los agrupó según hábito de vida en: lianas, herbáceas, gramíneas, arbustos y árboles. Se estimaron los siguientes índices: A: Shannon y B: Simpson para cada sitio. Se hallaron los siguientes resultados: 6.508 individuos, distribuidas de la siguiente manera; 676 pertenecían a las lianas (6 Familias), 2.077 al de las herbáceas (26 familias), 819 al de gramíneas (1 familia), 1.833 al de arbustos (11 familias) y 1.103 al de los árboles (11 familias). El rango de los índices de Shannon para los sitios evaluados, se ubican entre 1,43 y 3,84; mientras que los del índice Simpson, entre 0,03 y 0,36. Estos resultados indican que existe una diversidad de moderada a alta entre los sitios. La variación del rango obtenida en los índices, se atribuye a los diferentes tipos de coberturas vegetales: zonas perturbadas (menor valor) y zonas mejor conservadas (mayor valor), mostrando heterogeneidad en el área. Las zonas de ribera son importantes por su biodiversidad, como hábitat para numerosas especies, así como por los innumerables servicios ambientales que brindan. Por todo ello, debe considerarse especialmente su manejo y conservación.

Palabras clave: Biodiversidad; Hábito de Vida; Índices de Shannon y de Simpson.

RESUMEN

Domesticación participativa y conservación de frutales nativos de la Selva Paranaense

Participatory breeding and conservation of native fruits of the Interior Atlantic Forest

Fernando Niella[1], Marina Parra[2], Patricia Rocha[1], María Elena Gauchat[3], Sara Regina Barth[3], Karina Keller[4], Guillermo Küppers[5], Marianela Scharschinger[6], Nélida Richardt[7], Fernando Puzzo[8], Juliana Piris[9], Karina Bustamante[10], Peggy Thalmayr[11]

[1]Ing. Ftal. Mgter. Profesor Titular; UNaM-FCF-LAPROVECO. Eldorado, Misiones, Argentina. fernando.niella@fcf.unam.edu.ar

[2]Lic. en Ciencias de la Educación. Profesora regular; UNaM-FCF-LAPROVECO. Miembro Somos Red. Salto Encantado, Misiones, Argentina.

[3]Ing. Ftal. Dra. Docente Investigadora; UNaM-FCF / INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones, Argentina.

[4] Ing. Ftal. Ayudante de primera; UNaM-FCF-LabSe. Eldorado, Misiones, Argentina.

[5]Ing. Ftal. Secretario de Extensión Universitaria. UNaM-FCF-LabSe. Eldorado, Misiones.

[6]Prof. de Matemática. Mimbro Somos Red. Salto Encantado, Misiones, Argentina.

[7]Productora rural. Miembro Somos Red. San Pedro, Misiones, Argentina.

[8]Prof. en Comunicación. ISFD C. Braslavsky. Miembro Somos Red. Salto Encantado, Misiones, Argentina.

[9]Prof. en Ciencias Agrarias. UNaM-FCF. San Vicente, Misiones, Argentina.

[10]Ing. Agr. Esp., Becaria Doctoral de CONICET, Jefe de Trabajos Prácticos; UNaM-FCF-LAPROVECO. Eldorado, Misiones, Argentina.

[11]Ing. Ftal. Ayudante de primera. UNaM-FCF-LAPROVECO. Eldorado, Misiones, Argentina.

Los frutales nativos de la Selva Paranaense, en particular las mirtáceas *Eugenia involucrata* (cerella), *Eugenia uniflora* (pitanga) y especies del género *Plinia* (jaboticaba), poseen un alto valor cultural y una demanda regional creciente. En la actualidad, la cosecha de frutos se realiza mayormente a partir de una selección fenotípica de árboles silvestres, periurbanos y urbanos, práctica que no implica un riesgo para su aprovechamiento con fines alimenticios. No obstante, cuando las semillas provenientes de estos materiales son utilizadas para la producción de plantines en programas de domesticación y conservación, sin criterios de selección, muestreo y manejo genético adecuados, se incrementa el riesgo de favorecer procesos de endogamia, reducción de la variabilidad genética y una mayor vulnerabilidad frente a la fragmentación del hábitat. Con el objetivo de conservar este germoplasma y desarrollar variedades cultivables mediante una estrategia de domesticación participativa, se estableció un núcleo asociativo integrado por la Universidad Nacional de Misiones, INTA y cooperativas de productores locales integradas a Somos Red. La metodología consistió en la prospección y selección de un total de 80 árboles semilleros (40 individuos de Pitanga; 24 de Cerella y 16 de Jaboticaba) distribuidos en 3 regiones (norte, centro y sur) en la provincia de Misiones, elegidos por su sanidad y alta carga frutal. Se cosecharon 12.000 frutos

(promedio de 100 frutos/árbol madre/especie) y se analizaron biométricamente 2400 frutos (30 frutos/árbol madre/especie), que estaban maduros y firmes, evaluando peso, rendimiento de pulpa y sólidos solubles (Brix). Como resultado, se evidenció una gran variabilidad fenotípica en las poblaciones silvestres, apta para programas de selección. Se conformó una población base y un banco miniclonal para la conservación *ex situ*, implementando protocolos de propagación *ex vitro* ya ajustados, mientras se desarrollan métodos *in vitro* para la conservación a largo plazo. Asimismo, se instalaron tres ensayos de progenie bajo un diseño completo al azar (DCA), con parcelas de una planta y entre 4 a 20 repeticiones según el sitio, ubicados en Montecarlo, Salto Encantado y San Pedro. Actualmente, se encuentra en proceso la caracterización molecular del germoplasma base. Este trabajo establece un nuevo paradigma productivo que integra la conservación de recursos fitogenéticos con tecnologías accesibles, asegurando la diversidad genética y la resiliencia climática del sistema productivo local.

Palabras clave: *Myrtaceae*, Recursos fitogenéticos, Variabilidad fenotípica,

ÁREA: TECNOLOGÍA APLICADA

RESUMEN

Un modelo de optimización logística para el abastecimiento de biomasa forestal a una planta de generación de energía eléctrica

A Logistics Optimization Model for Forest Biomass Supply to a Bioenergy Power Plant

Gabriela Corsano[1], Sebastián Pereira[1], Yanina Fumero[1]

[1]Instituto de Desarrollo y Diseño (CONICET – UTN). Santa Fe, Argentina. gcorsano@santafeconicet.gov.ar

La producción de energía sostenible y la búsqueda de alternativas que permitan incrementar su generación de manera ambientalmente responsable constituyen prioridades estratégicas para numerosos países, entre ellos, Argentina. En este marco, la generación de electricidad a partir de biomasa forestal se presenta como una alternativa viable, renovable y alineada con los objetivos globales de mitigación del cambio climático. La utilización de residuos forestales, como rollizos de bajo valor, chips y aserrín, permite no solo diversificar la matriz energética, sino también agregar valor a la cadena forestal y reducir la acumulación de subproductos que, de otro modo, implicarían costos de disposición o riesgos ambientales, como los incendios provocados por las quemas. Uno de los factores que más inciden en la estructura de costos en la industria forestal es el transporte. En el caso de una central termoeléctrica basada en biomasa, el abastecimiento depende de múltiples puntos de origen distribuidos en el territorio, tales como frentes de cosecha y aserraderos. Esto implica la llegada diaria de un número considerable de camiones para garantizar un flujo constante de materia prima. La coordinación eficiente de estos movimientos logísticos se vuelve esencial para minimizar los tiempos ociosos, evitar congestiones en las zonas de descarga y asegurar la continuidad operativa de la planta. Bajo este contexto, conociendo los sitios de materia prima y la cantidad de materia prima que cada sitio dispone, la flota heterogénea de camiones (incluyendo camiones para troncos y camiones de caja cerrada autovolcantes y no autovolcantes para chips y aserrín) y el lugar donde éstos se encuentran para comenzar sus viajes (bases), la demanda diaria de cada tipo de materia prima que tiene la planta de energía eléctrica, las distancias entre todos sitios de esta cadena y los costos asociados al transporte, se desea determinar simultáneamente, qué materia prima recoger, dónde y con qué tipo de camión, y para cada camión, el horario de salida y retorno a la base, la secuencia de viajes, y los tiempos de espera en el ingreso de la planta, de manera de minimizar los costos fijos y variables de transporte. Se propone un modelo de programación mixta entera lineal (MILP) con restricciones de scheduling en tiempo continuo, el cual es aplicado a un caso real del noreste argentino. El modelo es evaluado bajo diferentes escenarios de manera de comprobar la robustez y eficiencia del mismo. Así, el enfoque propuesto brinda una herramienta eficaz para apoyar la toma de decisiones logísticas diarias de esta cadena bioenergética.

Palabras clave: Programación Matemática; Ruteo de Vehículos; Scheduling.

RESUMEN

Planificación táctica del abastecimiento de biomasa forestal para una planta de generación de energía eléctrica

Tactical Planning of Forest Biomass Supply for a Power Generation Plant

Gabriela Corsano[1], Lucas Porporatto[1] Diego Broz[2]

[1]Instituto de Desarrollo y Diseño (CONICET – UTN). Santa Fe, Argentina. gcorsano@santafe-conicet.gov.ar

[2]Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina.

En este trabajo se aborda la selección de proveedores de biomasa de origen forestal, proveniente tanto de plantaciones como de la actividad foresto-industrial, destinada a una planta de generación de energía eléctrica ubicada en el noreste argentino (NEA). Dicha planta se encuentra inmersa en una cuenca forestal integrada por plantaciones forestales, donde predominan *Pinus spp* y *Eucalyptus spp*, e industrias, principalmente aserraderos. La planificación eficiente del abastecimiento de biomasa forestal constituye un elemento crítico para el desempeño económico y operativo de las plantas de generación eléctrica basadas en recursos forestales. Si bien las decisiones operativas, como el ruteo diario de camiones y la programación de arribos, resultan determinantes para garantizar la continuidad del suministro, dichas decisiones se encuentran condicionadas por elecciones tácticas que, con mayor anticipación, definen qué proveedores integrarán la red de abastecimiento y en qué proporción contribuirán a satisfacer la demanda anual de la planta. Una selección adecuada de proveedores permite reducir la complejidad del problema operativo y asegurar un suministro estable, diversificado y económicamente viable. En este contexto, este trabajo presenta un modelo de programación lineal entera mixta (MILP) multiperíodo, el cual es formulado y resuelto utilizando el software comercial GAMS (General Algebraic Modeling System). El modelo integra la producción mensual de aserraderos, la disponibilidad mensual de rollizos en frentes de cosecha, la demanda mensual de biomasa requerida por la central y las capacidades mínimas y máximas de inventario en planta. El objetivo es determinar un plan de compra óptimo que establezca el conjunto de proveedores y los volúmenes de suministro asignados a lo largo del horizonte temporal, garantizando la cobertura de los requerimientos de la planta al menor costo posible y contemplando las restricciones operativas y estructurales propias del sector forestal. Dentro de los costos totales se consideran los costos de contratos y de transporte, fijos y dependientes del volumen y tipo de material enviado a la planta. El enfoque propuesto incorpora elementos claves para este tipo de planificación: limitaciones de capacidad y estacionalidad de los aserraderos, disponibilidad temporal de las plantaciones, costos de adquisición y transporte, límites de distancia aceptable, requerimientos mínimos o máximos por tipo de biomasa y un factor de confiabilidad asociado a cada proveedor. De este modo, la planificación táctica resultante permite establecer un subconjunto reducido y eficiente de proveedores, que constituye una base robusta para decisiones operativas posteriores, tales como la optimización de rutas, la asignación diaria de camiones y la programación de descargas. Para evaluar el desempeño del modelo se analizan distintos escenarios que representan

variaciones en la oferta anual, cambios en los costos de transporte, fluctuaciones en la demanda y combinaciones alternativas de proveedores. Los resultados muestran que el modelo identifica configuraciones de abastecimiento robustas, equilibrando cercanía geográfica, estabilidad productiva, confiabilidad del suministro y costos totales de la cadena. En conclusión, el enfoque propuesto constituye una herramienta valiosa para la planificación táctica del abastecimiento de biomasa forestal, aportando una base sólida para su integración con modelos operativos y para la mejora global del desempeño logístico en sistemas de bioenergía.

Palabras clave: Optimización; Planificación Anual; Selección de Proveedores.

RESUMEN

Desarrollo de un modelo de rendimientos para cosechadoras de yerba mate (*Ilex paraguariensis* st. Hill) con sistema de corte tipo “mesa”, en Esperanza, Misiones, Argentina

Development of a mechanized harvesting yield model for yerba mate (Ilex paraguariensis st. Hill) with a "table" type cutting system, in Esperanza, Misiones, Argentina

Iván Buddemeyer González[1], Patricio Mac Donagh[2], Rafael Scherer[3]

[1]Est. Ing. Agr., FCF-UNaM buddemeyerivan@gmail.com

[2]Prof. Titular, Dr. FCF UNaM

[3]Ing. Agr., Dr., Pindó SA

Tradicionalmente la yerba mate se cosecha de forma manual, pero la cosecha mecanizada está avanzando de forma sostenida en los últimos años. Son muchas las ventajas de este sistema, que hasta ahora no ha sido estudiado con criterios científicos. No se han analizado cuáles son las variables del cultivo, ni las operativas que condicionan el rendimiento de la cosechadora. El objetivo de este trabajo fue analizar los factores que limitan la productividad mediante el desarrollo de un modelo de rendimiento para cosechadoras. El proyecto se desarrolló en plantaciones de alta densidad de la empresa Pindó S.A. en Puerto Esperanza, Misiones. Se implementó un estudio de tiempos y movimientos basado en agricultura de precisión (GPS y balanzas digitales), evaluando el desempeño de dos cosechadoras (adaptaciones de tractores Fiat 400E). Se analizaron ciclos de cosecha bajo variables específicas: altura de corte (con niveles de 0,85 m y 1,30 m), tipo de máquina y velocidad de avance. Durante el proceso de cosecha se detectaron cuatro actividades: cosecha, descarga, cambio de lineo y parada. Se identificaron diferencias en el rendimiento entre las dos unidades evaluadas. La máquina A fue más productiva que la máquina F, superándola en un 36,6% en el corte a 0,85 m (4.429 vs. 3.242 kg h-1) y en un 43,6% en el corte a 1,3 m (1.694 vs. 1.179 kg h-1). Esta superioridad se mantuvo a pesar de que la máquina A registró un mayor tiempo de inactividad operativa (12%) en comparación con la máquina F (10%). En cuanto al rendimiento, se observó una discrepancia entre los datos de campo y la especificación de 1.500 kg h-1 proporcionada por el fabricante. Mientras que el rendimiento promedio en el corte a 1,3 m (1.436,89 kg h-1) se aproxima a dicho valor, el rendimiento en el corte a 0,85 m alcanzó un promedio de 3.752,65 kg h-1. Finalmente, mediante el ajuste de un Modelo Lineal Generalizado (GLM), se logró predecir el comportamiento productivo de la cosechadora, a través de la velocidad de avance, la altura de corte y el efecto de la máquina. Proporcionando una herramienta precisa para la toma de decisiones y la optimización de las regulaciones de cosecha. La alta correspondencia entre los valores predichos por el modelo y los datos observados confirma su calidad y

fiabilidad. El análisis demuestra que la altura de corte es el factor determinante de la productividad de la cosechadora, siendo el corte a 0,85 m más productivo que a 1,3 m debido a la mayor densidad de la biomasa recolectada, a su vez, la relación directa de la velocidad con la productividad indica que a cada unidad de aumento en la velocidad se asocia a un aumento del 25,3% en la productividad. El modelo GLM confirmo este hallazgo, identificando la altura de 1,3 m como la variable con el mayor impacto negativo en el rendimiento. La configuración óptima para maximizar la productividad corresponde a una altura de corte de 0,85 m.

Palabras clave: Cosecha Mecanizada; GLM; Yerba Mate.

RESUMEN

Clasificación supervisada de usos y coberturas con énfasis en cultivos perennes mediante modelos de machine learning en Leandro N. Alem, Misiones, Argentina

Supervised land use and land cover classification with emphasis on perennial crops using machine learning models in Leandro N. Alem, Misiones, Argentina

Facundo Ismael Skromeda[1], Andrés Alejandro Leszczuk[2], Damian Lorán[3]

[1]Técnico en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina. facuskro@gmail.com

[2]Ingeniero Forestal, Doctor en Ciencias Agropecuarias, Jefe de trabajos prácticos (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina. andres.leszczuk@fcf.unam.edu.ar

[3]Ingeniero Forestal, Profesor Adjunto (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina. damian.loran@fcf.unam.edu.ar

Los cultivos perennes desempeñan un papel fundamental en la economía y el desarrollo de la provincia de Misiones, Argentina. Mantener actualización de la información sobre su distribución espacial es crucial para la gestión y manejo de estos recursos naturales. Este trabajo aborda la clasificación de cultivos perennes con énfasis en plantaciones de yerba mate (Ilex paraguariensis), té (Camellia sinensis) y cítricos (Citrus sp.), en el departamento Leandro N. Alem, Misiones, Argentina, mediante el uso de técnicas de machine learning y análisis orientado a objetos (GEOBIA) mediante la plataforma Google Earth Engine. Se utilizaron imágenes satelitales de PlanetScope (4,77 m/px.) y Sentinel-2 (10 m/px) para el año 2023. A partir de las imágenes satelitales se generaron mosaicos anuales libres de nubes y se calcularon índices espectrales (NDVI, EVI, SAVI), métricas texturales derivadas de la matriz de coocurrencia de niveles de grises (GLCM) y segmentaciones mediante el algoritmo SNIC. Para la clasificación se utilizó el algoritmo Random Forest, con áreas de entrenamiento digitalizadas en Google Earth Engine y se evaluaron las clasificaciones a partir de las matrices de confusión, precisión global e índice Kappa. Los resultados mostraron que los enfoques orientados a objetos superaron a las clasificaciones basadas en píxeles: las clasificaciones realizadas con imágenes PlanetScope, presentaron precisiones globales de hasta un 89,45%, mientras que con Sentinel-2 llegaron a 86,47% utilizando tamaños de superpíxel óptimos de 35 y 20 píxeles, respectivamente. Los valores de Kappa fueron de 0,845 para PlanetScope y 0,799 para Sentinel-2. Las coberturas de yerba mate y té mostraron los mayores niveles de precisión con 90% en PlanetScope y hasta 100% en Sentinel-2. En cambio, las plantaciones de cítricos presentaron mayor dificultad de clasificación, con precisiones cercanas al 55%, principalmente por su similitud espectral con pasturas y vegetación nativa de baja densidad. La comparación con los datos del INTA (2010) mostró valores similares de superficies para yerba mate, pero una clara sobreestimación en cítricos y una subestimación en té, lo que indica que sería útil incorporar series temporales y

ajustar mejor los parámetros de segmentación. En conjunto, el estudio demostró que el uso integrado de machine learning + GEOBIA + Google Earth Engine permitió obtener mapas actualizados y precisos del uso y cobertura del suelo, ofreciendo una alternativa escalable frente a la digitalización manual. Estas herramientas constituyen un aporte significativo para la planificación territorial, el monitoreo agrícola y la gestión sostenible de los recursos en Misiones.

Palabras clave: GEOBIA; SNIC; Google Earth Engine; Té; Yerba mate.

RESUMEN

Evaluación temporal de cubiertas verdes en forestación de *Pinus taeda* mediante relevamientos aéreos con drones

Temporal evaluation of cover crops in Pinus taeda afforestation through aerial surveys with drones

Eduardo Hildt[1,2], Julio Alcalde[3], Karen Angermeier[3]

[1]Dr. Ing. Forestal, Investigador INTA EEA Montecarlo. Montecarlo, Misiones, Argentina. hildt.eduardo@inta.gob.ar

[2]Dr. Ing. Forestal, Docente Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

[3] Ing. Forestal, Equilibrio Forestal S.R.L, Eldorado, Misiones, Argentina

El empleo de cubiertas verdes durante el establecimiento de plantaciones forestales reduce el riesgo de erosión hídrica, inhibe malezas y disminuye el uso de herbicidas. Su efectividad depende de la ocupación del terreno, la competencia por los recursos y la acumulación de biomasa seca. El monitoreo satelital convencional (10-30 m de resolución espacial) no permite discriminar con precisión las coberturas en sistemas forestales jóvenes, mientras que los drones ofrecen mapeo de alta resolución (~5 cm/px) para identificar áreas cubiertas y suelo expuesto. Este trabajo evaluó la evolución temporal de diferentes combinaciones de cubiertas verdes en una forestación joven de Pinus taeda mediante relevamientos aéreos periódicos con drones, comparando su efectividad para proteger el suelo durante el primer año de establecimiento. El ensayo se estableció en invierno de 2024 en cinco parcelas de 1,6 ha en Piray km 18 (Ruta Provincial 16), a una densidad de plantación inicial de 1333 pl/ha (3×2,5 m). En las parcelas A y B se implantó Avena como cubierta invernal; en las parcelas C y D, Rábano forrajero. En primavera se sembró Poroto Sable (parcelas A y C) y Mucuna (parcelas B y D) como cubiertas de verano. La parcela T actuó como testigo sin cubiertas verdes. Los relevamientos mensuales (agosto 2024-junio 2025) se realizaron con un dron DJI Air 2S (cámara RGB) a 50 m de altura, con solape frontal 80% y lateral 75%. Se establecieron 10 puntos de control con GNSS diferencial de precisión centimétrica (Base y Rover RTK CHCNAV i73+ con IMU). El procesamiento fotogramétrico en Agisoft Metashape generó ortomosaicos RGB de 5 cm/px. La clasificación empleó el índice GLI (Green Leaf Index) = (2G - R - B)/(2G + R + B), estableciendo tres clases mediante umbrales: Suelo descubierto (GLI ≤ -0,07), Cubierta seca (-0,07 < GLI ≤ 0,025) y Cubierta verde (GLI > 0,025). Los análisis se realizaron en subparcelas centrales de 150×60 m (9000 m²) para eliminar efectos de bordura. Parcelas A y B: La Avena alcanzó 60% de cobertura verde en agosto, transformándose totalmente a cubierta seca en octubre (82%). Durante el verano, el Poroto Sable (Parcela A) mantuvo mayor proporción de vegetación activa que la Mucuna (Parcela B): 45% versus 40% de cobertura verde en enero. Parcelas C y D: El Rábano mostró desarrollo más tardío, alcanzando 60% de cobertura verde en septiembre, con senescencia gradual hasta noviembre. Las cubiertas estivales mostraron comportamiento similar a las parcelas A y B. Parcela Testigo: Mantuvo suelo desnudo superior al 30% hasta enero. El desarrollo gradual de malezas logró 75% de cobertura recién a finales del otoño. Las cubiertas verdes evaluadas redujeron efectivamente el suelo desnudo respecto al manejo tradicional. La Avena

proporcionó rápida cobertura invernal y eficiente conversión a biomasa seca, mientras el Rábano mostró mayor persistencia con conversión gradual. Los relevamientos con drones demostraron ser herramienta precisa para monitoreo temporal de cubiertas verdes en sistemas forestales.

Palabras clave: Índice Vegetación, Monitoreo, Protección Suelo.

RESUMEN

Monitoreo de invasiones vegetales mediante vehículos aéreos no tripulados en bosques ribereños de Misiones, Argentina

Monitoring plant invasions using unmanned aerial vehicles in riparian forests of Misiones, Argentina

Eduardo Hildt[1,2], Abel Scherf[2], Hugo Reis[3]

[1]Dr. Ing. Forestal, Investigador INTA EEA Montecarlo. Montecarlo, Misiones, Argentina. hildt.eduardo@inta.gob.ar

[2]Dr. Ing. Forestal, Docente Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Esp. Ing. Forestal, LIPSIA S.A., Esperanza, Misiones, Argentina.

Los bosques protectores de cursos de agua representan un elemento clave en los paisajes forestales sostenibles. Preservan la calidad y estabilidad del recurso hídrico, la biodiversidad y la conectividad de las áreas de conservación. Además, ayudan a mitigar los impactos derivados de la actividad humana, como por ejemplo la erosión. Sin embargo, son vulnerables a diversos factores ambientales que alteran su estructura o su grado de conservación. Uno de estos factores es la incursión de especies vegetales invasoras, tanto exóticas (en el caso del Pinus elliottii) como nativas (en el caso de algunas bambúseas). Este estudio empleó relevamientos aerofotogramétricos con drones para delimitar y estratificar los bosques protectores, con énfasis en la identificación de áreas con preeminencia de especies invasoras y generar herramientas cartográficas para su manejo. Se realizaron 24 planes de vuelo automatizados sobre las áreas de bosques protectores existentes en el Campo Elena (Empresa LIPSIA S.A, situado sobre la Ruta Provincial 227) empleando un dron DJI Air 2S a 200 m de altura, con solapamiento frontal del 90% y lateral del 80%. Se capturaron 6270 fotografías aéreas abarcando 918 ha efectivas. El procesamiento fotogramétrico con el software Agisoft Metashape generó ortomosaicos de alta resolución espacial (6-7 cm/píxel) y nubes de puntos tridimensionales en formato .LAZ. Las nubes de puntos fueron analizadas con el paquete lidR en entorno R, aplicando el algoritmo CSF (Cloth Simulation Filter) para clasificación del suelo, generación de Modelos Digitales de Elevaciones (DEM) y Modelos de Altura de Copas (CHM) con resolución de 1 m/píxel. Los bosques protectores identificados totalizaron 210,2 ha. Se detectaron 50 ha de áreas abiertas ocupadas por bambúseas invasoras, con claros con un tamaño medio de 1080 m². El análisis de altura reveló que el 92% de los bosques protectores presenta vegetación inferior a 15 m: 26% corresponde a vegetación muy baja (0-5 m), coincidiendo con claros de bambúseas, mientras que 69% corresponde a bosques nativos y secundarios de 5-15 m de altura. Se identificaron 47,8 ha con presencia de pinos, incluyendo ejemplares adultos remanentes (>30 m) y áreas de regeneración natural densa (10-20 m). Se registraron 5113 pinos individuales con altura media de 15,2 ± 5,7 m, siendo la zona más afectada un parche continuo de 14 ha. Los resultados se integraron en un Sistema de Información Geográfica con múltiples capas vectoriales y raster, complementado con 24 cartas digitales en formato GeoPDF compatible con la app AvenzaMaps que facilita la orientación en el campo. La metodología demostró capacidad para superar las limitaciones que presenta la teledetección basada en imágenes satelitales,

proporcionando información precisa para la planificación del manejo de bosques protectores. Los productos generados constituyen una eficaz herramienta para la definición de estrategias de manejo de los bosques protectores afectados por especies vegetales invasoras.

Palabras clave: Aerofotogrametría; Especies Invasoras; Paisaje Forestal.

RESUMEN

Sostenibilidad e Integración de Operaciones en la Industria Forestal

Sustainability and Operations Integration in the Forest Industry

Dan Ezequiel Kröhling[1], María Laura Cunico[1], Nicolás Andrés Vanzetti[1]

[1]INGAR- Instituto de Desarrollo y Diseño (CONICET-UTN). Santa fe, Argentina. d.krohling@santafe-conicet.gov.ar

La industria forestal genera volúmenes significativos de residuos y subproductos, lo que refuerza la necesidad de integrar criterios de sustentabilidad y economía circular en los procesos productivos. En este contexto, se propone ampliar el análisis del impacto que genera la integración colaborativa de operaciones, con el fin de promover un uso responsable de los recursos y asegurar una gestión alineada con los objetivos ambientales contemporáneos. Esta segunda etapa del estudio, busca profundizar en un aspecto clave para el desarrollo moderno de las cadenas de suministro (CS): la sustentabilidad ambiental. Para ello, se adapta el modelo de optimización MILP desarrollado para analizar distintas configuraciones de integración entre los miembros de la CS forestal, incorporando indicadores de sustentabilidad que permiten evaluar el nivel de eficiencia ambiental alcanzado. Además de considerar el rendimiento económico global y los beneficios individuales de cada empresa que conforma la CS forestal, se incluyen métricas específicas relacionadas con la reducción de residuos, la valorización de subproductos y la optimización del uso de materias primas. Este enfoque reconoce que la competitividad actual no puede desligarse de la responsabilidad ambiental, especialmente en sectores cuyo impacto ecológico es estructural. El método planteado integra los nuevos criterios dentro del esquema de programación por objetivos (goal programming) previamente desarrollado. Las metas se orientan a la minimización de residuos, al incremento de la circularidad y a la mejora del aprovechamiento de subproductos. Estas metas interactúan con los objetivos económicos tradicionales, lo que permite generar soluciones donde la eficiencia financiera y la gestión responsable de los recursos naturales se equilibran de forma armonizada. Los Procesos Gaussianos, utilizados como soporte de inteligencia artificial (IA) para optimizar los parámetros del enfoque, ofrecen ventajas significativas en este contexto ampliado. Al explorar con rapidez el espacio de soluciones, estos modelos permiten identificar configuraciones que simultáneamente mejoran la cooperación entre los miembros de la CS, reducen los residuos generados y maximizan la valorización de los subproductos derivados de los procesos forestales. A través de simulaciones y escenarios aplicados, se demuestra que la incorporación de criterios ambientales puede modificar sustancialmente la distribución de beneficios y los patrones de colaboración dentro de la CS. Empresas que anteriormente veían limitada su participación en procesos integrados encuentran nuevas oportunidades mediante el aprovechamiento de residuos industriales, generando materiales secundarios, energía u otros productos de valor agregado. Así, la sustentabilidad se convierte en un catalizador de cooperación y no únicamente en una restricción operativa. Los resultados sugieren que los criterios ambientales dentro de la optimización colaborativa fortalecen la resiliencia de la CS forestal y amplían las posibilidades de innovación. Al mejorar la circularidad y reducir el impacto ambiental, la cadena no sólo aumenta su eficiencia,

sino que también se posiciona de forma estratégica frente a regulaciones más exigentes y mercados cada vez más orientados a prácticas responsables.

Palabras clave: Circularidad; Integración sustentabilidad; Optimización Colaborativa.

RESUMEN

Variación en la densidad y el tamaño de los estomas de *Ilex paraguariensis* en función del nivel de sombra en sistemas agroforestales

Variation in stomatal density and size of Ilex paraguariensis as a function of shade level in agroforestry systems

Paola González[1,2], Nardia Bulfe[1]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA,). Misiones, Argentina. gonzalez.paola@inta.gob.ar

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina

La disponibilidad de luz constituye uno de los principales moduladores de la estructura y funcionalidad foliar, particularmente en especies cultivadas en sistemas agroforestales (SAF), donde el dosel arbóreo altera el microambiente lumínico. En *Ilex paraguariensis* St. Hil., la plasticidad anatómica de las hojas incluye variaciones en la densidad y el tamaño de los estomas, rasgos con influencia directa sobre la conductancia estomática, la difusión de CO_2 y la eficiencia en el uso del agua. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de sombra generados por *Araucaria angustifolia* sobre la densidad y el diámetro de estomas pequeños (< 20 µm) en hojas de yerba mate. En diciembre de 2025, se recolectaron dos hojas completamente expandidas de 9 plantas por tratamiento en cada parcela correspondiente a los tratamientos: sombra del 30% (A30%), sombra del 60% (A60%) y un control sin sombra (C0%). En cada hoja se realizaron observaciones microscópicas en un área estandarizada de 434,5 × 325 µm por campo visual. La densidad estomática se expresó como número de estomas por unidad de superficie y posteriormente se extrapoló a estomas por mm^2 mediante el factor de conversión correspondiente (1 mm^2 = 10^6 μm^2). Los datos fueron agrupados por tratamiento y sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar el efecto; se realizaron comparaciones de medias a través de la prueba de Tukey (α = 0,05), utilizando el software InfoStat (2020). Se detectaron diferencias significativas en la densidad estomática entre tratamientos (p = 0,0196). El tratamiento control presentó la mayor densidad estomática, con un valor medio de 1100,1 ± 146,1 (a) estomas mm^{-2} (C0%), mientras que los tratamientos con sombra mostraron valores significativamente menores: 920,7 ± 138,2 (b) estomas mm^{-2} en A30% y de 906,5 ± 190,1 (b) estomas mm^{-2} en A60%, sin diferencias entre ambos niveles de sombra. En contraste, el diámetro estomático no mostró diferencias significativas entre tratamientos (p = 0,9538), con valores medios de 16,5 ± 2,3 µm en C0%, 16,5 ± 2,2 µm en A30% y 16,4 ± 2,0 µm en A60%. Estos resultados indican que la respuesta de la anatomía foliar ante la reducción de la radiación incidente se manifestó principalmente mediante ajustes en la densidad estomática, más que en el tamaño de los estomas. La reducción de la densidad estomática en hojas de yerba mate bajo condiciones de sombra constituye un mecanismo anatómico clave de ajuste ante la disminución de la radiación disponible en SAF, permitiendo regular el intercambio gaseoso sin alterar la morfología estomática individual. Asimismo, dado que las plantas en sombra

desarrollaron hojas de mayor tamaño, mientras que las de alta radiación presentaron hojas más pequeñas, la menor densidad estomática podría estar parcialmente compensada por el mayor área foliar, resultando en un número total de estomas por hoja similar o incluso superior en condiciones de sombra. Los resultados demuestran que la plasticidad estomática de la yerba mate en SAF implica un ajuste coordinado entre densidad estomática y expansión foliar, con implicancias directas para la eficiencia en el uso de recursos y la planificación productiva bajo cobertura arbórea.

Palabras clave: Agroforestería; Anatomía Foliar; Intercambio Gaseoso.

RESUMEN

Modelo de programación entera mixta para la planificación forestal y logística

Mixed-Integer Programming Model for Forest and Logistics Planning

Carla Cáceres[1], Diego Broz[2], Martín Safe[1,3], Daniel Rossit[3,4]

[1]Departamento de Matemática, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca Argentina

[2]Facultad Ciencias Forestales, Universidad Nacional del Misiones, Eldorado, Argentina

[3]INMABB, CONICET, Bahía Blanca, Argentina

[4]Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.daniel.rossit@uns.edu.ar

Este trabajo presenta un modelo matemático de planificación estratégica diseñado para integrar, en un único marco de optimización, las decisiones silvícolas, industriales y logísticas que conforman una cadena de suministro forestal. El objetivo principal es ofrecer una herramienta capaz de seleccionar prescripciones de manejo (incluyendo raleos y cosechas finales) y simultáneamente optimizar la asignación de materia prima entre plantas de celulosa, MDF, aserraderos, laminadoras y la industria secundaria, considerando capacidades, rendimientos y costos a lo largo de un horizonte temporal discretizado. La formulación adopta un enfoque de programación entera mixta cuyo criterio de evaluación es la maximización del Valor Presente Neto del sistema, incorporando costos al borde del camino, costos industriales, ingresos por productos y la posibilidad de aprovechar productos pulpables. La metodología combina modelado matemático con parametrización basada en un caso de estudio representativo del nordeste argentino. Se definen conjuntos, índices, variables y parámetros técnicos y económicos que describen rodales, prescripciones de raleo, clases de producto por diámetro, flujos entre nodos industriales y demanda final en retailers. El modelo incorpora restricciones de capacidad, balance de materia, límites de cosecha por rodal y condiciones de compatibilidad entre prescripciones y edades de corte. La implementación computacional permite simular múltiples escenarios de planificación y comparar regímenes de manejo bajo criterios económicos y de suministro. Los resultados, obtenidos a partir de la aplicación al caso de estudio, muestran que la inclusión de prescripciones de raleo como variables de decisión permite capturar trade-offs temporales entre ingresos inmediatos por raleos y la calidad y volumen de la cosecha final. El análisis de escenarios revela que mantener un balance en los volúmenes totales de cosecha no garantiza un equilibrio en la oferta de los distintos tipos de productos forestales, lo que puede generar desajustes entre la producción de aserraderos, la demanda de plantas de celulosa y la capacidad de las industrias secundarias. Asimismo, la modelización de residuos aprovechables de aserrado como fuente adicional de materia prima para la celulosa demuestra su relevancia para mejorar la eficiencia global y reducir presiones sobre el recurso forestal. La herramienta desarrollada se presenta como un marco metodológico flexible y adaptable: mediante la modificación de parámetros técnicos, económicos y de estructura industrial puede aplicarse a distintas regiones, especies y configuraciones productivas. Entre las implicaciones prácticas se destaca la utilidad del modelo para apoyar decisiones estratégicas de inversión, planificación de raleos y coordinación interindustrial, así como para evaluar políticas orientadas a

la sostenibilidad del suministro. Finalmente, se discuten limitaciones relacionadas con la incertidumbre en parámetros biológicos y de mercado, proponiendo líneas futuras que incluyen la incorporación de riesgo estocástico, criterios ambientales explícitos y la extensión a horizontes espaciales más detallados.

Palabras clave: Cadena de Suministro Forestal; Optimización; Valor Presente Neto.

RESUMEN

Determinación de la disponibilidad y estado actual de los espacios verdes en el municipio de Eldorado, Misiones, mediante uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección

Determining the availability and current state of green spaces in the municipality of Eldorado, Misiones, through the use of Geographic Information Systems and Remote Sensing tolos

Lorena Figueredo[1], Alejandro Roberto Vargas[1], Daiana Benitez Mendoza[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, KM3. Eldorado, Misiones, Argentina. orenafigueredo0810@gmail.com

Las áreas verdes y los espacios arbolados son fundamentales para la calidad de vida urbana, por lo que el resguardo de los espacios verdes públicos (EVP) resulta prioritario. En este trabajo, se analizó la disponibilidad, distribución y estado actual de los mismos en el municipio de Eldorado, Misiones, mediante el uso de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) y teledetección, integrando diversas capas geoespaciales, el procesamiento y análisis de los datos se realizó utilizando el software libre QGIS. Las capas utilizadas fueron el límite del municipio, el parcelario catastral, límites de divisiones barriales y una imagen satelital Sentinel-2C (producto MSI Nivel 2A) correspondiente al 29 de abril de 2025, con resolución espacial de 10 metros, se emplearon principalmente las bandas visibles (B4- rojo, B3- verde, B2- azul) y la banda del infrarrojo cercano (B8). Estas bandas fueron procesadas en el software libre QGIS, y la imagen compuesta fue usada como base para la digitalización de los EVP. La metodología se basó en la digitalización y análisis del Plano General Urbano, complementando datos del parcelario catastral, lo que permitió identificar y delimitar los espacios verdes existentes. El nivel de ocupación de cada espacio se determinó mediante análisis visual de la imagen satelital y el grado de intervención antrópica observable, clasificándolos en: conservados (áreas que mantienen su cobertura vegetal), con ocupación parcial (con presencia de construcciones menores que no cubren la totalidad del área) y totalmente urbanizados (áreas que fueron reemplazadas por edificaciones en su totalidad). Posteriormente, se determinó la superficie de espacios verdes por habitante y se evaluó su accesibilidad, utilizando los datos de población del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022 (INDEC), y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que establece un mínimo de 9 m² por habitante de espacio verde a una distancia no mayor a 300 m de su domicilio. Con base en este criterio se generaron zonas de influencia (buffers) de 300 metros alrededor de cada espacio verde. Complementariamente se

incorporó la capa de radios censales con la de espacios verdes mediante una operación de intersección, lo que permitió calcular la superficie de EVP presente en cada radio censal. Los resultados permitieron estimar 181,17 ha de espacios verdes, equivalentes a 24,12 m² por habitante, superando lo recomendado por la OMS. No obstante, al considerar únicamente los espacios conservados, la superficie se reduce a 140,06 ha y 18,73 m² por habitante, evidenciando una pérdida asociada a procesos de ocupación y transformación urbana. Se identificaron 32 espacios verdes afectados por procesos de urbanización, lo que evidencia una disminución de áreas destinadas a funciones ambientales y/o recreativas. El trabajo resalta la importancia del uso de los SIG como herramienta para la planificación urbana y la gestión ambiental, facilitando la toma de decisiones para la conservación y recuperación de los EVP. Si bien el análisis se basó en teledetección satelital, la incorporación de relevamientos aéreos con drones en futuros trabajos, permitirá actualizar los datos y aumentar el nivel de detalle espacial.

Palabras clave: Accesibilidad; Planificación Urbana; Superficie Verde.

RESUMEN

Sistema de seguimiento y monitoreo de unidades forestales

Wood tracking

Flavio David Pozzi[1], Aldo Diego Vargas[2], Mauricio Woitschach[3], Rodrigo Rojas Gonzalez [4]

[1]Ing. Ftal. Subgerente de Producción - Arauco Argentina; Puerto Libertad – Misiones - Argentina.

[2]Ing. Ftal (MLO). Jefe Área Transporte - Arauco Argentina; Puerto Libertad – Misiones - Argentina. Aldo.vargas@arauco.com

[3]Ing. Ftal. Jefe Central de Transporte - Arauco Argentina; Puerto Libertad – Misiones - Argentina.

[4]Ing Informático. Business Expert Operaciones - BP Forestal – Arauco – Concepción Chile

El transporte forestal representa aproximadamente el 40-50% del costo total. En tal sentido, el monitoreo, control y seguimiento en una flota de transporte, es clave para asegurar el abastecimiento a los clientes en tiempo, forma, calidad y costos. En la actividad forestal, generalmente las distancias de transporte desde el bosque a las industrias son relativamente cortas (<100 km) y donde una unidad debe realizar varios ciclos al día para cumplir con sus metas diarias, siendo muy susceptible a factores exógenos a la operación, como lo son las condiciones climáticas, de caminos, disponibilidad de productos, demoras o "perdidas de tiempos", entre otros, los cuales generan tiempos improductivos que difícilmente se puedan recuperar sin el agregado de tiempos extras o recursos adicionales. La gestión de control, medición de resultados, seguimientos y retroalimentación del sistema, hacen que la operación pueda ser confiable y se logren mejores resultados de los esperados, con una óptima gestión de estos. Ante la falta de sistemas que se ajusten con los requisitos técnicos y económicos a la actividad de transporte forestal, el objetivo de este proyecto fue el desarrollo de una plataforma propia de monitoreo y control, para su uso en operaciones de Argentina, Brasil y Chile, con vinculaciones a sistemas corporativos como SAP ®, Arc Gis ESRI ®, Qlik Sense ® y que pudiera ser empleado en cualquier operación que así lo requiera. El sistema integra diferentes plataformas como ASISCAM v4.7.4 (programación), SITRACK.COM (posicionamiento satelital), ARAUCARIA – ARC GIS ESRI (cartografía), QLIK SENSE (reportes). Con toda esa información se alimenta al ARC GIS- GEOEVENT, para que procese y analice los datos en tiempo real, permitiendo el monitoreo activo en movimiento (camiones) o estacionario (sensores), donde detecta eventos de interés y, en base a ellos, genera respuestas automatizadas para actualizar en mapas, envió de alertas o dirigir datos a otras aplicaciones. La metodología de trabajo consiste en:
Disponibilidad unidades: Tarea donde se indica, que unidad (patente) y tipo (convencional, escalado, bitrenes) se encontraran disponible en día y rango horario;
Alta del programa: Se genera el programa en ASISCAM y envío al sistema;
Asignación de las unidades: Proceso de confirmación de la unidad programada, y asignación del giro;
Modificación del giro: El sistema permite la modificación del viaje, agregando causales y motivos por el cual esta se realiza;
Cancelación (viaje no realizado). Ante cada cancelación, se debe agregar causales y motivos.
Con la implementación del WOOD TRACKING, se han logrados mejoras en los ciclos realizados (+15%); mayor productividad (+11%); mejora en Relación de Km Cargados vs

km totales (8%); Reducción de cancelaciones (-13%); reducción en tiempos de: espera campo (-18%), espera industria (-59%) y descarga (-13%); Reducción en número de incidentes por millón de Km recorridos (-53%).

Palabras clave: Cancelaciones; Ciclos; Productividad.

RESUMEN

Programación por objetivos asistida por modelos de aprendizaje probabilístico para la integración de la cadena de abastecimiento forestal

Goal programming assisted by probabilistic learning models for forest supply chain integration.

Nicolás Andrés Vanzetti[1], Dan Ezequiel Kröhling[1], María Laura Cunico[1]

[1]INGAR- Instituto de Desarrollo y Diseño (CONICET-UTN). Santa fe, Argentina. nvanzetti@santafe-conicet.gov.ar

Las cadenas de suministro (CS) actuales operan con niveles crecientes de integración y coordinación, lo que incrementa su eficiencia y competitividad. No obstante, aunque la operación conjunta suele mejorar el rendimiento global del sistema, estos beneficios no siempre se reparten de manera equitativa entre los distintos miembros. Esta situación genera una tensión inherente entre la optimalidad sistémica y los resultados individuales que cada empresa percibe como justos. El trabajo presentado aborda esta problemática analizando las diferencias entre los beneficios globales de la CS y las ganancias individuales de cada participante. La CS evaluada integra dos sectores: el forestal, compuesto por diversas áreas de cosecha distribuidas geográficamente, y el productivo, formado por varias plantas situadas en una misma zona industrial. Entre estas plantas se incluyen una central de generación eléctrica, una fábrica de tableros de fibra, un aserradero y una planta de tableros contrachapados. El objetivo es evaluar el impacto de la operación integrada, especialmente en contextos donde la colaboración se combina con intereses particulares y dinámicas competitivas. Para ello, se desarrolla un modelo mixto entero lineal (MILP) aplicado a la industria forestal, un sector caracterizado por procesos fuertemente interrelacionados y una elevada necesidad de coordinación. El modelo permite estudiar diferentes configuraciones de integración, comparar los resultados individuales frente al rendimiento global y detectar posibles desequilibrios que podrían afectar a la estabilidad y sostenibilidad de la cooperación dentro de la cadena. Los ejemplos analizados muestran que, aunque las decisiones óptimas desde una perspectiva global maximicen la eficiencia total, pueden generar pérdidas relativas para ciertos actores, quienes podrían preferir estrategias independientes antes que integrarse plenamente. Este contraste evidencia la necesidad de herramientas que permitan conciliar intereses globales e individuales de manera equilibrada. Con este fin, el estudio propone un enfoque de programación por objetivos (goal programming) que incorpora metas asociadas tanto al rendimiento de toda la CS como a los beneficios mínimos deseables para cada miembro. Esta metodología facilita la obtención de soluciones más armonizadas y aceptables, mitigando la resistencia a la integración y mejorando la cohesión entre los participantes. La principal innovación del trabajo radica en la incorporación de metodologías de inteligencia artificial (IA) basadas en Procesos Gaussianos para optimizar los parámetros del enfoque de goal programming. Los Procesos Gaussianos permiten aproximar funciones complejas y gestionar la incertidumbre de manera eficiente, lo que resulta especialmente útil para ajustar

iterativamente pesos, prioridades y niveles de aspiración. Además, estos modelos facilitan explorar el espacio de soluciones asociado a los distintos valores de los parámetros con una velocidad significativamente mayor, permitiendo identificar de forma ágil combinaciones prometedoras y reduciendo el coste computacional del proceso de optimización. A través de iteraciones entre el modelo MILP y el modelo de IA, se obtienen configuraciones más representativas de las preferencias reales de los miembros de la CS, proporcionando soluciones robustas, estables y adaptadas al contexto operativo de la CS. Los resultados muestran que la combinación del modelado matemático con técnicas avanzadas de IA constituye una estrategia eficaz para equilibrar los intereses dentro de cadenas de suministro complejas.

Palabras clave: Aprendizaje Computacional; Integración Colaborativa; Optimización Asistida.

RESUMEN

Estimación de la tasa de deforestación en un sector del corredor verde, (dentro del departamento San Pedro), provincia de Misiones-Argentina considerando dos períodos complementarios: 2000 – 2015 y 2017 – 2025

Estimation of the deforestation rate in a sector of the green corridor (within San Pedro Department), Misiones Province – Argentina, considering two complementary periods: 2000–2015 and 2017–2025

Narda Yani Andrade[1], Andrés Ángel Leonardo Lindao[1], Martin Orlando Orona[1], Rubén Cinauski[1], Gustavo Ariel Maslowski[2]

[1]Ingenieros Forestales. Docentes Universitarios. Facultad de ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. narda.andrade@fcf.unam.edu.ar

[2]Ingeniero Agrónomo. Docente Universitario. Facultad de ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.

El Corredor Verde Misionero constituye un espacio estratégico para la conservación de la Selva Paranaense, pero enfrenta una presión creciente vinculada a la expansión agrícola, forestal y urbana. Este estudio tuvo como objetivo el seguimiento y estimación de la tasa de deforestación, considerando dos períodos complementarios: 2000–2015 y 2017–2025, ambos realizados en la misma área dentro del corredor, ubicada en el departamento San Pedro, provincia de Misiones. Para el antecedente (2000–2015), se utilizaron imágenes Landsat TM de 30 metros de resolución y una clasificación supervisada en un software SIG, según lo reportado por Krysztaluk et al. (2019). En el análisis actual (2017–2025), se emplearon imágenes Sentinel-2 de 10 metros de resolución, seleccionando escenas con menos del 30% de cobertura nubosa. Las mismas fueron procesadas en Google Earth Engine mediante el algoritmo Random Forest, entrenado con polígonos de referencia obtenidos en el área de estudio. Las clases utilizadas fueron las mismas que en el trabajo de Krysztaluk et al. (2019): Monte Nativo, Forestación, Urbanización y Otros Usos, categoría que incluyó actividades como ganadería, yerba mate, citrus, té y cultivos anuales. Este período de análisis (2017–2025) abarcó la misma extensión utilizada en el estudio anterior, un área total de 209.825 ha. La calidad de la clasificación se evaluó mediante matriz de confusión, precisiones del productor y del usuario, precisión global e índice Kappa, garantizando la robustez de los resultados. La tasa anual de deforestación (r) se calculó en ambos estudios mediante la fórmula de Puyravaud (2003):

r=1(t2 - t1)*ln (A2A1)*100

donde A_1 corresponde a la superficie de bosque al inicio del período, A_2 a la superficie al final, y t_1, t_2 a los años de inicio y fin del intervalo considerado. Esta fórmula asegura

que la tasa obtenida sea independiente de la extensión inicial del bosque y del tiempo analizado, lo que facilita la comparación con otros estudios realizados. Los resultados muestran una disminución sostenida del bosque nativo. Entre 2000 y 2015 se registró una pérdida de 36.348 ha, equivalente a una tasa anual de deforestación de –1,57%. En el período 2017–2025 la pérdida fue de aproximadamente 18.116 ha, con una tasa anual de –1,61%. Al consolidar el período de 25 años analizado (2000–2025), en el cual la superficie de bosque nativo pasó de 172.813,20 ha a 127.437,64 ha, la tasa anual resultante es de –1,22% (este valor no corresponde a un promedio aritmético de las tasas parciales, sino al resultado de aplicar la fórmula de Puyravaud considerando la superficie inicial, la superficie final y el tiempo total transcurrido). Esto representa una pérdida boscosa acumulada cercana a 46.000 ha con un promedio superior a las 1.800 ha por año, evidenciando así la magnitud real del proceso de deforestación. Al mismo tiempo, se observaron cambios en las demás categorías de uso del suelo: la forestación aumentó en +2.549 ha, otros usos en +14.618 ha y la urbanización en +947 ha. Esto refleja una transformación en los usos del suelo, marcada por el crecimiento de actividades productivas, forestales y urbanas. En conclusión, el estudio constata que la deforestación en el Corredor Verde de Misiones es un proceso persistente y sostenido, con variaciones en intensidad según el período, pero siempre presente. La comparación metodológica entre Landsat y Sentinel-2 demuestra la importancia de emplear sensores de mayor resolución y algoritmos robustos para mejorar la precisión en la detección de coberturas. Los hallazgos resaltan la necesidad de seguir implementando estrategias de conservación y ordenamiento territorial que integren monitoreo multitemporal y control de la expansión agrícola, forestal y urbana, a fin de garantizar la sostenibilidad de la Selva Paranaense.

Palabras clave: Google Earth Engine; Random Forest; Sentinel-2.

RESUMEN

Procesador de datos de inventarios de plantaciones de *Pinus elliottii* en Misiones y Corrientes

Data processor for inventories of Pinus elliottii plantations in Misiones and Corrientes

Rubén A. Costas[1], Mathias I. López[2]

[1]Ing. Forestal. Profesor Asociado Cátedra de Dasometría. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado (3380), Misiones, Argentina. ruben.costas@fcf.unam.edu.ar

[2]Ing. Forestal. Ayudante de Primera Cátedra de Dasometría. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado (3380), Misiones, Argentina.

En los relevamientos o inventarios forestales de especies cultivadas con destino industrial, uno de los objetivos centrales es estimar las existencias de volumen disponible y su distribución según productos comerciales. A medida que los árboles crecen, generan trozas o secciones del fuste de distintos diámetros y calidades, cuya cuantificación resulta determinante para la planificación del manejo y la proyección económica del rodal. La ciencia forestal argentina ha desarrollado herramientas dasométricas que permiten predecir volumen total y volúmenes de trozas posibles de obtener de cada fuste, a partir del conocimiento de su diámetro a la altura de pecho (***dap***) y su altura total (***h***), medida o predicha a través de una función hipsométrica. En este trabajo se utilizan las ecuaciones desarrolladas por investigadores del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), para plantaciones de *Pinus elliottii* Engelm. en Misiones y Corrientes, Argentina, adecuadas a las condiciones regionales de crecimiento. Se desarrolló una herramienta de carga, procesamiento y trozado potencial de fustes de esta especie de importancia económica, particularmente en la provincia de Corrientes. Se utilizaron ecuaciones de volumen y de forma desarrolladas para ambas regiones del noreste argentino, y funciones y algoritmos de la planilla de cálculo. Al cargar el ***dap*** y la ***h*** de cada fuste, entre otros resultados, el procesador calcula automáticamente volumen total y volúmenes de trozados posibles de obtener según diámetros en punta fina (***dpf***) y largos seleccionados. El algoritmo interno aplica restricciones de diámetro mínimo y largo mínimo para cada categoría de producto, generando como salida los volúmenes individuales discriminados por tipo de troza. Por defecto se utilizan los ***dpf*** establecidos por el Instituto Forestal Provincial de Misiones (INFOPRO) para rollos aserrables y laminables (16, 20, 25, 30 y 35 cm), con un largo mínimo de 3 m. El trozado es de largo variable y cualquier troza de largo menor a 3 m está contenida en rollos con esa longitud mínima. Para trozas triturables se considera un ***dpf*** de 7 cm con corteza y un largo mínimo de 2,2 m. Los parámetros son editables, lo que permite adaptar el sistema a distintos esquemas de aprovechamiento o escenarios de mercado. En esta versión del procesador se recomienda generar una base de datos en cada hoja de la planilla de cálculo para cada rodal inventariado. Cuando la base de datos incluye identificación de parcelas, número de árboles por parcela y alturas de poda, el procesador integra la información mediante tablas dinámicas, posibilitando la obtención de resultados a nivel de parcela y de rodal. Conociendo la superficie de las unidades muestrales, se generan estimaciones de densidad, volumen por hectárea y distribución por clases de productos, facilitando el análisis estructural del rodal. Finalmente, el sistema incorpora la posibilidad de asignar precios por tipo de troza, permitiendo estimar el

valor y comparar alternativas de trozado bajo distintos supuestos productivos. De este modo, la herramienta articula información dasométrica y criterios industriales en un entorno operativo accesible, contribuyendo a una toma de decisiones técnicamente fundamentada en la planificación y gestión de plantaciones forestales.

Palabras clave: Dasometría; Estimación Volumétrica Total y por Trozas.

RESUMEN

Infraestructura de Datos Espaciales de la Universidad Nacional de Misiones

Spatial Data Infrastructure of the National University of Misiones

Alejandro Vargas[1], Yanina Andrea Caffetti[2], Felipe Sodré Mendes Barros[3], Rubén Cinauski[1], Fátima Schoninger[4]

[1]Ingeniero Forestal, Profesor Adjunto (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina. alejandro.vargas@fcf.unam.edu.ar

[2]Magíster en Tecnologías de la Información, Ingeniera en Informática, Profesora Adjunta (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Magíster en Biodiversidad, Profesor Adjunto (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina.

[4]Ingeniera Civil, Profesora Jefa de Trabajos Prácticos (FI-UNaM), Juan Manuel de Rosas 325 (N3360), Oberá, Misiones, Argentina

La Universidad Nacional de Misiones, a lo largo de su historia, ha generado un volumen significativo de información geoespacial y temática en diversas disciplinas, producida tanto por docentes-investigadores como por estudiantes en sus trabajos finales y/o proyectos de extensión e investigación. Sin embargo, gran parte de estos datos se encuentran dispersos en distintas facultades, institutos o repositorios personales, lo que dificulta su acceso, reutilización y puesta en valor. Esta fragmentación genera duplicidad de esfuerzos y limita el potencial de reutilización y cita de la producción académica. Con el fin de superar estas limitaciones, resulta fundamental el diseño e implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), entendida como un sistema que integra tecnologías, políticas, estándares y recursos humanos para facilitar el acceso, la interoperabilidad y el aprovechamiento de la información geoespacial. El objetivo del proyecto consiste en diseñar e implementar una IDE para la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), que permita preservar, organizar, compartir y aprovechar el conocimiento geoespacial generado en los distintos campus y unidades académicas de la universidad. La IDE-UNaM se enmarca en las líneas de investigación del área Herramientas de Soporte a las Decisiones y siguiendo las normativas de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA), tendrá como finalidad centralizar y estructurar la información geográfica producida en el ámbito universitario, facilitando su acceso y reutilización por parte de estudiantes, docentes, investigadores y público externo autorizado. La implementación de la IDE busca promover la interoperabilidad de los datos geoespaciales, mediante la adopción de estándares internacionales definidos por el Open Geospatial Comsurtium (OGC), tales como Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS) y Web Coverage Service (WCS), la utilización de estos estándares permitirá garantizar la compatibilidad con diversas plataformas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), favorecer el intercambio de información entre sistemas y asegurar la integración con infraestructuras geoespaciales de mayor escala, tanto a nivel nacional como internacional. Asimismo, la iniciativa pretende fortalecer la transparencia institucional y la difusión del conocimiento científico y técnico producido en la universidad. Para la implementación tecnológica de la infraestructura, se utilizará la plataforma GeoNode, un sistema de código abierto

ampliamente utilizado para la creación de IDE y geoportales institucionales. Los datos geoespaciales generados en el marco de la universidad estarán disponibles para consulta en línea, descarga y acceso mediante servicios interoperables, como ser clientes SIG y aplicaciones web, con el fin de facilitar su organización y recuperación, la información será estructurada en grupos temáticos, incluyendo formatos como Shapefile, KML y GeoJson para datos vectoriales, y GeoTIFF para datos ráster. De esta manera, la IDE institucional de la UNaM se proyecta como un repositorio estratégico de información territorial, capaz de articular la producción científica, académica y técnica de la universidad, fortaleciendo la vinculación entre la institución, organismos públicos y la comunidad en general mediante el acceso abierto y organizado a datos geoespaciales.

Palabras clave: Datos abiertos; Datos espaciales; Infraestructura de Datos Espaciales.

RESUMEN

Un modelo integrado de planificación táctico-operacional para el aprovechamiento forestal en plantaciones del noreste argentino

An integrated tactical-operational planning model for forest harvesting in plantations in northeastern Argentina

Maximiliano Ramón Bordón[1], Gabriela Corsano[2], Eduardo Hildt[3]

[1]Dr. Ing., Investigador Asistente CONICET, Centro de Investigación y Transferencia Rafaela (CIT Rafaela) – CONICET/UNRaf. Rafaela, Santa Fe, Argentina. maximiliano.bordon@unraf.edu.ar

[2]Dra. Ing., Investigadora Principal CONICET, Instituto de Desarrollo y Diseño (INGAR) – CONICET/UTN. Santa Fe, Santa Fe, Argentina.

[3]Dr. Ing., Investigador INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA EEA Montecarlo) / UNaM. Montecarlo, Misiones, Argentina.

La planificación integral de las operaciones de tala rasa de plantaciones forestales involucra decisiones interconectadas que van desde la selección de rodales a nivel táctico hasta la sincronización de maquinaria de cosecha en el campo. Tradicionalmente, estos problemas se abordan de manera fragmentada: los modelos tácticos optimizan la selección de rodales y asignación de frentes de cosecha mediante programación matemática, mientras que la operación a nivel campo se resuelve con simulación o reglas heurísticas, perdiendo interacciones críticas como el estado de caminos forestales, la capacidad temporal de los sectores de acopio o la compatibilidad entre equipos y condiciones del terreno. En este trabajo se presenta un modelo de programación lineal entera mixta (MILP) que unifica ambas escalas, capturando la complejidad de la toma de decisiones en empresas forestales del NEA. El modelo desarrollado considera un conjunto de rodales en edad de corta final, cada uno particionado en bloques que reflejan variaciones internas de términos de volumen cosechable, productos obtenibles, condiciones de terreno, entre otras. Se dispone de una red de caminos existentes, en donde algunos de los tramos pueden o no requerir mantenimiento para ser transitables. La cosecha se realiza mediante frentes de cosecha compuestos por máquinas cosechadoras (harvester o feller buncher) y equipos de extracción (forwarder o skidder). Las principales decisiones que se consideran abarcan: (i) qué rodal se cosecha en cada período; (ii) el orden de cosecha de los bloques dentro de cada rodal seleccionado; (iii) la asignación de frentes de cosecha a rodales y su composición, respetando condiciones operativas; (iv) la selección y el programa de mantenimiento de los caminos utilizados; (v) la secuencia detallada de operaciones de cada máquina en cada bloque cosechable (problema de sincronización). El objetivo es la minimización de los costos asociados a la cosecha (extracción, selección de frentes de cosecha, entre otros), al mantenimiento de caminos, y al aspecto operacional (por ejemplo, penalizaciones por demanda insatisfecha). El modelo se completa con restricciones de precedencia (secuencia de rodales/bloques a cosechar), de continuidad (cada rodal tiene un inicio y fin únicos), de asignación (un frente solo puede atender un rodal por período) y de sincronización (descarga a tiempo a borde de camino, secuencia de actividades de maquinaria en todos los bloques de cosecha). Para evaluar su aplicabilidad, el modelo se testea en un caso de estudio adaptado de la industria forestal del NEA. Los resultados preliminares

indican que el modelo es capaz de generar planes tácticamente óptimos y operativamente factibles. La complejidad computacional, sin embargo, limita su aplicación a instancias pequeñas; por ello, el modelo servirá como punto de partida para el desarrollo futuro de metodologías de resolución (simheurísticas o matheurísticas) que permitan abordar problemas de tamaño real. La principal contribución de este trabajo es ofrecer una formulación integrada que sirva como referencia para evaluar la calidad de las soluciones aproximadas y como herramienta de análisis para la toma de decisiones en el sector forestal.

Palabras clave: Optimización; Sincronización de Maquinaria; Tala Rasa.

RESUMEN

Caracterización de una población de *Butia missionera* por medio de un relevamiento LiDAR

LiDAR-based characterization of a Butia missionera population

Eduardo Hildt[1,2], Christian Chrapek[3,4]

[1]Dr. Ing. Forestal, Investigador INTA EEA Montecarlo. Montecarlo, Misiones Argentina. hildt.eduardo@inta.gob.ar

[2]Dr. Ing. Forestal, Docente Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Esp. Ing. Forestal, Consultor, ILEX S.R.L, Posadas, Misiones, Argentina.

[4]Esp. Ing. Forestal, Docente Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, USAL, Gdor. Virasoro, Corrientes, Argentina.

Las poblaciones naturales de *Butia missionera* presentes en el noreste de la provincia de Corrientes se encuentran fragmentadas y reducidas a parches debido a la transformación en el uso del suelo ocurrida en la región. Actualmente, la empresa Forestal Bosques del Plata S.A. posee un palmar con una extensión de 6 ha en el campo Timbauva (localidad de Virasoro). Este sitio representa un área de alto valor para la conservación, por lo que resulta de interés su caracterización. Las palmeras se encuentran ubicadas en un área abierta, sobre suelos rojos profundos, inmersa en una matriz forestal constituida por forestaciones de *Pinus taeda*. En este estudio se realizó un relevamiento empleando tecnología LiDAR para describir las características del terreno y de la vegetación existente. Se empleó un dron DJI Matrice 350 RTK equipado con un sensor LiDAR YellowScan Mapper+, con capacidad de emitir 240.000 pulsos/s y captar hasta tres retornos por pulso. El relevamiento consistió en un vuelo a 30 m de altura y una velocidad de 9 m/s, con un solapamiento lateral del 50 %. Los datos fueron georreferenciados a partir de la posición de una base consistente en un receptor GNSS local Kolida K9s, postprocesada en función de la ubicación de la estación EBY1 del IGN. El relevamiento generó una nube de puntos con una densidad de 831 puntos/m² sobre una extensión total de 18 ha. Los datos fueron procesados con el paquete lidR en entorno de programación R. Se obtuvo un modelo digital de terreno (DTM) con una resolución de 0,2 m/píxel, del cual se derivaron curvas de nivel con una equidistancia de 0,5 m. La nube de puntos fue normalizada restando el nivel del DTM, obteniéndose un modelo de altura de copas (CHM) con una resolución de 0,2 m/píxel. El sitio pudo dividirse en dos áreas bien definidas. La primera (3,74 ha) corresponde a un sitio natural, donde nunca se realizó un cambio de uso. Presenta grupos de palmeras adultas y renovales, rodeadas de vegetación nativa baja asociada a los pastizales correntinos. A partir de la visualización del CHM y de la nube de puntos LiDAR, se identificaron manualmente 260 ejemplares con más de 5 m de altura (altura media: 6,8 m) y 201 ejemplares con menos de 5 m (altura media: 3 m). Muchas de estas palmeras se encuentran colonizadas por *Ficus luschnathiana*, una especie hemiepífita que estrangula y asfixia a su hospedante. Por otra parte, se identificó una segunda área de 2,15 ha con presencia de palmeras jóvenes y renovales (53 ejemplares), con una altura media de 2,3 m, inmersos en vegetación espesa, conformada por especies pioneras de la sucesión secundaria que colonizaron el sitio luego de la cosecha de una forestación de pino realizada en 2014.

Los resultados del relevamiento, georreferenciados con precisión, permitieron establecer una línea base para la evaluación de futuras tareas de restauración tendientes a fortalecer la población de palmeras presentes en este sitio de alto valor de conservación.

Palabras clave: Drones; Fitosociología; Sensores Remotos.

RESUMEN

Actualización de la diversidad arbórea georreferenciada del Jardín Botánico “Selva Misionera”

Update of the georeferenced tree diversity of the “Selva Misionera” Botanical Garden

Carolina Magali Erruvidarte[1], Juan Mauricio Quezada Alvarez[2], Luis Javier Ritter[3]

[1]Estudiante de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina. caro.erruvidarte@gmail.com

[2]Ing. Forestal, Profesor adjunto, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina.

[3]Dr. Ing. Forestal, Profesor adjunto, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina.

El Jardín Botánico Selva Misionera (JBSM) de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (FCF-UNaM) dispone de un plano donde se representan los diferentes ambientes y senderos dentro del predio utilizado como guía para visitas y material de difusión. Sin embargo, esta información requiere actualización para reflejar las condiciones actuales del predio. El último relevamiento disponible (2015) registró 76 especies arbóreas de la Selva Misionera. Dicho inventario permitió geoposicionar árboles dominantes con el fin de planificar áreas y senderos, pero esta información no se encuentra disponible ni integrada a una cartografía actualizada. Esta situación limita las posibilidades de gestión, conservación, educación, investigación y extensión del JBSM. El objetivo de este trabajo fue actualizar el relevamiento de especies arbóreas del JBSM, georreferenciar los individuos y elaborar una cartografía precisa del estado actual del predio como herramienta para la gestión y planificación de actividades educativas y de divulgación de la biodiversidad de la Selva Paranaense. La metodología consistió en la realización de un inventario mediante un censo de los individuos arbóreos con un diámetro a la altura del pecho igual o superior a 20 cm. Para cada ejemplar se registraron el diámetro utilizando forcípula, la altura total estimada con un hipsómetro tipo Haga, la identificación taxonómica y el estado sanitario clasificado en bueno, regular, malo o muerto. Asimismo, se registró un punto georreferenciado para cada individuo arbóreo y el sendero actualmente utilizado para los recorridos mediante un receptor GNSS, empleando la aplicación móvil Avenza Maps 5.3.3 sobre un mapa digital. Con los datos obtenidos se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), con el fin de identificar las especies que poseen mayor relevancia dentro del jardín. La información fue procesada mediante el software libre QGIS, para elaborar mapas temáticos con la ubicación de los individuos, el trazado de senderos y la superficie actual del JBSM. Los resultados del relevamiento indicaron la presencia de 45 especies con un total de 273 individuos. Entre ellos se identificaron 43 géneros correspondientes a especies arbóreas y 2 especies de palmeras, incluyendo tanto especies nativas como exóticas. Se registraron 18 familias botánicas, siendo Fabaceae la de mayor abundancia. La menor riqueza respecto al inventario anterior podría atribuirse a diferencias metodológicas (no disponibles del estudio previo) y a intervenciones periódicas de mantenimiento del Jardín en el período analizado. El cálculo del IVI mostró que las ocho especies más representativas de mayor a menor IVI fueron Laurel amarillo, Lapacho negro, Laurel negro, Loro negro, Ambay, Caña

fístola, Anchico colorado y Guayubira, con valores que oscilaron entre 41 y 10. En conclusión, la actualización del inventario arbóreo y la elaboración de una cartografía precisa permitieron reflejar el estado actual del JBSM. La georreferenciación de los individuos y senderos generó una herramienta útil para la gestión del área, contribuyendo a la conservación y planificación del espacio. Asimismo, la disponibilidad de un mapa actualizado favorece las actividades educativas y de divulgación, fortaleciendo el conocimiento y valoración de la biodiversidad de la Selva Paranaense.

Palabras clave: Cartografía; Relevamiento Botánico; Selva Paranaense.

RESUMEN

Uso de VANTs para la estimación del porcentaje de cobertura arbórea en un sistema silvopastoril en Montecarlo, Misiones, Argentina

Use of UAVs to estimate tree canopy cover percentage in a silvopastoral system in Montecarlo, Misiones, Argentina

Gustavo Ariel Maslowski[1], Martín Orlando Orona[1], Andres Angel Leonardo Lindao[1]

[1]Facultad de Ciencias Forestales – UNaM, Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina. gustavo.maslowski@fcf.unam.edu.ar

Los sistemas silvopastoriles combinan árboles, pasturas y ganado en una misma unidad productiva, donde el nivel de sombra generado por el componente forestal influye directamente en el rendimiento del forraje. En Misiones, la especie *Urochloa brizantha* cv. Marandú es ampliamente utilizada por su buena productividad y tolerancia a la sombra. La disponibilidad de vehículos aéreos no tripulados (VANTs) permite obtener imágenes de alta resolución que facilitan la estimación del área de copa del componente arbóreo y, en consecuencia, del sombreamiento proyectado sobre el componente forrajero. El objetivo de este estudio fue comparar dos metodologías de estimación del sombreo en un sistema silvopastoril de *Pinus taeda* de 22 años ubicado en Montecarlo, Misiones. La primera metodología implementada consistió en la identificación visual, que se basó en la delimitación de las copas de los árboles utilizando el sistema de información geográfica QGIS, mientras que la segunda metodología se basó en un proceso de identificación semi-asistida, basada en el análisis colorimétrico de las imágenes mediante un software para cálculos de cobertura llamado CobCal 2. Se realizaron vuelos aerofotogramétricos con un dron DJI Air 2s, a partir de los cuales se generó un ortomosaico del área de estudio. Con base en este insumo, se delimitaron subrodales según la distribución espacial de los árboles definiéndose zonas más densas y otras con menor densidad y se seleccionaron 20 parcelas experimentales distribuidas proporcionalmente entre los cuatro subrodales. En la metodología visual, las copas fueron digitalizadas manualmente y se calculó el porcentaje de sombra por parcela mediante herramientas de geoprocesamiento. En la metodología semi asistida, las parcelas fueron recortadas y cargadas en el *software* CobCal 2, donde se definieron paletas de colores para identificar el componente forestal, obteniendo automáticamente el porcentaje de cobertura. Dado que el porcentaje de cobertura corresponde a una variable acotada entre 0 y 100%, se evaluó previamente el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante el software InfoStat. Los resultados indicaron que los datos cumplían dichos supuestos, por lo que se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Los resultados mostraron diferencias significativas entre ambas metodologías. La identificación visual arrojó un sombreo promedio de 45,76% ± 6,14%, mientras que la identificación semi asistida registró 41,31% ± 3,22%. Asimismo, se observaron diferencias entre rodales. En particular, en el rodal de mayor densidad, la estimación mediante la identificación visual alcanzó un sombreo del 54,9%, superando el nivel de tolerancia establecido para la pastura evaluada (49%). Esto indica la necesidad de aplicar intervenciones silvícolas, como raleos, para mejorar la disponibilidad de luz y optimizar la productividad del sistema. Se concluye que

ambos métodos son aplicables para la estimación del porcentaje de cobertura arbórea. El estudio pone de manifiesto la necesidad de intervenir mediante raleos en los sectores de mayor densidad, a fin de evitar pérdidas sustanciales en la producción de materia seca del forraje. Finalmente, se recomienda el monitoreo continuo del componente arbóreo y la incorporación de herramientas de procesamiento automatizado para mejorar la eficiencia en la gestión de grandes superficies productivas.

Palabras clave: Dron; Sistemas De Información Geográfica; *Urochloa brizantha*.

RESUMEN

Modelado y optimización de precios en el mercado de la biomasa forestal de Entre Ríos

Price Modeling and Optimization in the Forest Biomass Market in Entre Ríos

Agustina Anselmino[1], Rodolfo Gabriel Dondo[2], Fernando Luiz Cyrino Oliveira[3], Mariana Evangelina Cóccola[1]

[1]Universidad Tecnológica Nacional, CONICET, FRCU, Ing. Pereyra 676, (E3264) Concepción del Uruguay, Entre Ríos Argentina. anselminoa@frcu.utn.edu.ar

[2]INTEC (UNL - CONICET), Güemes 3450, (S3000GLN) Santa Fe, Santa Fe, Argentina

[3]Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC-Rio), 22451-900, Rio de Janeiro, Brazil

El desarrollo creciente de proyectos de bioenergía ha incrementado la demanda de biomasa residual, intensificando la competencia entre los sectores industriales que utilizan dicho recurso como materia prima en sus procesos y exacerbando desafíos estructurales en los mercados de subproductos forestales. En este contexto, optimizar los flujos de materiales y los mecanismos de fijación de precios es crucial para evaluar las respuestas del mercado y definir biocuencas (regiones técnica y económicamente viables para la comercialización del recurso forestal), cuya delimitación se realiza considerando los precios de comercialización y las distancias entre nodos de oferta y demanda. Este estudio propone un marco metodológico que integra un modelo de Programación Cuadrática Entera Mixta (MIQP) con técnicas de pronóstico para modelar y optimizar la dinámica de precios en la cadena de suministro, considerando la participación simultánea de múltiples tipos de industrias consumidoras. El modelo emplea un enfoque de fijación de precios "netback", donde los ingresos de los proveedores se determinan deduciendo los costos de transporte y procesamiento de los valores ofrecidos por el mercado, estableciendo umbrales de viabilidad económica. Para abordar la incertidumbre y volatilidad del entorno macroeconómico, se emplearon series temporales de precios, procesadas mediante redes neuronales, suavizado exponencial y regresión lineal, con el fin de generar proyecciones mensuales a un año. Luego, se realiza una planificación táctica para minimizar los costos operativos totales considerando las diversas restricciones técnicas, como la gestión de inventarios con límites de degradación, el control del contenido de humedad mediante mezclas de materiales y el funcionamiento de los procesos de secado a través del uso de energía. La metodología se aplicó al polo foresto-industrial de la provincia de Entre Ríos, donde la industria avícola ha emergido como un consumidor importante a partir del desarrollo de nuevas usinas termoeléctricas de biomasa. Los resultados confirman que, en la actualidad, las escasas ganancias percibidas por los proveedores de los subproductos son consecuencia de fallas en la estructura de competencia del mercado, lo que resalta la importancia de implementar mecanismos de planificación coordinada para sostener la expansión del sector y cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible. Además, se demuestra que la entrada de nuevos consumidores al mercado mitiga las discontinuidades en la demanda y reduce la presión sobre los aserraderos en cuanto a la disposición de residuos. La optimización integrada de los flujos de materiales y precios permitió incrementar los ingresos netos de los aserraderos entre un 15% y un 20%, desafiando la percepción de que los residuos forestales no tienen valor comercial suficiente para cubrir sus costos

logísticos. Aunque algunos consumidores enfrentan mayores costos de adquisición en escenarios de precios optimizados, estos se ven compensados por ahorros en transporte y mejor coordinación operativa. El análisis también identificó demanda insatisfecha, atribuida a limitaciones estructurales de suministro temporal y estacionalidad del material, no a ineficiencias en la asignación de recursos. En conclusión, el marco propuesto constituye una herramienta robusta de apoyo a la toma de decisiones, mejorando el desempeño económico y la eficiencia en el mercado de la biomasa.

Palabras clave: Competitividad; Planificación táctica; Rentabilidad.

RESUMEN

Evaluación de métricas LiDAR para la modelización de la biomasa aérea en la Reserva de Usos Múltiples de Guaraní (Misiones, Argentina)

Evaluation of LiDAR metrics for aboveground biomass modeling in Reserva de Usos Múltiples de Guaraní (Misiones, Argentina)

Sebastián Villarino[1], Andrés Alejandro Leszczuk[2], Damian Lorán[3], Ma. Genoveva Gatti[4], Natalia Bedrij[5]

[1]Estudiante de ingeniería forestal (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina.

[2]Ingeniero Forestal, Doctor en Ciencias Agropecuarias, Jefe de trabajos prácticos (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina. andres.leszczuk@fcf.unam.edu.ar

[3]Ingeniero Forestal, Profesor adjunto (FCF-UNaM), Bertoni 124 (N3382GDD), Eldorado, Misiones, Argentina.

[4]Bióloga, Doctora en Ciencias Biológicas, Profesora Asociada (FCF-UNaM), Investigadora Independiente CONICET (IBS, UNaM-CONICET).

[5]Ingeniera Forestal, Doctora en Ciencias Biológicas, Msc. en Ingeniería Forestal, Estudiante Posdoctoral CONICET (IBS, UNaM-CONICET)

La estimación del stock de carbono en bosques continúa presentando un grado significativo de incertidumbre a escala global. Los bosques tropicales y subtropicales actúan como sumideros de CO_2, gas que contribuye al efecto invernadero. En este contexto, los sensores remotos constituyen una alternativa para estimar flujos y stocks a escala regional y local. El LiDAR es un sensor activo basado en pulsos láser que permite obtener mediciones precisas de la estructura y altura de la vegetación en aplicaciones forestales. En este trabajo se analizaron datos LiDAR aerotransportados, adquiridos en febrero de 2025, en la Reserva de Usos Múltiples de Guaraní (RUMG), en el marco del proyecto GeoTrees. El relevamiento fue realizado con un sensor LMS Q680i, que cubrió 19 km². Estos datos se integraron con inventarios forestales efectuados en 2023 y 2024 en 19 parcelas de 1000 m², establecidas según la metodología del Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos de Argentina, donde se relevaron variables como área basal, altura media, DAP, biomasa y carbono. Las nubes de puntos LiDAR fueron recortadas y normalizadas a nivel de parcela. La normalización se realizó restando a la altura de los puntos los valores de un modelo digital del terreno (DTM) generado a partir de la misma nube de puntos, con resolución de 0,5 m/px. Este procedimiento eliminó el efecto del relieve y permitió analizar la estructura vertical del dosel mediante el modelo de altura de copas (CHM). Posteriormente se calcularon las métricas de volumen del dosel (*Vcan*) propuestas por Jochem *et al.* (2011), las cuales se obtienen multiplicando la proporción de primeros retornos por la altura media en distintos estratos. El dosel se dividió en cuatro rangos de altura (1–5, 5–10, 10–15 y >15 m), estimando el índice Vcan para cada uno (*Vcan_1* a *Vcan_4*). Además, se estimaron métricas del CHM. Se implementó un radio dinámico de muestreo, dependiente de la densidad de primeros retornos, que ajusta el área de análisis a la estructura local del dosel. Este enfoque evitó sesgos asociados a ventanas fijas en bosques con alta

heterogeneidad estructural. A partir de este radio se calculó un parámetro de transparencia del dosel (CTP) basado en el *Echo Ratio*. Luego se generaron métricas Vcan ponderadas por transparencia (*Vcan_ER1–Vcan_ER4*), que integran la estructura vertical y la apertura del dosel. Para evaluar su capacidad predictiva, se ajustaron modelos lineales simples y múltiples utilizando como variable respuesta la biomasa aérea obtenida en campo. Las métricas Vcan_ER explicaron hasta un 33% de la variabilidad, mientras que Vcan_ER4 explicó un 37%, indicando que la estructura vertical superior aporta más información para estimar biomasa. No obstante, los modelos más precisos se obtuvieron al combinar métricas simples derivadas del LiDAR, como CHM máximo o zmax, con área basal. Estos modelos explicaron hasta un 95% de la variabilidad y mostraron alto ajuste entre valores observados y predichos, siendo que el área basal explica hasta un 86% su variabilidad. Los resultados sugieren que es posible estimar biomasa con alta precisión utilizando datos LiDAR y midiendo únicamente los diámetros, sin requerir identificación de especies ni estimaciones de densidad de madera.

Palabras clave: Bosque Nativo; Carbono Forestal; Estructura Vertical; Inventarios Forestales; LiDAR; Selva Misionera.

ÁREA: BIOECONOMIA

RESUMEN

Las Reservas Forestales y la configuración del Sistema de Áreas Protegidas de la Provincia de Misiones. Un itinerario político y legislativo

Forest Reserves and the configuration of the Protected Areas System in the Province of Misiones. A political and legislative itinerary

Juan Pablo Cinto[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio Tecnología de la Madera. Bertoni 124, Km3. Eldorado, Misiones, Argentina. juan.cinto@fcf.unam.edu.ar,

El Sistema de Áreas Protegidas de la Provincia de Misiones creado por Ley XVI N° 29 (antes 2932), se configuró a partir de reservas forestales fiscales creadas con objetivos de abastecimiento de madera nativa industrializable, reorientados posteriormente a fines conservacionistas. En respuesta al interrogante sobre qué decisiones políticas determinaron ese resultado, es objetivo de este trabajo, realizado mediante una revisión documental, trazar un itinerario político y legislativo durante el período 1959 – 1991, destacando hechos que formaron parte de la política forestal y establecieron bases para una política de conservación de la biodiversidad.

Misiones, a pocos años de su provincialización con poder de administración sobre los recursos naturales, contaba con una superficie de bosques fiscales estimada en 500.000 hectáreas. En 1959, la Intervención Federal a cargo del Dr. Ayrault creó por Decreto 882 un conjunto de Reservas Forestales destinadas al abastecimiento industrial. Nominadas “Patrimonio Forestal del Gobierno”, abarcaban parte de las colonias fiscales de A. del Valle, San Pedro y Manuel Belgrano excluídas de toda colonización agrícola, aunque decretos posteriores fueron desafectando superficies para tal fin. En 1964, se sanciona la Ley N° 251, primera ley forestal provincial, estableciendo cupos de extracción de Araucaria de “origen fiscal”.

La Ley N° 628 de 1975, retoma la cuestión de las Reservas, clasificándolas en “forestales” y “semilleras”. En ese período, se transfirieron al Instituto de Previsión Social, a la empresa estatal Papel Misionero (Ley N° 579) y a la Universidad Nacional de Misiones (Decreto - Ley N° 26) un bloque de Reservas que se integraron posteriormente a la Reserva de Biosfera Yabotí.

La Ley 854/77 consolidó el régimen forestal provincial, aunque las Reservas continuaron bajo explotación u ocupación irregular. En 1982, el Decreto Ley N° 1.539 creó el Parque “Islas Malvinas” sobre un sector de 10.000 has. de Reserva. Aunque es considerado el primer parque provincial, el Decreto N° 2670/59 había destinado una superficie fiscal en San Pedro para la creación de un parque de 1.000 has., finalmente no implementado.

A partir de 1983, se aceleró el proceso de ocupación de bosques y tierras forestales fiscales y con ello, las desafectaciones para colonización. Dos hechos políticos contribuirán a la modificación de ese escenario: la creación del Ministerio de Ecología en 1984 con una dependencia, inexistente hasta entonces, destinada a la “ecología” y, en 1985, el inicio de la construcción de una obra hidroeléctrica sobre el arroyo Urugua-I, que impulsó un movimiento multisectorial ambientalista

demandando la creación de un parque compensatorio del impacto ambiental de la represa.
Por Ley N° 2.794 de 1991 se creará el Parque Urugua-I sobre tres sectores de Reservas, sumando al Islas Malvinas, dando inicio a un proceso político y legislativo, por el cual otras reservas forestales y semilleras, de forma total o parcial, serán declaradas áreas protegidas. Se conformarán los Parques H. Foerster, Yacuy, Araucaria, Cruce Caballero y Cametti.
Este itinerario conecta decisiones políticas sobre bosques nativos que permitieron estructurar un sistema de conservación de Misiones, fundamentos de su declaración como “Capital Nacional de la Biodiversidad” por Ley N° 27.494.

Palabras clave: Biodiversidad; Historia ambiental; Política forestal.

RESUMEN

Análisis de factibilidad de la armonización entre la Legislación Nacional sobre Bosques Nativos de Argentina y Brasil

Fasibility analysis of the harmonization between the National Legislation on Native Forests of Argentina and Brazil.

Juan Pablo Cinto[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, Km3. Eldorado, Misiones, Argentina. juan.cinto@fcf.unam.edu.ar

El Acuerdo Marco sobre Medio Ambiente del MERCOSUR prevé entre las acciones establecidas en el Artículo 6°: "buscar la armonización de las legislaciones ambientales, considerando las diferentes realidades ambientales, sociales y económicas [...]", incluyendo entre sus áreas temáticas, a los bosques. Estas formaciones naturales están sometidas a presiones antrópicas que provocan su degradación, fragmentación y transformación, efectos apreciables en la Ecorregión compartida Selva Paranaense / Mata Atlántica, causados por la expansión de la agricultura a gran escala, representada principalmente por el complejo soja - trigo - maíz. Una posible aplicación de un estudio de armonización, podría ser en el marco del "Acuerdo de Asociación entre la Unión Europea, el Mercado Común del Sur", que establece como objetivo "mejorar la integración del desarrollo sostenible en las relaciones comerciales y de inversión". Es objetivo de este trabajo identificar, aplicando el método comparativo sobre la Ley de Argentina N° 26.331 (en adelante LEYAR) y de Brasil N° 12.651 (en adelante LEYBRA), aspectos que puedan incidir sobre una eventual armonización. La comparación se realizó sobre la legislación de estos países, considerando que aportan la mayor superficie de bosques nativos del bloque y una similar organización política federativa. LEYBRA establece normas generales sobre la protección de la" vegetación", incluyendo los bosques nativos y una variedad de formas florísticas y fisionómicas, mientras que LEYAR alcanza exclusivamente a bosques nativos de origen primario, secundario y resultantes de recomposición o restauración voluntarias. LEYAR establece "...los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sustentable de los bosques nativos, y de los servicios ambientales que estos brindan a la sociedad. [...], siendo uno de sus objetivos "Promover la conservación mediante el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos y la regulación de la expansión de la frontera agropecuaria y de cualquier otro cambio del uso del suelo". Sus objetivos están vinculados expresamente a la Ley General del Ambiente. LEYBRA explicita un sólo objetivo, el "desarrollo sustentable" orientado por un conjunto de "Principios", entre ellos la "reafirmación de la importancia de la función estratégica de la actividad agropecuaria, y del papel de los bosques y demás formas de vegetación nativa en la sustentabilidad, en el crecimiento económico, en la mejoría de la calidad de vida de la población brasileira y en la presencia del País en los mercados nacional e internacional de alimentos e bioenergía", mientras que LEYAR expresa como meta "la regulación de la expansión de la frontera agropecuaria y cualquier otro uso del suelo" y "regular y controlar la disminución de la superficie de bosques nativos", en respuesta al avance de la actividad agropecuaria sobre las regiones forestales del

País. Esta expansión es un aspecto subyacente en ambas normas, pero de manera diferenciada. Mientras que Brasil promueve una compatibilización a escala predial de los bosques con la actividad agropecuaria, Argentina busca limitarla a escala provincial mediante ordenamientos territoriales de bosques. Se concluye que la escala de aplicación, es un aspecto diferencial crítico en la legislación sobre bosques nativos de ambos países.

Palabras clave: MERCOSUR; Política Forestal; Regulaciones del uso de bosque nativo.

RESUMEN

Análisis de la inversión forestal, los costos de la madera en pie, y de la compensación de carbono forestal para los bosques plantados a nivel mundial

Integrated Timber Investment Returns, Wood Fiber Stumpage Costs, and Forest Carbon Offset Costs for Global Planted Forests

Patricio Mac Donagh[1], Frederick Cubbage[2], Rafael Rubilar[3,4], Bruno Kanieski Da Silva[5], Adriana Bussoni[6], Virginia Morales[7], Gustavo Balmelli[8], Vitor Afonso Hoeflich[9], Roger Lord[10], Jacek Siry[5], Carmelo Hernández[11], Pu Zhang[12], Ha Tran Thi Thu[13], Richard Yao[14], Peter Hall[14], Jaana Korhonen[15], Luis Díaz-Balteiro[16], Roque Rodríguez-Soalleiro[17], Robert Davis[18], Rafal Chudy[19], Rafael De La Torre[20], Gabriel Jaime Lopera[21], Nalini Mohan Denduluri[22], Ana Cubas-Baez[1]

[1]Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Km3. Eldorado, Misiones, Argentina. patricio.macdonagh@gmail.com

[2]Department of Forestry and Environmental Resources, North Carolina State University, Raleigh, NC, USA. fredcubbage@yahoo.com

[3]Cooperativa de Productividad Forestal, Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

[4]Centro Nacional de Excelencia para la Industria de la Madera (CENAMAD), Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

[5]University of Georgia, USA

[6]Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

[7]Departamento de Ciencias Económicas, Universidad de la República, Tacuarembó, Uruguay

[8]Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Tacuarembó, Uruguay

[9]Departamento de Economia Rural e Extensão, Universidade Federal do Paraná, Brasil

[10]Mason, Bruce & Girard, Inc., Portland, Oregon, USA

[11]Comisión Nacional Forestal, Guadalajara, México

[12]National School of Development, Peking University, Beijing, China

[13]Research Institute for Forest Ecology and Environment, Vietnamese Academy for Forest Sciences, Hanoi, Vietnam

[14]Scion (New Zealand Forest Research Institute Ltd.), Rotorua, New Zealand

[15]Oak Ridge Institute for Science and Education, U.S. Department of Agriculture (USDA), Knoxville, Tennessee, USA

[16]Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio

Natural, Madrid, Spain

[17]Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago, Spain

[18] nternational Forestry Consultant, Germantown, Tennessee, USA

[19]Forest Business Analytics Sp. z o.o., Łódź, Poland

[20]ArborGen Inc., Ridgeville, South Carolina, United States

[21]Compañía Agrícola de la Sierra, Medellín, Colombia

[22]Consultant, Retired India Department of Forest Conservation

Se estimó la rentabilidad de las inversiones forestales para 15 países y 45 especies con datos al 2023. Se utilizaron criterios de análisis de capital, con una tasa de descuento real del 8 %, sin incluir los costos de la tierra. Se estimaron las rentabilidades financieras del manejo de plantaciones para los principales países en América (Brasil, Argentina, Uruguay, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, México y Estados Unidos), así como para China, Vietnam, India, España, Nueva Zelanda, Finlandia y Polonia. Las tasas de crecimiento de las plantaciones en Sudamérica, Nueva Zelanda y España, y sus rentabilidades, fueron mayores, con tasas internas de retorno (TIR) reales normalmente superiores al 10 %. El Sudeste Asiático registró los precios de madera más altos y las TIR más altas del mundo, superiores al 18 %. Las plantaciones y bosques templados en Estados Unidos y Europa tuvieron una rentabilidad menor, del 3 % al 7 %, pero estos países presentan un menor riesgo, mercados más consolidados y mayor infraestructura.
Los costos promedio de la de madera en pie fueron bajos (menos de $10/m3) en Argentina, Chile, Paraguay, India, Nueva Zelanda, Polonia y todas las especies analizadas en EE. UU. La siguiente categoría, incluyó costos moderados para las maderas blandas en China, la mayoría de las especies en Colombia, las maderas blandas en España y los eucaliptos en Uruguay. Los costos promedio de la madera superaron los US$10 por m^3 en los eucaliptos de Brasil y España, el álamo en España y las maderas blandas en Finlandia. Los costos promedio más elevados de madera, de más de 20 dólares por m3, se registraron en la teca en Colombia y tanto en los eucaliptos como en la acacia en Vietnam.
En general, los costos fueron relativamente bajos para generar almacenamiento de carbono forestal y compensar las emisiones globales de carbono. Estos bajos costos, si se emplean compensaciones de carbono forestal, benefician a la sociedad. El desafío radica, por supuesto, en lograr la aceptación y la presión social para el almacenamiento obligatorio de carbono en los mercados regulados o para el almacenamiento de carbono en los mercados voluntarios. Estos esfuerzos de investigación pueden ser utilizados por el sector privado para considerar inversiones forestales, o por organizaciones gubernamentales y ONGs para estimar sus costos y retornos de inversión, o para proporcionar incentivos para la provisión de servicios ecosistémicos como el almacenamiento de carbono. También es necesario combinar la rentabilidad a nivel de rodal con factores institucionales, políticos, macroeconómicos, de riesgo y otros factores para considerar los beneficios agregados de cualquier inversión individual en una especie o país. Estos datos pueden complementar otros datos sobre disponibilidad de tierras, oferta y demanda de madera, exportaciones e importaciones, leyes y regulaciones nacionales, política nacional, estabilidad y riesgo, entre otros, a la hora de tomar decisiones sobre inversión forestal o almacenamiento de carbono forestal.

Palabras clave: Costos de Fibra da Madera; Costos y Mitigación de Carbono Forestal; Tasas Internas De Retorno De Inversiones Forestales.

RESUMEN

Estructura tecnológica, escala productiva y sostenibilidad del sector de aserraderos en Misiones, Argentina: un complejo forestoindustrial territorial basado en plantaciones y socialmente intensivo en empleo

Technological Structure, Production Scale and Sustainability of the Sawmilling Sector in Misiones, Argentina: A Plantation-Based Territorial Forest-Industrial Complex with High Employment Intensity

Miguel Angel López[1], Juan Angel Gauto[2], Julián Salimbeni[3]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, Km3. Eldorado, Misiones, Argentina. miguel.lopez@fcf.unam.edu.ar

[2]Gobierno de la Provincia de Misiones, Ministerio del Agro y la Producción, Subsecretario de Desarrollo Forestal, Posadas, Misiones, Argentina.

[3]Consejo Federal de Inversiones, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

El sector foresto-industrial de la provincia de Misiones constituye uno de los pilares de la economía regional por su contribución al producto bruto provincial, su capacidad de generar empleo, los encadenamientos productivos y el aprovechamiento de recursos forestales renovables. El presente trabajo analiza la estructura tecnológica, la escala productiva, el empleo de mano de obra, la localización geográfica y el tipo de materia prima de los aserraderos, integrando como antecedentes el Relevamiento Anual de las Industrias Forestales de la DNDFI-SAGPyA para el período 2019–2023 y el relevamiento y diagnóstico industrial realizado mediante visitas a campo en 2021–2022 por el Gobierno de la Provincia de Misiones. Se relevaron 533 aserraderos activos distribuidos en las zonas Norte, Centro y Sur, permitiendo una caracterización integral con enfoque territorial. La comparación con el Censo Nacional de Aserraderos 2018 indica que el rendimiento físico medio del proceso de aserrado se mantiene estable a nivel agregado, aunque con mejoras en los establecimientos medianos y grandes asociadas a la incorporación de optimización de corte, mayor capacidad de procesamiento y secado artificial. En los estratos de menor escala los rendimientos no presentan variaciones significativas debido a la persistencia de equipamiento obsoleto. La capacidad instalada muestra un aumento concentrado en industrias de mayor tamaño mediante ampliación de turnos y modernización de líneas, mientras que la participación de aserraderos con secado en cámara y procesos de remanufactura crece en forma selectiva, manteniéndose baja en el conjunto del sector. Los resultados evidencian una estructura heterogénea con predominio numérico de micro y pequeñas industrias que operan con tecnologías tradicionales, limitada automatización y escasa valorización de subproductos. En contraste, un grupo reducido de aserraderos medianos y grandes concentra tecnología moderna, secado

artificial, integración de remanufactura y aprovechamiento energético de residuos, alcanzando mayores niveles de productividad y agregado de valor. El sector genera 6.369 puestos de trabajo con predominio de empleo permanente y fuerte concentración en producción. Las industrias de menor escala presentan mayor intensidad de mano de obra por unidad producida y menor calificación técnica, mientras que las medianas y grandes muestran empleo más formalizado y tecnificado. Desde la perspectiva territorial, la zona Norte concentra los mayores volúmenes de producción y los establecimientos de mayor escala por su infraestructura logística y proximidad a plantaciones, mientras que las zonas Centro y Sur presentan mayor densidad de micro y pequeñas industrias y menores rendimientos. El consumo anual de materia prima supera los 4,8 millones de m^3, de los cuales el 97 % proviene de plantaciones de *Pinus* y *Eucalyptus*. Los principales cuellos de botella para la sostenibilidad del segmento son el acceso al crédito para modernización tecnológica, las brechas de capacitación en gestión y procesos industriales y la baja incorporación de secado y remanufactura en los estratos menores. Se proponen instrumentos financieros diferenciados por escala, programas de formación técnica, esquemas asociativos para infraestructura común e incentivos al agregado de valor. La modernización tecnológica inclusiva constituye una condición clave para consolidar la bioeconomía forestal con impacto económico y social positivo.

Palabras clave: Bioeconomía; Foresto-industria; Productividad.

RESUMEN

Sincronización de recursos en operaciones de carga y descarga para el transporte de commodities en cadenas de valor forestales

Synchronization of Resources in Loading and Unloading Operations for the Transportation of Commodities in Forest Value Chains

Ignacio Vitale[1], Mariana E. Cóccola[2], Rodolfo G. Dondo[1]

[1]INTEC (Universidad Nacional del Litoral. CONICET), Güemes 3450, (3000) Santa Fe, Santa Fe, Argentina. rdondo@santafe-conicet.gov.ar

[2] CONICET/UTN-FRCU, Ing. Pereyra 676, (3260) Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

Los planificadores logísticos se enfrentan a la tarea de combinar su experiencia con la implementación de tecnologías innovadoras que faciliten y apoyen el proceso de toma de decisiones. El uso eficiente de los recursos disponibles es crítico en la planificación de actividades logísticas. La planificación operativa relacionada a la asignación, secuenciación y programación de las operaciones en cada ubicación de una red de distribución es problema muy dificultoso. Además, la industria forestal argentina se caracteriza por una baja competitividad y altos costos logísticos debidos principalmente a una infraestructura inadecuada. En Argentina, la cadena de valor forestal comienza con la extracción de troncos de plantaciones forestales. Esta materia prima es transportada a industrias primarias que la transforman en intermedios que luego son procesados por otras industrias y los productos terminados se suministran al mercado para satisfacer la demanda de los clientes. Por tanto, la planificación de operaciones logísticas se convierte en un elemento clave para la gestión eficiente de las cadenas de suministro de la madera, ya que son de crucial importancia aquellas decisiones relacionadas con la coordinación entre las operaciones de transporte y las actividades de industrialización. Existe la necesidad de sincronizar las rutas y agendas de trabajo de los camiones con los cargadores ya que la sincronización de operaciones y rutas de vehículos puede desempeñar un papel importante en el aumento de la eficiencia. Además, si el tiempo de servicio del vehículo se ve afectado por la presencia de otros vehículos con horarios similares en el mismo lugar, pueden ocurrir retrasos o tiempos de inactividad innecesarios, afectando la flexibilidad del horario y generando un aumento de costos. Este trabajo desarrolla una metodología para optimizar actividades de recolección y entrega en el primer escalón de la industria forestal, tomando en cuenta la sincronización de recursos asignados a las operaciones de carga y descarga de camiones. Su aporte consiste en el desarrollo de una herramienta computacional que minimice el costo logístico total satisfaciendo requisitos temporales de cada instalación en el horizonte de planificación. El objetivo es generar un plan de transporte para las instalaciones involucradas en el suministro durante un horizonte de planificación determinado.
El problema considera decisiones relacionadas con el ruteo de vehículos así como la sincronización de los mismos con las actividades de los cargadores disponibles. En consecuencia se desarrolla un algoritmo descomposición basado en la generación simultánea de variables y restricciones para el cómputo de rutas cuyas visitas están coordinadas temporalmente con las actividades de carga y descarga en los nodos visitados. El algoritmo consta de tres módulos; un problema “master” que selecciona

rutas y agendas de visitas que son producidas por respectivos módulos generadores. El segundo módulo emplea información de los duales de las restricciones del problema master y el tercero utiliza a los mismos y a las rutas generadas por el módulo antes citado. La eficiencia del enfoque se evalúa resolviendo una variedad de ejemplos que muestran su potencial para ayudar en el proceso de toma de decisiones en esta y en otras problemáticas del sector.

Palabras clave: Coordinación temporal; Logística; Optimización.

RESUMEN

Innovación en política forestal para la bioeconomía y la restauración productiva de la Selva Misionera: Registro Voluntario de Plantaciones de Especies Nativas como instrumento de seguridad jurídica y trazabilidad

Forest Policy Innovation for the Bioeconomy and Productive Restoration of the Misiones Atlantic Forest: A Voluntary Registry of Native Tree Plantations as an Instrument for Legal Certainty and Traceability

Carolina Elizabeth Enebelo[1], Beatriz Irene Eibl[2], López, Miguel Angel[2]

[1]Gobierno de la Provincia de Misiones, Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, Oficina Técnica, Eldorado, Misiones, Argentina. carolenebelo@gmail.com

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina.

La provincia de Misiones alberga uno de los remanentes más relevantes de la Selva Paranaense, ecorregión prioritaria para la conservación de biodiversidad a escala global y estratégica para la mitigación y adaptación al cambio climático. Su protección se encuentra respaldada por la Ley Nacional N.° 26.331 y el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN), instrumentos eficaces para la conservación del bosque nativo. La restauración ambiental, luego del cambio de uso ya sea en sistemas productivos como plantaciones en macizo puros y/o mixtos, en sistemas Agroforestales (SAF) y/o Silvopastoriles (SSP), como arboles aislados en diferentes condiciones y/o ambientes, generan situaciones en las cuales el propietario podría optar por un uso maderable, aun en caso de tratarse de especies que en su condición natural se encuentran protegidas. Sin embargo, en estos casos, el marco normativo vigente no contempla herramientas específicas para el eventual aprovechamiento maderable, ya sea para el uso propio y/o la comercialización de los árboles nativos plantados y/o producto de la conducción de la regeneración natural. La incertidumbre jurídica respecto del origen del recurso, limita la decisión del propietario para su aprovechamiento oportuno, aun atendiendo las condiciones de sustentabilidad. En este contexto, el presente trabajo propone la creación del Registro Voluntario de Plantaciones de Especies Nativas de la Selva Paranaense como herramienta innovadora de política pública destinada a garantizar trazabilidad, seguridad jurídica y diferenciación explícita para la disponibilidad de ejemplares de especies nativas.

La propuesta se fundamenta en el análisis del marco normativo vigente, la revisión de antecedentes institucionales y la evaluación de instrumentos de trazabilidad forestal. Se consideraron las capacidades técnicas provinciales, los sistemas de registro de material reproductivo y las experiencias de articulación interinstitucional.

El esquema diseñado es voluntario, declarativo, digital y verificable, sustentado en la intervención de profesionales matriculados y en información georreferenciada. Permite identificar inequívocamente las plantaciones de especies nativas, que se establezcan en Sistemas SAF, SSP, arboles aislados o en formaciones puras y/o mixtas, generalmente vinculadas con áreas en restauración debido al cambio de uso del suelo. Resuelve las eventuales dudas sobre el origen del recurso y garantiza a la sociedad la trazabilidad del árbol desde la cosecha de semillas, viverización y producción de plantines, hasta la plantación y eventual aprovechamiento. Desde una perspectiva climática, el instrumento promueve la restauración con especies nativas bajo criterios productivos y de sostenibilidad, fortalece la contabilidad de carbono forestal y la generación de información verificable para los inventarios provinciales de gases de efecto invernadero, mientras contribuye con la conservación de la biodiversidad y generación de beneficios socioambientales. El certificado oficial de origen habilitara el aprovechamiento sostenible mediante procedimientos transparentes, favoreciendo el acceso a mercados diferenciados, incluidos aquellos vinculados a madera con trazabilidad ambiental, esquemas de carbono y créditos de biodiversidad. En conclusión, el Registro Voluntario constituiría un instrumento de gobernanza ambiental que integra conservación, restauración productiva y acción climática. Su implementación fortalece la seguridad jurídica, mejora la trazabilidad del recurso forestal y posiciona a Misiones como jurisdicción subnacional líder en políticas climáticas y de biodiversidad basadas en ecosistemas.

Palabras clave: Desarrollo territorial; Especies nativas; Productos maderables.

RESUMEN

Simulación productiva y análisis económico de plantaciones de *Pinus taeda* en el norte de la Provincia de Misiones, Argentina, como base para políticas públicas forestales, bioeconomía y mitigación de carbono

Productivity Simulation and Economic Analysis of Pinus taeda Plantations in Northern Misiones Province, Argentina, as a Basis for Forest Public Policy, Bioeconomy, and Carbon Mitigation.

Miguel Angel López[1], Emilio Gabriel Martínez[1], Sebastián Nicolás Villarino[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina. miguel.lopez@fcf.unam.edu.ar

La actividad forestal en la provincia de Misiones (Argentina) constituye uno de los principales motores del desarrollo económico territorial, con significativa participación en el Producto Bruto Geográfico provincial y una estructura productiva caracterizada por el predominio de pequeños y medianos productores. En el norte de la provincia —integrado por seis departamentos— estos actores desempeñan un rol estratégico en la consolidación de cuencas forestales, el abastecimiento continuo de materia prima a las industrias y la generación de empleo directo e indirecto en el medio rural. La actividad forestal no solo aporta valor agregado y dinamiza economías locales, sino que también contribuye a la captura de carbono, la conservación del suelo y la provisión de servicios ecosistémicos, constituyendo un pilar de la bioeconomía regional. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar los costos de producción de rollos pulpables, aserrables y laminables provenientes de plantaciones de *Pinus taeda* bajo diferentes calidades de sitio, utilizando como variable diferenciadora el Índice de Sitio (IS). Se evaluaron tres escenarios representativos (IS 23, IS 24 e IS 26), manteniéndose constante el esquema silvicultural y el monto de inversión inicial, de modo que la productividad del sitio constituyera la única variable explicativa de las diferencias económicas observadas. Los tres planes de manejo considerados fueron idénticos: plantación inicial de 1.111 plantas ha^{-1}; primer raleo selectivo a los 4 años con extracción del 25 % del Área Basal; segundo raleo selectivo con igual intensidad; y tala rasa a los 16 años. La producción fue simulada mediante la plataforma PlaForNEA-INTA, que estima crecimiento y rendimiento en función del Índice de Sitio y las intervenciones silviculturales. En incremento medio anual (IMA) fueron de 27, 32 y 40 m^3 ha^{-1} $año^{-1}$, respectivamente. El análisis económico se estructuró bajo el enfoque Costo-Precio, aplicando tasas de descuento del 6 % y 12 % anual para representar distintos niveles de exigencia de rentabilidad del capital invertido durante la rotación. Los costos de implantación y manejo se obtuvieron de boletines técnicos del Colegio de

Ingenieros Forestales de Misiones, mientras que los precios de referencia correspondieron a valores oficiales del Instituto Forestal Provincial, actualizados a julio de 2025. El valor considerado fue el de la madera en pie, descontando del precio industrial los costos de cosecha, carga y transporte, estimándose una distancia media de traslado de 50 km. Los resultados evidencian una relación inversa entre Índice de Sitio y costo unitario de producción en los tres tipos de productos analizados. A mayor calidad de sitio, menor costo por tonelada y mayor margen económico, efecto que se intensifica bajo tasas de descuento más elevadas. Dado que la inversión y el manejo fueron constantes, las diferencias observadas se explican exclusivamente por la calidad productiva del sitio. Se concluye que las plantaciones de *Pinus taeda* adecuadamente manejadas en sitios de mayor aptitud presentan ventajas competitivas significativas, fortaleciendo la sostenibilidad económica de pequeños y medianos productores, promoviendo empleo rural estable y aportando bases técnicas sólidas para el diseño de políticas públicas diferenciadas por calidad de sitio y orientadas al desarrollo territorial sostenible.

Palabras clave: Cuencas forestales; Empleo local; Productor forestal.

RESUMEN

Análisis econométrico de la eficiencia productiva en explotaciones agropecuarias diversificadas de Misiones, Argentina

Econometric Analysis of Productive Efficiency in Diversified Agroforestry Farms in Misiones, Argentina

Mariano Martín Di Stasi[1], Miguel Ángel López[1], Diego Ricardo Broz[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina. mariano.distasi@fcf.unam.edu.ar

En la provincia de Misiones existen más de 20.000 Explotaciones Agropecuarias (EAP), caracterizadas por una marcada predominancia de unidades de pequeña escala. De acuerdo con el Censo Nacional Agropecuario 2018, publicación definitiva del INDEC-2021, aproximadamente el 80 % posee menos de 50 ha, el 95 % es administrado directamente por el productor o por integrantes del grupo familiar y cerca del 20 % presenta algún grado de asociativismo. Asimismo, alrededor del 80 % de los productores reside en la propia unidad productiva y el 95 % participa activamente en las labores. Estas EAP muestran un elevado nivel de diversificación, combinando cultivos anuales y perennes, ganadería, plantaciones forestales y relictos de bosque nativo, configurando sistemas complejos. El Sistema de Información Foresto Industrial de Misiones (2024) corrobora además que una proporción significativa de las superficies implantadas se encuentra en manos de pequeños y medianos productores. En este contexto, la medición de la eficiencia productiva constituye un desafío metodológico relevante. La eficiencia se entiende como la relación entre los productos obtenidos y los factores utilizados, expresada mediante indicadores de productividad o rendimiento. Sin embargo, dada la heterogeneidad de actividades y formas de gestión, resulta pertinente analizar simultáneamente la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa. La primera refiere a la capacidad de producir el máximo nivel de outputs con un conjunto dado de inputs, mientras que la segunda considera la utilización de combinaciones óptimas de factores según sus precios relativos y una tecnología determinada. Este enfoque permite evaluar el desempeño productivo considerando tamaño, escala, organización y multiplicidad de bienes y servicios generados. El principal aporte del trabajo consiste en proponer el uso de herramientas econométricas para analizar la eficiencia relativa de estas unidades productivas. La eficiencia técnica puede abordarse mediante métodos paramétricos y no paramétricos. Entre los primeros se destaca el modelo de Frontera Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis*, SFA), que permite estimar la eficiencia respecto de una función de producción específica e identificar efectos de variables explicativas. Entre los segundos, el Análisis Envolvente de Datos (*Data Envelopment Analysis*, DEA) constituye una técnica de programación matemática que no requiere especificar una función de producción y resulta especialmente adecuada para contextos multiproducto y sistemas diversificados. Para EAP con alto grado de diversificación bajo un mismo esquema de gestión, el uso de DEA brinda la flexibilidad necesaria para evaluar relaciones simultáneas entre múltiples *inputs y outputs*, identificando ineficiencias relativas respecto de la frontera eficiente. En unidades donde predomina un sistema

productivo homogéneo, como la producción forestal primaria, el enfoque SFA permite ajustar funciones de producción y estimar parámetros tecnológicos relevantes. La aplicación combinada de estos métodos requiere procesos de capacitación, sistematización de información productiva y disponibilidad de series de datos consistentes. En conclusión, la econometría aplicada a la producción agroforestal constituye una herramienta robusta para cuantificar brechas de eficiencia, comprender la dinámica de sistemas diversificados y generar evidencia objetiva para el diseño de políticas públicas diferenciadas que fortalezcan la sostenibilidad económica, social y ambiental de los pequeños y medianos productores de Misiones.

Palabras clave: Asociativismo; Ruralidad; Sostenibilidad.

RESUMEN

Valoración forestal y análisis de rotación para un sistema foresto–fúngico con *Eucalyptus* sp. para producción de hongos comestibles

Forestry–Fungal Integration: Economic Valuation and Rotation Analysis in an Eucalyptus-Based Mushroom Production System

Santiago Andrés Martínez[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124, Km3. Eldorado, Misiones, Argentina. daron07mar@gmail.com

La integración de sistemas forestales con biotecnología fúngica representa una alternativa productiva emergente dentro de la economía bioforestal. El uso de rollos provenientes de raleos en plantaciones de *Eucalyptus* para la producción de hongos comestibles, principalmente *Lentinula edodes* (shiitake) y *Pleurotus ostreatus* (gírgola) permite valorizar biomasa de bajo precio y mejorar la rentabilidad de plantaciones de corta rotación. El objetivo de este trabajo es evaluar, mediante un modelo hipotético, la rotación óptima y la valoración económica de un sistema foresto–fúngico en un ciclo de ocho años, considerando rendimientos fúngicos simulados, ingresos constantes y costos establecidos.

El sistema modelado considera 1 ha plantada con 1250 árboles de *Eucalyptus*, sin manejo silvícola tradicional, pero con entre sacas del 20 % anual desde el año 4 hasta la tala final en el año 8. La biomasa extraída se utiliza como sustrato en forma de rollos para producción fúngica. Se emplearon rendimientos hipotéticos por rollo según literatura técnica y experiencias regionales: producción creciente de hongos entre los años 4 y 8, diferenciada para shiitake y gírgola. El análisis económico incluye costos directos de cultivo fúngico, costos de infraestructura básica y valor de venta unificado de 6554,34 ARS/kg. Se aplicaron criterios de valoración forestal: flujo de fondos, Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR). La rotación óptima se definió comparando el valor presente de cada año productivo y la disponibilidad progresiva de materia prima.

La producción hipotética acumulada muestra un incremento exponencial hacia el año 8 debido a la mayor disponibilidad de rollos y la estabilización del rendimiento fúngico por sustrato. La simulación arroja un VAN positivo de 39,07 millones de ARS y una TIR del 26 %, evidenciando una rentabilidad superior a la observada en sistemas forestales tradicionales de *Eucalyptus* orientados solo a madera o energía. La entre-saca progresiva permite sostener el flujo productivo, pero genera un fuerte pico final que requiere infraestructura adecuada para procesamiento y comercialización. El análisis de rotación indica que el ciclo de ocho años maximiza el valor económico combinado del sistema: ciclos más cortos reducen la disponibilidad de sustrato, mientras que ciclos más largos no representan incrementos proporcionales de productividad fúngica. Aunque los valores utilizados no corresponden a mediciones de campo, el modelo demuestra el potencial económico del sistema y su pertinencia como alternativa para diversificación productiva en regiones forestales como Misiones.

El sistema foresto–fúngico modelado resulta económicamente viable bajo los supuestos establecidos, integrando principios de valoración forestal con

biotecnología fúngica. La rotación óptima de ocho años maximiza los ingresos al combinar disponibilidad de biomasa con eficiencia productiva de hongos. El enfoque ofrece una alternativa sustentable y de alto valor agregado para plantaciones de *Eucalyptus*, permitiendo aprovechar subproductos forestales y generar nuevas cadenas de valor. Se recomienda validar empíricamente los rendimientos y costos para consolidar este modelo como herramienta aplicable en el sector forestal regional.

Palabras clave: Aprovechamiento forestal; Economía circular; Hongos comestibles.

RESUMEN

Propuesta para la implementación de la tecnología blockchain como palanca estratégica de competitividad en empresas del sector forestal de Misiones, Argentina

Proposal for the Implementation of Blockchain Technology as a Strategic Lever for Competitiveness in Forestry Sector Companies in Misiones, Argentina

Rubén Darío Báez[1]

[1]Universidad Europea del Atlántico. Santander, Cantabria, España. ruben.baez1975@outlook.com

El sector foresto–industrial de la provincia de Misiones enfrenta crecientes exigencias internacionales en materia de trazabilidad, sostenibilidad y debida diligencia, particularmente a partir de la entrada en vigor del Reglamento Europeo sobre productos libres de deforestación (EUDR). Para responder a estas exigencias, el sector debe contar con sistemas de información robustos e integrados a lo largo de la cadena de valor forestal. Sin embargo, se observa una situación caracterizada por registros fragmentados, escasa interoperabilidad y niveles heterogéneos de digitalización.

El objetivo de la propuesta fue diseñar una estrategia para la implementación de tecnología blockchain que contribuya a superar estas debilidades y se constituya en una palanca estratégica de competitividad. Para ello, se adoptó un enfoque metodológico mixto. El componente cuantitativo se basó en la aplicación de un cuestionario estructurado a empresas foresto–industriales y contratistas forestales, a partir del cual se construyó un Índice de Madurez Blockchain (IMB). El componente cualitativo incluyó entrevistas semiestructura-das a informantes clave y observación de procesos críticos de trazabilidad.

Los resultados evidencian niveles incipientes de madurez blockchain, digitalización parcial de procesos y limitaciones significativas de interoperabilidad, aunque con una valoración positiva del impacto potencial de la digitalización sobre la competitividad. Con base en estos hallazgos, se propone un modelo de implementación escalonada de blockchain, que prioriza inicialmente la internalización del enfoque por parte de los actores de la cadena y, posteriormente, la adopción tecnológica gradual mediante un piloto y etapas de expansión. De esta forma, la propuesta busca contribuir a la adaptación competitiva progresiva del sector forestal de Misiones frente a las nuevas exigencias de los mercados internacionales.

Palabras clave: Blockchain; Competitividad; Trazabilidad forestal

ÁREA: TECNOLOGÍA DE LA MADERA Y GESTIÓN DE INDUSTRIAS FORESTALES

RESUMEN

Propiedades físico-mecánicas de vigas aserradas de *Pinus elliottii* cultivado en Entre Ríos

Physico-mechanical properties of sawn beams of Pinus elliottii cultivated in Entre Ríos

Pamela Yohana Fank[1], María del Rocío Ramos[2], Andrea Carolina Vivian Iriburu[2], Eduardo Antonio Torrán[3]

[1]Dra. Ing. Civil; Investigador Grupo de Estudio de Maderas; Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina. fankp@frcu.utn.edu.ar

[2]Ing. Civil; Investigador Grupo de Estudio de Maderas; Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

[3]Mg. Ing. Civil; Co-Director Grupo de Estudio de Maderas; Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

En Argentina, las especies *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* constituyen las principales fuentes de materia prima para la producción de madera aserrada destinada a la construcción. Ambas especies son comercializadas en forma conjunta debido a que presentan similar apariencia y propiedades físico-mecánicas. En el nordeste argentino se cultivan aproximadamente 376.772 ha de pino taeda/elliottii, sin considerar híbridos (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2024). La puesta en vigencia, en el año 2016, del primer Reglamento Argentino de Estructuras de Madera CIRSOC 601 marcó un hito para el uso de este material en la construcción, al brindar un marco normativo que exige madera estructural clasificada en clases de resistencia para garantizar el cumplimiento de los requisitos de diseño y seguridad. En 2025 se incorporó un nuevo conjunto de normas que establecen los criterios de clasificación visual y los valores característicos de resistencia, módulo de elasticidad y densidad para distintas especies cultivadas en el país. Dentro de este conjunto de normas, la IRAM 9670-3 hace referencia al Pinus elliottii y Pinus taeda procedentes de Misiones y Corrientes. Ambas especies también se cultivan en la provincia de Entre Ríos, donde los sectores industrial maderero y forestal han manifestado interés en incorporar esta procedencia dentro del marco normativo vigente. En este contexto, el objetivo de este trabajo fue determinar las propiedades físico-mecánicas de vigas de madera aserrada estructural procedente de una plantación entrerriana siguiendo los criterios de clasificación visual de la norma IRAM 9670-3. El programa experimental involucró 95 vigas de Pinus elliottii (sección 2×6 pulgadas, longitud 3 metros) provenientes de una plantación de 19 años en Entre Ríos. Las piezas fueron clasificadas en el Laboratorio de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Concepción del Uruguay (UTN), asignándoles un grado de calidad (clase 1 o clase 2). Las propiedades físico-mecánicas se determinaron mediante ensayos de flexión estática según IRAM 9663 y los resultados fueron ajustados conforme a IRAM 9664.

Del total de cuerpos de prueba evaluados, 17 se asignaron a la clase 1 y 78 a la clase 2, de acuerdo con los criterios de clasificación establecidos. La densidad característica obtenida fue de 421 kg/m³ para clase 1 y 414 kg/m³ para clase 2, valores similares a los informados por la norma. La resistencia característica alcanzó 27 N/mm² y 15 N/mm² para las clases 1 y 2, superando en 61% y 36% los valores de la norma, respectivamente. Sin embargo, el módulo de elasticidad medio resultó igual a 6.602 N/mm² para clase 1 y 5.995 N/mm² para clase 2, valores inferiores en 34% y 28% a los de la norma. En conclusión, la madera estructural de *Pinus elliottii*

cultivado en Entre Ríos, si bien presenta valores de resistencia destacados, se ve penalizada por un bajo módulo de elasticidad, parámetro fundamental para el diseño estructural. En consecuencia, esta especie/procedencia debería ser comercializada en forma diferenciada de las otras procedencias, y se considera necesario realizar un estudio integral en caso de proponerse su incorporación en un apartado específico de la norma IRAM 9670.

Palabras clave: Pino Resinoso; Resistencia; Rigidez.

RESUMEN

Validación de un método acústico no destructivo para la determinación del módulo de elasticidad de vigas aserradas de pino resinoso cultivado en el Nordeste de Argentina

Non-destructive acoustic method validation for the stiffness determination of sawn beams of resinous pine grown in the Northeast of Argentina

María del Rocío Ramos[1], Pamela Yohana Fank[2], Ciro Andrés Mastrandrea[3], Matías Salvador Martínez[4], María Alexandra Sosa-Zitto[5]

[1]Ing. Civil; Investigadora Grupo de Estudio de Maderas; Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina. ramosr@frcu.utn.edu.ar

[2]Dra. Ing. Civil; Investigadora Grupo de Estudio de Maderas; Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

[3]Ing. Forestal; Jefe departamento Forestal; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria, Concordia, Entre Ríos, Argentina.

[4]Mgter. Ing. Forestal; Investigador departamento Forestal; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria, Concordia, Entre Ríos, Argentina.

[5]Dra. Ing. Civil; Directora Grupo de Estudio de Maderas; Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

Según un relevamiento de 2024, en el nordeste de Argentina se cultivan 376.772 ha de pino resinoso *Pinus elliottii* y *Pinus taeda*, especies utilizadas principalmente para la producción de madera aserrada destinada a la construcción. Estas son comercializadas en conjunto debido a sus similitudes en apariencia y propiedades físico-mecánicas.

Para el diseño estructural resulta esencial disponer de madera aserrada clasificada, siendo la resistencia, el módulo de elasticidad (MOE) y la densidad los parámetros fundamentales para el cálculo. La calidad de la madera puede determinarse mediante clasificación visual o mecánica. La primera se basa en la inspección visual de singularidades que afectan la resistencia y la rigidez, siendo la nudosidad y la presencia de médula los factores que más inciden en el caso del pino resinoso. La clasificación mecánica, por su parte, además de otras variables incorpora ensayos no destructivos para calcular el MOE, entre los cuales los métodos acústicos son los más difundidos.

Los mismos se basan en la relación entre la frecuencia natural de vibración y las propiedades mecánicas del material.

En Argentina se encuentra normalizado el método de clasificación visual para varias especies/procedencias, específicamente la norma IRAM 9670-3 es aplicable a madera de pino resinoso cultivado en el nordeste argentino. Con el propósito de avanzar hacia una clasificación mecánica, el objetivo del trabajo es evaluar la

adecuación del método acústico por vibraciones, utilizando el equipo PLG (Portable Lumber Grader), para determinar el MOE en vigas aserradas de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*.
El estudio incluyó 181 cuerpos de prueba de 2 × 6 pulgadas de sección transversal, distribuidos en dos muestras. La Muestra 1, con 87 piezas, provino de una plantación de Pinus taeda/elliottii en Corrientes; la Muestra 2, con 94 piezas, de Pinus elliottii cultivado en Entre Ríos. En ambos casos, la edad de corte fue de aproximadamente 19 años y el contenido de humedad (CH) de las piezas cercano al 12%.
El módulo de elasticidad dinámico (MOEd) se determinó mediante el equipo PLG y el módulo de elasticidad estático (MOEe) según la norma IRAM 9663.
Los resultados, ajustados a un CH de referencia del 12%, mostraron que el MOEe promedio fue superior al MOEd promedio en 10% y 14% para las Muestras 1 y 2, respectivamente. La relación entre ambos parámetros se evaluó mediante regresión lineal, obteniéndose coeficientes de determinación (R^2) de 0,82 y 0,90, lo que evidencia una alta correlación. Asimismo, se analizó la influencia de la médula y la nudosidad, observándose una mayor precisión en la estimación del MOEe cuando las piezas presentaron menor índice de nudos y ausencia de médula.
En conclusión, el MOEd determinado por vibración longitudinal subestima levemente el MOEe, por lo que el empleo del método acústico con el equipo PLG sería aplicable en vigas de madera de *Pinus taeda/elliottii*. Por otro lado, los resultados obtenidos evidencian la influencia que ejercen los principales parámetros visuales en la transmisión de las ondas acústicas, lográndose una mayor precisión en la estimación del MOEe en aquellas piezas de mejor calidad. Este resultado alienta el desarrollo de nuevos estudios en éstas y otras especies.

Palabras clave: *Pinus elliotti*; *Pinus taeda*; Rigidez.

RESUMEN

Densidad de la madera de siete taxones de *Pinus* spp. provenientes de un ensayo de mejoramiento genético

Wood density of seven Pinus spp. taxa from a genetic improvement trial

Elizabeth Ramona Vera[1], Rosa Angela Winck[2], Diego Rolando Aquino[2], Ector Cesar Belaber[2], Benjamín de Jesús Gomez[1]

[1]IMAM, UNaM, FCF, Laboratorio de Tecnología de la Madera, Eldorado, Misiones, Argentina. vera.elizabeth201092@gmail.com

[2]INTA, EEA Montecarlo, Montecarlo, Misiones, Argentina.

En Misiones el sector foresto-industrial se reconoce como una de las principales actividades económicas, por tanto, la selección de las especies para cultivo debe fundamentarse en el destino final de la materia prima. Para aplicaciones estructurales, la madera de pinos resinosos debe presentar valores elevados de densidad, en conformidad con las exigencias de las normas IRAM 9670. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la densidad aparente de la troza basal de 7 taxones de Pinus spp de 23 años de edad, provenientes de un ensayo de productividad, para identificar aquellos con mayor potencial para uso sólido. Así mismo, determinar la variación radial de la densidad aparente. Los ensayos fueron establecidos en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Cerro Azul, Misiones. En noviembre del año 2019 se apearon 6 árboles de cada uno de los 7 taxones. De los ejemplares seleccionados se extrajeron rodajas de 5 cm de espesor a 0,10 y 3,20 m de altura de los cuales se obtuvieron las probetas de 2 cm x 2 cm. Los taxones evaluados fueron *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (PCH), pino híbrido de primera generación de *Pinus elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (F1) y de segunda generación de *Pinus elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (F2), las retrocruzas F1 × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (F1 × PCH), *Pinus elliottii* var. *Elliottii* × F1 (PEE × F1), *Pinus elliottii* var. *Elliottii* (PEE) y *Pinus taeda* (PT). Se promedió las densidades a estas alturas para obtener un valor representativo de las trozas de mayor valor comercial. El análisis comparativo de los valores de densidad aparente entre taxones y dentro de los mismos se realizó con Modelos Lineales Mixtos. El análisis de variancia arrojó diferencias significativas entre taxones para las variables densidad básica (Db), anhidra (Do), estacionada (De) y saturada (Ds) ($p<0,0001$). El taxón F2, arrojó mayores valores de densidad estacionada, anhidra y básica de 0,57; 0,52 y 0,46 g cm-3, respectivamente. Mientras que los demás materiales genéticos (PEE, PT, PCH, F1, F1×PCH y PEE×F1) alcanzaron menores valores y similares entre sí. Los valores de De para estos taxones oscilaron entre 0,48 y 0,51 g cm-3 la Do varió de 0,44 a 0,47 g cm-3 y la Db de 0,39 a 0,42 g cm-3. Para la Ds promedio, se identificaron el grupo “a” con mayores valores medios de Ds, PT y PEE×F1, seguidos del grupo “b” integrado por los taxones PEE, F1, F2 y F1×PCH y el grupo “c” con menores valores para PCH. El análisis estadístico demostró que, con un aumento de la distancia desde la médula hacia la corteza, se observó un incremento en los valores de las densidades Db, Do, De y Ds dentro de cada taxón, con diferencias estadísticas significativas entre las posiciones radiales ($p<0,05$). El pino híbrido F2 arrojó mayor valor medio de densidad. El comportamiento fue similar para los demás materiales genéticos F1, PCH, PT, PEE, F1

× PCH y PEE×F1, indicando que se podría recurrir a cualquiera de ellos para usos estructurales de clase 1 y 2. Con el taxon F2 se alcanza mayores proporciones de usos estructurales de la clase 1.

Palabras clave: Peso específico aparente; Progenies; Propiedades físicas.

RESUMEN

Evaluaciones de ecuaciones de volumen de trozas de madera

Evaluations of log volume equations

Sofía Alexandra Cuevas[1], Rubén Alberto Costas[2], Marcelo Aurelio Marek[3]

[1]Alumna de grado de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Misiones, Argentina – Facultad de CienciasForestales y Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil – Campus DoisVizinhos. cuevassofiaalexandra@gmail.com

[2,3]Ingeniero Forestal, Profesor, Universidad Nacional de Misiones – Facultad de Ciencias Forestales.

De los fustes de los árboles se obtienen trozas destinadas principalmente a la industria forestal. Desde los orígenes de la silvicultura moderna ha sido fundamental estimar con precisión el volumen de madera de árboles y trozas. En este trabajo se evalúa la precisión de distintas ecuaciones empleadas para estimar el volumen de trozas de Pinus taeda L. destinadas al aserrado en el norte de Misiones, Argentina. El objetivo principal fue analizar la posible reducción de la sobrestimación del volumen al utilizar la fórmula de Brereton en comparación con la de Smalian. Asimismo, se incluyeron las ecuaciones de Newton y Huber con fines comparativos, adoptándose la fórmula de Newton como referencia por su mayor precisión, mientras que Huber permitió complementar el análisis entre métodos convencionalmente utilizados en la volumetría forestal.

Se realizaron mediciones directas en tres aserraderos, registrándose un total de 202 rollos con diámetros medios entre 13,0 cm y 42,6 cm. Para cada rollo se midieron la longitud y los diámetros necesarios para aplicar las distintas ecuaciones de volumen. Además, se clasificó la forma longitudinal de los rollos según criterios geométricos, identificándose un 62% con formas similares a neiloides truncados, un 36% a paraboloides truncados y un 2% a conos truncados, lo que permitió analizar la influencia de la geometría sobre la precisión de las fórmulas.

Se compararon cuatro ecuaciones ampliamente utilizadas: Smalian, Huber, Newton y Brereton. La fórmula de Smalian, si bien es la más difundida por su simplicidad operativa, tiende a sobrestimar el volumen cuando la forma del rollo se aleja del paraboloide truncado. La ecuación de Brereton, que requiere los mismos datos de campo, se propuso como una alternativa para reducir dicho sesgo sin incrementar la carga operativa.

Los resultados evidenciaron diferencias sistemáticas entre las fórmulas. La sumatoria de volúmenes estimada mediante Smalian fue 3,85% superior a la obtenida con Newton, mientras que Brereton presentó una sobrestimación del 2,96% respecto a esta última, reduciendo el sesgo relativo de Smalian en 0,90 puntos porcentuales. Aunque estas diferencias son moderadas, su impacto económico y operativo resulta relevante al trabajar con grandes volúmenes. Por su sencillez y mayor aproximación a la referencia Newton, se recomienda la fórmula de Brereton para contextos similares, así como la realización de análisis de sensibilidad económica y la estandarización de procedimientos de medición en campo.

Palabras clave: Aserraderos; Ecuaciones de cubicación; Volumetría forestal.

RESUMEN

Modelo conceptual para la simulación del proceso productivo de un aserradero de Misiones

Conceptual model for the simulation of the production process of a sawmill in Misiones

Ariana Luján Zacarías[1], Lautaro Andrés Aquino[2], Cristian Ramón Ayala[3], Héctor Darío Enriquez[4]

[1,2]Estudiante de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (FI UNaM), Oberá, Misiones

[3]Ingeniero Industrial, docente investigador del Departamento de Ingeniería Industrial de la FI UNaM;

[4]Ingeniero Industrial, Magister en Logística Integral, docente investigador del Departamento de Ingeniería Industrial y Vicedirector de Carrera Ingeniería Industrial de la FI UNaM. enriquez@fio.unam.edu.ar

En Misiones, numerosos aserraderos presentan bajos niveles de rendimiento y productividad, lo que evidencia la necesidad de herramientas para analizar y mejorar sus procesos productivos. En este contexto, el desarrollo de un modelo conceptual constituye una etapa clave en proyectos de simulación, ya que vincula el sistema real con su posterior representación computacional y favorece la validación, la credibilidad y la comunicación del estudio. Un modelo conceptual es la representación estructurada y abstracta del sistema bajo análisis, que define sus entidades, recursos, procesos, supuestos y alcances, y establece la base para la construcción del modelo de simulación. El objetivo de este trabajo fue desarrollar, mediante un procedimiento estructurado de modelado conceptual basado en la literatura especializada en simulación de sistemas productivos, la representación del proceso productivo de un aserradero de Misiones, estableciendo una base metodológica transferible para la simulación de sistemas productivos discretos similares. El caso que se presenta corresponde al proceso de aserrado de una empresa de la localidad de Oberá, que posee un nivel de producción del orden de 250 m3 de madera aserrada por semana. El procedimiento incluyó: (1) comprensión del problema y definición de objetivos; (2) identificación de variables de respuesta; (3) identificación de factores experimentales o variables predictoras; y (4) determinación de alcances, nivel de detalle, supuestos y simplificaciones. El objetivo de modelado se orientó a establecer una base conceptual que permitirá evaluar, subsiguientemente mediante simulación, configuraciones alternativas del proceso productivo destinadas a incrementar la producción semanal y la productividad por operario respecto a la situación actual. Como variables de respuesta se definieron, entre otras, el volumen semanal de madera aserrada, el rendimiento del proceso y la productividad laboral, así como indicadores operativos explicativos tales como nivel de desperdicios, utilización de centros de trabajo, tasa de utilización por operario, inventario en proceso y tiempo de ciclo. Las variables predictoras incluyeron la dotación y asignación de operarios, la cantidad y prioridad de máquinas activas y las capacidades o velocidades de operación. El proceso genera madera aserrada (tablas). El modelo se sustentó en datos primarios relevados en planta y en un proceso de validación conceptual mediante juicio de expertos del aserradero. El resultado fue un modelo conceptual documentado que describe entidades, actividades, colas y recursos, y explicita qué componentes del sistema se incluyen y

cuáles se excluyen, manifestando las simplificaciones y los supuestos. Se modelaron las etapas de aserrado principal (sierra gemela y sierra de carro), reaserrado (sierra múltiple), canteado, despuntado, recuperación de costaneros, clasificación, armado de paquetes y transporte interno. Se excluyeron reprocesos, secado, remanufactura, mantenimiento y gestión de subproductos. Se adoptaron supuestos de homogeneidad dimensional de trozas y ausencia de reprocesos, y simplificaciones relativas a calidad de materia prima, transporte no significativo y representación agregada de fallas mediante un factor de eficiencia, entre otras. El modelo conceptual proporcionó una base estructurada para la futura implementación de una herramienta de simulación por eventos discretos y para la evaluación sistemática de configuraciones productivas en aserraderos y sistemas operativamente similares.

Palabras clave: Simulación por Eventos Discretos; Cadena Foresto-Industrial; Eficiencia Operativa.

RESUMEN

Modelo conceptual para la simulación integrada de producción y mantenimiento en un aserradero de Misiones

Conceptual modeling for integrated production-maintenance a sawmill in Misiones

Cristian Ramón Ayala[1], Héctor Darío Enriquez[2], Iván Santelices Malfanti[3], Víctor Andrés Kowalski[4]

[1]Ingeniero Industrial, docente investigador del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (FI UNaM), Oberá, Argentina

[2]Ingeniero Industrial, Magister en Logística Integral, docente investigador del Departamento de Ingeniería Industrial y Vicedirector de Carrera Ingeniería Industrial de la FI UNaM. enriquez@fio.unam.edu.ar

[3]Ingeniero Civil Industrial, Doctor (c) en Ingeniería de Organización y Logística, Director Escuela de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile;

[4]Ingeniero Electromecánico, Magister en Ingeniería de Producción, docente investigador del Departamento de Ingeniería Industrial de la FI UNaM.

En Misiones, numerosos aserraderos presentan ineficiencias asociadas a limitaciones de recursos y mantenimiento predominantemente reactivo. El desarrollo de un modelo conceptual vincula el sistema real con su representación computacional. La simulación por eventos discretos permite integrar producción y mantenimiento, evaluando políticas de intervención y su impacto operativo y económico. El objetivo de este trabajo fue desarrollar, mediante un procedimiento estructurado de modelado conceptual basado en la literatura especializada en simulación de sistemas productivos, la representación del proceso productivo de un aserradero de Misiones, integrando en ella los procesos de mantenimiento, estableciendo una base metodológica transferible para la simulación de sistemas productivos discretos similares. El caso que se presenta corresponde al proceso de aserrado de una empresa de la localidad de Oberá, que posee un nivel de producción del orden de 250 m3 de madera aserrada por semana. El procedimiento incluyó: (1) comprensión del problema y definición de objetivos; (2) identificación de variables de respuesta; (3) identificación de factores experimentales o variables predictoras; y (4) determinación de alcances, nivel de detalle, supuestos y simplificaciones. Los objetivos de modelado se orientaron a: (a) establecer una base conceptual integrando el sistema productivo con el mantenimiento del aserradero, identificando los estados operativos y eventos relevantes de los equipos; (b) definir los criterios e indicadores que permitirán estimar las pérdidas asociadas a disponibilidad, rendimiento y calidad para estimar el desempeño global de los equipos y sustentar la evaluación posterior de estrategias de mejora. Como variables de respuesta se definieron, entre otras, la disponibilidad operacional, el desempeño global de los equipos y la productividad del sistema. Las variables predictoras incluyeron las políticas de mantenimiento (correctivo, preventivo, mixto), los parámetros de confiabilidad de los equipos y las características operativas del proceso productivo. El modelo se sustentó en datos primarios relevados en planta y en un proceso de validación conceptual mediante juicio de expertos del aserradero. El resultado fue un modelo conceptual documentado que describe entidades, actividades, colas y recursos, y

explicita qué componentes del sistema se incluyen y cuáles se excluyen, manifestando las simplificaciones y los supuestos. El alcance del modelo incluyó las etapas de aserrado principal (sierra gemela y sierra de carro), reaserrado (sierra múltiple), canteado, despuntado, recuperación de costaneros, clasificación, armado de paquetes y transporte interno, junto con las actividades de mantenimiento que inciden en los estados operativos de los equipos, incluyendo fallas, intervenciones y pérdidas asociadas a disponibilidad, rendimiento y calidad. Se excluyeron reprocesos, secado, remanufactura y gestión de subproductos. El modelo considera homogeneidad en la materia prima, secuencia fija de procesos y capacidades nominales constantes durante operación normal. Las fallas se representan mediante distribuciones probabilísticas independientes, y los recursos de mantenimiento se modelan de forma agregada. Las microparadas y pérdidas menores se incorporan mediante factores de eficiencia, excluyéndose procesos logísticos externos y aspectos administrativos. El modelo conceptual constituye una base estructurada para el desarrollo posterior de un modelo de simulación por eventos discretos y para la evaluación sistemática de configuraciones productivas en aserraderos y en sistemas con características operativas similares.

Palabras clave: Gestión de Mantenimiento; Simulación por eventos discretos; Sistemas Foresto-Industriales.

RESUMEN

Observatorio de Monitoreo de la Industria de la Madera y el Mueble

Wood and Furniture Industry Monitoring Observatory

Nora Gisela Melnechuk[1], Silvia Marisel Korth[1], Adelaida Bragañolo[1], Flavia Carina Wegert[1], Marcelo Marek[1], Diego Baeza[1]

[1]Ingeniero Forestal, Docente. Universidad Nacional de Misiones (FCF–UNaM). Eldorado, Misiones, Argentina. nora.melnechuk@fcf.unam.edu.ar

El Observatorio de Monitoreo de la Industria de la Madera y el Mueble (OMIMyM) es una iniciativa impulsada por la Facultad de Ciencias Forestales – UNaM, en conjunto con la Federación Argentina de la Industria Maderera y Afines (FAIMA) y las cámaras empresarias AMAYADAP y APICOFOM. Surge como respuesta a la histórica insuficiencia de datos actualizados y sistematizados sobre la cadena de valor foresto-industrial argentina, limitación que ha dificultado el análisis sectorial y la toma de decisiones informadas en los ámbitos empresarial, gubernamental y académico.

En su primera etapa, el alcance geográfico comprende las provincias de Misiones y el norte de Corrientes, región que concentra una porción significativa de la actividad foresto-industrial del NEA. El universo de estudio está constituido por unidades productivas formalmente registradas vinculadas a la primera y segunda transformación de la madera (aserraderos, remanufactura e industrias del mueble) de todo el país.

El OMIMyM se configura como un dispositivo técnico-institucional destinado a recolectar, procesar y difundir información estadística relevante, con el objetivo de contribuir a la mejora de la competitividad sectorial, apoyar la formulación de políticas públicas y fortalecer la investigación académica. En esta fase inicial se proyecta alcanzar una cobertura representativa del entramado PyME, a fin de generar indicadores agregados con validez analítica para la región considerada.

Asimismo, promueve la colaboración interinstitucional, el desarrollo de instrumentos de recolección robustos y el levantamiento sistemático de información, facilitando el acceso a resultados por parte del sector. Se prevé la elaboración de estadísticas e informes periódicos que aporten insumos técnicos tanto al sector privado como al público y académico. Constituido mediante Resoluciones del CD N° 303-23 y 305-24, es el primer Observatorio institucional de la FCF (16/F2041-LAB). Actualmente se encuentra en etapa de relevamiento, mediante una metodología basada en formularios estructurados en línea, con posibilidad de complementación mediante instancias presenciales en caso de requerirse mayor cobertura. Las primeras publicaciones están previstas para el primer trimestre de 2026, a través de los canales institucionales de la UNaM, FAIMA y las cámaras asociadas.

El desarrollo de una plataforma digital de consulta pública y permanente constituye su meta inmediata, permitiendo garantizar transparencia y acceso a datos sectoriales consolidados. En el mediano y largo plazo, se espera que el Observatorio facilite a las PyMEs el acceso a información actualizada y consistente para optimizar la toma de decisiones estratégicas y mejorar su posicionamiento competitivo.

Asimismo, tendrá impacto en la formación de recursos humanos, mediante la participación de estudiantes y graduados de la UNaM en tareas de recopilación y análisis estadístico. Finalmente, los datos generados por el OMIMyM constituirán un insumo relevante para la planificación y gestión de políticas públicas orientadas al desarrollo del sector foresto-industrial.

Palabras clave: Cadena de Valor Foresto-Industrial; Estadísticas Sectoriales; Monitoreo Continuo.

RESUMEN

Determinación de contracciones en la madera de clones de *Eucalyptus* de Argentina

Determination of contractions in the wood of Eucalyptus clones form Argentina

Matías Salvador Martínez[1], Ciro Mastrandrea[2], Leonel Harrand[3], Carla S. Salto[3], G.P. Javier Oberschelp[4]

[1] MSc. Ing. Ftal., Investigador, EEA INTA. Concordia, Entre Ríos, Argentina.

[2]Ing. Ftal., Investigador y jefe del departamento Forestal, EEA INTA. Concordia, Entre Ríos, Argentina.

[3] MSc. Ing. Ftal., Investigador, EEA INTA. Concordia, Entre Ríos, Argentina.

[4] Dr. Ing. Agr., Investigador, EEA INTA. Concordia, Entre Ríos, Argentina.

Los cambios dimensionales en la madera son causados por los cambios en el contenido de humedad, ocasionando la contracción e hinchamiento de esta, por la naturaleza higroscópica y anisotrópica de la misma. La estabilidad dimensional de la madera influye en sus aplicaciones, debe entenderse y considerarse en los productos de madera expuestos a servicios donde se presenten fluctuaciones de humedad. Dentro de la clasificación de los usos de la madera, según criterio de estabilidad dimensional, podemos encontrar las propuestas realizadas por Coronel (1994), Ordoñez et al. (1990) y Etchenique et al. (1975). En el contexto regional, las experiencias de Entre Ríos demuestran que la madera de *Eucalyptus grandis* posee un comportamiento estable (Calvo et al., 2006). No obstante, para clones específicos de *E. grandis*, López et al. (2009) reportaron resultados muy variables en las contracciones e hinchamientos. Moutinho (2013) observó en híbridos de *E. grandis* valores de coeficiente de anisotropía de 1,85, lo que categoriza la madera como de estabilidad media; mientras que Santos et al. (2008) clasifican la madera con valores entre 1,5 y 2,8 como de estabilidad media a muy inestable.
El objetivo de este trabajo fue cuantificar los cambios dimensionales de la madera en los clones híbridos de eucalipto precomerciales desarrollados por EEA Concordia de INTA (Entre Ríos). Se evaluaron 5 materiales genéticos: 4 clones (GC-INTA-27; GC-INTA-59; GC-INTA-99. GC-INTA-135), y material de semilla (*E. grandis* HSP) como referencia. Se utilizaron 5 árboles de 6 años por cada material. De cada árbol, se extrajo una rodaja de 10 cm de espesor al 1,30 m de altura del fuste a partir del suelo. Las probetas se prepararon a partir de las rodajas, y sus dimensiones y la determinación de las contracciones fueron realizadas según la norma IRAM 9543. Se determinaron los valores de contracciones volumétricas en porcentajes (CV) y el coeficiente de anisotropía (CA). Los resultados mostraron valores promedio de CV entre 12,5 % y 23,2 %, donde los extremos del intervalo corresponden a *E. grandis* HSP y GC-INTA-59, respectivamente. Se detectaron diferencias significativas entre los materiales evaluados: GC INTA 59 presentó los mayores valores de CV y distintos al resto, mientras que los clones GC-INTA-135 y GC-INTA-99 se comportaron de forma similar al material seminal. El clon GC INTA 27 no presentó diferencias significativas con GC-INTA-99. Esto clasificaría a la madera, según Etchenique et al. (1975), en *E. grandis* HSP, GC-INTA-135 y GC-INTA-99 como moderadamente estables; GC-INTA-27 como inestable y muy inestable a GC-INTA-59. Respecto al CA se obtuvieron promedios en el rango de 1,73 y 2,75. De acuerdo con la clasificación de Coronel

(1994), el clon GC-INTA-59 presenta una estabilidad muy dificultosa en su madera, y para la clasificación de Ordoñez et al. (1990) se corresponde con baja estabilidad, recomendado solo para uso estructural bajo cubierta. Los demás materiales evaluados muestran una estabilidad normal, apta para carpintería.

Palabras clave: Clones Híbridos; Coeficiente de Anisotropia; Estabilidad Dimensional.

RESUMEN

Sistemas de gestión de la calidad y certificaciones en la industria de la madera del NEA: enfoque práctico para PyMEs

Quality management systems and certifications in the NEA wood industry: a practical roadmap for SMEs

Flavia Carina Wegert[1], Mariano Martín Di Stasi[2]

[1]Ing. en Industrias de la Madera. Profesora. flaviawegert@fcf.unam.edu.ar

[2]Ing. Forestal (MSc). Profesor. Facultad de Ciencias Forestales - UNaM.

La competitividad de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) foresto-industriales del Noroeste Argentino, exige entregar productos con especificaciones consistentes (dimensiones, calidad, acabado) y trazabilidad, en un marco de cumplimiento regulatorio y de expectativas crecientes de los clientes. Este trabajo presenta un enfoque aplicado para la implementación y certificación de sistemas de gestión de la calidad (SGC) según ISO 9001:2015, priorizando los procesos críticos de aserrado, secado, remanufactura y logística. Se propone una hoja de ruta de cinco etapas: (1) diagnóstico, relevamiento, alcance y cronograma; (2) Diseño del SGC, mapeo de procesos, análisis de riesgos y definición de indicadores de desempeño; (3) Documentación mínima y capacitación, procedimientos, registros, formación; (4) Implementación y verificación, ejecución y auditorías internas con acciones correctivas; (5) Certificación, pre-auditoría y certificación de tercera parte. El enfoque privilegia herramientas simples como Supplier-Input-Process-Output-Customer (SIPOC) en español, Proveedores-Entradas-Procesos-Salidas-Clientes, que mapea el proceso en partes; matriz proceso-indicador, análisis de causa y tableros mensuales. Como criterios principales de efectividad se emplean: (i) reducción sostenida de reclamos de clientes (frecuencia y severidad) y (ii) aumento de la satisfacción del cliente, medido mediante la encuesta anual institucional (p. ej., calidad del producto, cumplimiento de especificaciones, tiempos de entrega, atención post-venta). Se presentan lecciones aprendidas como formación práctica, selección de indicadores “pocos y buenos”, y el despliegue del ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA) en español Planificar-Hacer-Verificar-Actuar en planta. La experiencia empírica en una PyME de la zona muestra que la implantación de un SGC, en el marco del proceso de certificación ISO 9001, contribuyó a reducir reprocesos y reclamos, y a mejorar el rendimiento del proceso. A su vez, generó sinergias entre compras, auditorías, trazabilidad y capacitación, evitando la generación de documentos duplicados. Los resultados sugieren que un SGC proporcional al tamaño de la empresa mejora la estabilidad del producto y la experiencia del cliente, habilita mercados, consolida la confianza y fideliza los clientes. Para la región, el marco propuesto ofrece una ruta pragmática para PyMEs que buscan profesionalizar su gestión, disminuir reclamos y elevar la satisfacción evidenciada en la evaluación anual.

Palabras clave: ISO 9001; Reclamos; Satisfacción del cliente.

RESUMEN

Qualidade do Fuste e Ocorrência de Tortuosidade em Povoamento de *Eucalyptus dunnii* no Sudoeste do Paraná

Stem Quality and Occurrence of Stem Tortuosity in a Eucalyptus dunnii Stand in Southwestern Paraná

Nathan Rafael Coltro[1], Sofía Alexandra Cuevas[2], Erivan Matheus da Paixão Marafon[1], Eleandro José Brun[3]

[1]Aluno de grado de Engenharia Florestal UTFPR – DV, Brasil. nathancoltro@alunos.utfpr.edu.br

[2] Aluna de grado de Engenharia Florestal UNAM, Argentina e UTFPR – DV, BRASIL.

[3]Engenheiro Florestal, Doctor, Professor, UTFPR –DV, Brasil.

O presente trabalho apresenta os resultados de um inventário florestal conduzido em um sistema silvipastoril com Eucalyptus dunnii, implantado em 2017 na Fazenda Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos, estabelecido com espaçamento de 1,5 m entre árvores. O objetivo foi caracterizar o desenvolvimento das árvores e avaliar atributos dendrométricos, com ênfase na tortuosidade do fuste, característica relacionada à qualidade da madeira e ao potencial de aproveitamento industrial. Foi realizado um censo no qual foram avaliadas 128 árvores selecionadas com base em critérios de vigor, considerando sobrevivência, bom estado fitossanitário, desenvolvimento da copa e crescimento em diâmetro e altura. Nessas árvores foram mensurados o diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura total, além da classificação da tortuosidade do fuste. Ressalta-se que a seleção de indivíduos mais vigorosos pode introduzir viés na análise, uma vez que a ocorrência de tortuosidade no restante do povoamento pode ser superior à observada na amostra avaliada. A tortuosidade foi classificada em dois níveis com base na avaliação visual da forma do fuste ao longo do eixo principal. O nível 1 (leve) corresponde a árvores com fuste predominantemente reto ou com curvaturas suaves, enquanto o nível 2 (moderado) refere-se a indivíduos com curvaturas mais acentuadas. Essa classificação possui caráter qualitativo, baseada na observação da forma do fuste e não em medições quantitativas de desvio. Os resultados indicaram que 30% das árvores apresentaram tortuosidade moderada (nível 2), enquanto 70% apresentaram tortuosidade leve (nível 1), totalizando 100% dos indivíduos classificados. A presença de árvores com maior grau de tortuosidade pode reduzir a proporção de toras retilíneas e, consequentemente, influenciar o rendimento no processamento da madeira. A distribuição observada pode estar associada às características estruturais do sistema silvipastoril, no qual o maior espaçamento entre árvores aumenta a exposição dos fustes à ação de ventos laterais e a variações de luminosidade, fatores que podem favorecer o crescimento assimétrico e a curvatura do tronco. Além disso, a interação com o componente pecuário pode contribuir indiretamente para pequenas inclinações do solo ao redor das mudas nos primeiros anos de desenvolvimento. Conclui-se que o povoamento apresenta bom desenvolvimento dendrométrico, porém a ocorrência de tortuosidade ressalta a importância do monitoramento da forma do fuste em sistemas integrados, visando orientar práticas de manejo que favoreçam a qualidade da madeira ao longo do ciclo produtivo.

Palabras clave: Dendrométrico; Inventário; Silvipastoril.

RESUMEN

Aptitud de postes para tendido eléctrico: evaluación mecánica de clones híbridos y puros de *Eucalyptus grandis* de 6 años

Suitability of poles for power lines: mechanical evaluation of 6-year-old hybrid and pure clones of Eucalyptus grandis

Ciro Andrés Mastrandrea[1], Leonel Harrand[2], Matias Salvador Martínez[2], Gustavo Pedro Javier Oberschelp[2], Carla S. Salto[2]

[1]Ingeniero Forestal, Jefe de departamento Forestal, INTA EEA Concordia, Concordia, Entre Ríos, Argentina. mastrandrea.ciro@inta.gob.ar

[2] Departamento Forestal, INTA EEA Concordia

Argentina cuenta con una superficie de 1.364.464 hectáreas de bosque cultivado (Ministerio de economía 2025), concentradas principalmente en las provincias mesopotámicas. Las coníferas constituyen la mayor parte de esta superficie (60 %), seguidas por el género Eucalyptus, predominantemente E. grandis (27 %). La producción de postes para tendido eléctrico, en 2023, alcanzó los 302.285 m3, el 99,13 % provino de eucalipto. Entre Ríos, se destacó en este rubro, con una producción de 240.252 m3 en 2023, lo que equivale a 75,3 % de la producción nacional (Ministerio de economía 2025). El INTA, como diversas instituciones y empresas, han desarrollado nuevos materiales genéticos de Eucalyptus para mejorar la productividad, la densidad de madera y problemas relacionados al frío. Estos nuevos materiales, especialmente los híbridos, presentan propiedades de la madera diferentes a las de E. grandis seminal. Por ello, es fundamental caracterizar sus propiedades con el fin de determinar su aptitud para diferentes usos. El objetivo de este trabajo fue caracterizar por sus propiedades mecánicas: módulo de elasticidad (MOE) y tensión máxima de flexión en línea de ruptura (TMFLR), cuatro materiales genéticos de 6 años, procedentes de un lote comercial, implantado en Concordia, Entre Rios, para su utilización en postes: EG-INTA-152 (n=12); GC-INTA-27 (n=16); EG-INTA-36 (n= 14) y E. grandis seminal (n=15). El diámetro basal promedio fue de 19,9 cm, (máximo= 23,5 cm, mínimo= 17,4 cm; C.V.=6,6 %). El MOE es un indicador de la rigidez, mide la resistencia de un material a la deformación elástica. Un MOE elevado indica que una pieza se deformará menos bajo una carga. Por su parte, TMFLR mide la resistencia máxima que puede soportar un poste sometido a una carga de flexión en el momento en que se produce la falla o rotura. Se ensayaron 57 postes de 7,5 m a la flexión, siguiendo los parámetros de la norma IRAM 9529. El clon GC-INTA-27 presentó el mayor valor medio de MOE (9737 MPa; C.V.: 20 %), mientras que EG-INTA-36 registró el menor valor (9141 MPa; C.V.: 21 %). Para TMFLR, el clon EG-INTA-36 presentó el valor más alto (46 MPa; C.V.: 23 %) y el EG-INTA-152 el más bajo (42 MPa; C.V.: 27 %). Para ambos indicadores no se observaron diferencias significativas entre los materiales evaluados. La norma IRAM 9513 establece una tensión mínima de flexión de 55 MPa para que un poste sea admitido. En este estudio, ninguno de los materiales evaluados alcanzó este umbral, probablemente debido a su corta edad, entre otros factores. La misma norma establece un diámetro mínimo a 1800 mm de la base de 15,8 cm; los postes evaluados presentaron un valor medio de16,7 cm, con valores entre 19 y 14,6 cm. (C.V.: 6,4 %). GC-INTA-27 estuvo en el límite del rango establecido, La caracterización de clones por su aptitud en postes permitirá al

usuario tomar decisiones sobre el mejor material a utilizar, para este uso. Se plantea la realización de una revisión de la norma IRAM 9513 dados los cambios en los manejos silviculturales y los materiales actualmente utilizados.

Palabras clave: Eucalipto; Resistencia; Rigidez.

RESUMEN

Aptitud de postes para tendido eléctrico: evaluación mecánica de clones híbridos y puros de *Eucalyptus grandis* de 8,5 años

Suitability of p oles for power lines: mechanical evaluation of 8.5-year-old hybrid and pure clones of Eucalyptus grandis

Ciro Andrés Mastrandrea[1], Leonel Harrand[2], Matias Salvador Martínez[2], Gustavo Pedro Javier Oberschelp[2], Carla S. Salto[2]

[1]Ingeniero Forestal, Jefe de departamento Forestal, INTA EEA Concordia, Concordia, Entre Ríos, Argentina. mastrandrea.ciro@inta.gob.ar

[2]Departamento Forestal, INTA EEA Concordia

Argentina cuenta con una superficie de 1.364.464 hectáreas de bosque cultivado (Ministerio de Economía 2025), concentradas en Misiones, Corrientes y Entre Ríos. A nivel nacional, las coníferas representan el 60 % de la superficie total; seguidas por el género Eucalyptus, predominantemente Eucalyptus grandis, con el 27 %. En 2023, la producción argentina de postes para tendido eléctrico alcanzó los 302.285 m3, donde el 99,13 % corresponde a eucalipto. Entre Ríos lideró la producción con 240.252 m3 en 2023, lo que equivale a un 75,3 % de la producción nacional (Ministerio de Economía 2025). El INTA, como otras instituciones y empresas, ha desarrollado nuevos materiales genéticos de Eucalyptus con el objetivo de mejorar su productividad, la densidad de la madera y problemas relacionados con frío. Los nuevos materiales, principalmente los híbridos, presentan propiedades de la madera diferentes a las de E. grandis seminal. Por ello, la caracterización por sus propiedades mecánicas es de suma importancia para determinar la aptitud para diferentes usos. El objetivo de este trabajo fue caracterizar por propiedades mecánicas: módulo de elasticidad (MOE) y tensión máxima de flexión en línea de ruptura, (TMFLR), 5 clones de 8,5 años para su utilización en postes (EG-INTA-152 (n=7); G385/CIEF (n=10); GC-INTA-24 (n=7); H105/CIEF (n= 10) y GC-INTA-134 (n= 11). El MOE es un indicador de la rigidez: mide la resistencia de un material a la deformación elástica. Una madera con MOE elevado es más rígida, lo que significa que se deformará menos bajo una carga; por su parte, TMFLR mide la resistencia máxima que puede soportar la madera de un poste sometido a una carga de flexión (como el viento o el peso) en el momento en que se produce la falla. Siguiendo las pautas de la norma IRAM 9529, 45 postes de 7,5 m fueron sometidos a ensayos de resistencia a la flexión. El clon GC-INTA-134 presentó el mayor valor de MOE (10955 MPa, C.V.: 14 %), mientras que el clon G385/CIEF, presentó los menores valores (8475 MPa, C.V.: 16 %), estos dos materiales presentaron diferencias significativas entre sí (P > 0,05). Respecto a TMFLR, el clon GC-INTA-134 presentó el mayor valor medio (69 MPa, C.V.: 18 %) y GC-INTA-24 el menor valor (52 MPa, C.V.: 24 %); en este caso GC-INTA-134 se diferenció estadísticamente de los demás materiales, salvo de EG-INTA-152.
La norma IRAM 9513 establece una tensión mínima de flexión de 55 MPa para que un poste sea admitido. Solo el clon GC-INTA-134, superó este límite, los demás materiales presentaron valores cercanos, aunque inferiores al límite establecido. El clon GC-INTA-134, superó el límite, obtuvo los mayores valores de MOE y TMFLR, demostrando su aptitud para este uso. El material genético, la edad, el manejo y el

sitio podrían influir en estos valores. La caracterización de los materiales por su aptitud permitirá al usuario tomar decisiones sobre el material a utilizar, si requiere madera para postes. Se plantea la revisión de la norma IRAM 9513 dados los cambios en los manejos silviculturales y los materiales actualmente utilizados.

Palabras clave: Eucalipto; Resistencia; Rigidez.

RESUMEN

Vibración transversal y resonancia para determinar el módulo de elasticidad de tirantes de pino híbrido F2 de 26 años

Transverse vibration and resonance to determine 26-year-old F2 hybrid pine beams elasticity module

Rosa Angela Winck[1,2], Luis Colcombet[1], Diego Rolando Aquino[3], Christian Bulman[4], Adelaida Bragañolo[2], Agustín Ignacio Primo[5], Hugo Enrique Fassola[1]

[1]Investigador. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina. winck.rosa@inta.gob.ar

[2]Docente Investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

[3]Técnico. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina.

[4]Becario INTA, CONICET, EEA Montecarlo, Misiones, Argentina.

[5]Estudiante de Ing. en Industrias de la Madera. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

La consolidación del híbrido de *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (PEE × PCH) como taxón relevante en las plantaciones comerciales subtropicales responde a su excepcional tasa de crecimiento y adaptabilidad silvícola. Sin embargo, esta especie aún no se encuentra suficientemente estudiada como para ser incorporada en las normas de clasificación estructural. El desafío reside en la caracterización precisa de sus propiedades físicas y mecánicas, como densidad, resistencia y rigidez. El estudio de la calidad de la madera se puede realizar de forma indirecta visualmente, considerando defectos como presencia de médula, deformaciones, rajaduras, grietas, cantidad, tamaño y distribución de nudos. Por otra parte, su caracterización estructural se puede realizar con métodos destructivos o no destructivos. Los métodos acústicos se han consolidado como una herramienta principal para evaluar el módulo de elasticidad, destacándose por su rapidez operativa y exactitud en las mediciones. El objetivo de este trabajo fue determinar el módulo de elasticidad dinámico por vibración transversal (MOEv), por resonancia (MOEr) y el módulo de elasticidad a la flexión estática (MOEe). Además, establecer relaciones entre los métodos de medición de módulos de elasticidad. Paralelamente, se buscó proporcionar información sobre materiales maduros de pino híbrido F2 de origen australiano y compararlos con los valores característicos publicados por la norma IRAM 9670-3 para los pinos resinosos cultivados en el NE argentino. Para el estudio, se apearon y trozaron 24 árboles provenientes de un ensayo silvícola ubicado en el norte de la provincia de Misiones. Se obtuvieron en total 156 rollizos de todo el perfil de los fustes. De estos, se descartó el tablón central de 3” de espesor que contenía médula y abundantes bolsas de resinas. De la madera restante se obtuvieron 348 tirantes de 3,15 m de longitud en escuadrías comerciales (2” × 4”, 2” × 5” y 2” × 6”). Se determinó el MOEv con el equipo Metriguard Computer, el MOEr con el software Lumber Grader, y el MOEe con máquina universal de ensayos. Los valores promedios fueron de 8825 MPa, 8920 MPa y 10744 MPa para MOEv, MOEr y MOEe, respectivamente. El valor medio de MOEe fue un 17,9% y 17% superior al MOEv y MOEr, respectivamente. La relación entre parámetros se evaluó mediante regresión lineal, obteniéndose coeficientes de determinación (R^2) de 0,78 (MOEe-MOEv) y 0,83 (MOEe-MOEr), lo que evidencia una alta correlación entre

métodos de medición y que los mismos pueden ser utilizados para la clasificación mecánica de madera aserrada. El 53,16 % y el 78,16 % de las piezas superaron al valor característico de MOEe establecidos por la norma IRAM para pinos resinosos del NE argentino de la clase 1 (10000 MPa) y 2 (8300 MPa) de resistencia para vigas, respectivamente. Similar a lo demostrado para Pinus elliottii y P. taeda. Ambos métodos acústicos fueron adecuados para clasificar la madera de pino híbrido y se recomienda su aplicación para determinar la calidad estructural de madera aserrada.

Palabras clave: Calidad de Madera; *Pinus elliottii* var. elliottii × *Pinus caribaea* var. Hondurensis; Rigidez.

RESUMEN

Aproximación de un modelo de MRP adaptado a las PyMES madereras de la zona norte de la provincia de Misiones, Argentina

A MRP model adapted to timber SMEs in the northern part of Misiones, Argentina

Pamela Soledad Meza[1], Mariano Martín Di Stasi[2], Guillermo Bruno Miguel Woitschach[2], Flavia Carina Wegert[2], Ricardo Wernle[2], Carolina Leiva[2]

[1]Becaria de Investigación. Estudiante. FCF-UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina. pamsol.meza@gmail.com

[2]Profesor/a FCF-UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina

En la provincia de Misiones, el sector industrial maderero está integrado por más de quinientas pequeñas y medianas empresas (pymes), que desempeñan un papel relevante en la generación de empleo y en el volumen total de producción provincial. Asimismo, estas organizaciones comparten características estructurales típicas del segmento Pyme, entre las cuales se destacan procesos críticos como la planificación operativa, la gestión de la calidad, la seguridad industrial y el mantenimiento preventivo. En este contexto, la planificación operativa se configura como una función estratégica que organiza y coordina los recursos disponibles, debiendo abordarse en distintos horizontes temporales según los objetivos productivos o las contingencias identificadas. Por su parte, los sistemas MRP I y MRP II (Material Requiriments Planning), constituyen herramientas de soporte para la gestión de la producción, orientadas a determinar la cantidad y el momento adecuado de los recursos requeridos para satisfacer la demanda. Estos sistemas integran información sobre insumos, tiempos de proceso, capacidades de planta y niveles de inventario, permitiendo generar programas coherentes de requerimientos, producción y despacho. El objetivo de este avance consiste en diseñar un modelo MRP que contribuya a la comparación del mismo con la realidad de la planificación de la producción en pymes madereras. Para lograrlo, el equipo de investigación desarrolló una revisión bibliográfica exhaustiva y, elaboró un cuestionario estructurado orientado a relevar las prácticas vigentes de planificación y control de la producción en este tipo de empresas; el mismo está en proceso de validación.

El modelo base propuesto utilizó el modelo MRP tradicional y se adaptó a las condiciones operativas y tecnológicas propias del contexto regional, según bibliografía y conocimiento empírico de los investigadores. El avance propone desarrollar un repositorio centralizado de datos que clasifique los pedidos según su tipología, escuadría comercial o industrial, mercado de destino y nivel de asignación al cliente, el Plan Maestro de Producción (PMP) consolida la demanda considerando la fecha de ingreso del pedido, el mercado, el cliente, el volumen de producto terminado y el stock disponible. En relación con la lista de materiales (BOM), el modelo requiere especificar, para cada proceso, el volumen de madera y el tiempo necesario para su producción, identificando la ruta crítica para cumplir con la demanda. De este modo, se indagará sobre la implementación de un sistema

dinámico de seguimiento de materiales que facilite la trazabilidad y la movilidad interna de los recursos.

Por su parte, los programas de producción deben reflejar análisis de capacidades, instrucciones sobre los productos a fabricar, necesidades de insumos y materia prima, así como indicadores operacionales y tiempos estimados. En cuanto a las herramientas tecnológicas, estas varían desde hojas de cálculo y aplicaciones específicas hasta sistemas ERP de mayor complejidad, dependiendo del nivel tecnológico y las posibilidades de cada empresa. Se espera que el estudio permita entregar información necesaria para fortalecer los componentes constitutivos del sistema mediante programas de capacitación y asistencia técnica, con el fin de optimizar la eficiencia de los procesos de planificación, ejecución y control de la producción en el sector.

Palabras clave: Aserraderos; ERP; Planificación.

RESUMEN

Evaluación No Destructiva del Módulo de Elasticidad de la Madera de *Acrocarpus fraxinifolius* y *Toona ciliata*

Non-Destructive Evaluation of the Modulus of Elasticity of Acrocarpus fraxinifolius and Toona ciliata Wood

Jorge Winck[1], Rosa Angela Winck[2,3], Orlando Ernesto Arenhardt[3], Hugo Enrique Fassola[2], Elizabeth Ramona Vera[1]

[1]Estudiantes. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

[2]Investigador. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina. winck.rosa@inta.gob.ar

[3]Docente Investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

En Misiones, especies de rápido crecimiento como *Acrocarpus fraxinifolius* (cedro rosado) y *Toona ciliata* (cedro rojo) representan alternativas para la diversificación productiva. El cedro rosado o fresno hindú presenta una madera versátil y es rápido crecimiento. Es empleada en diversos usos como, madera de construcción general y para elementos estructurales como vigas y postes; es apta para muebles de alta calidad, tanto de interior como de exterior, incluyendo puertas, ventanas, molduras y revestimientos interiores. También puede ser utilizada para pisos, en la elaboración de tarimas, parquets y tejas. Constituye un material adecuado para la producción de tableros contrachapados y cajonerías. El cedro rojo es considerado una madera blanda o semidura y muy fácil de trabajar con herramientas, es utilizada principalmente en ebanistería, carpintería, revestimientos, paneles decorativos, mueblería de alta calidad y productos de valor agregado debido a que presenta un veteado vistoso. Para usos estructurales de madera se requieren un conocimiento preciso de sus propiedades físico-mecánicas. Los métodos no destructivos, basados en resonancia acústica, permiten determinar la rigidez mediante la velocidad de transmisión de ondas sin alterar la integridad del material. El objetivo de este trabajo fue determinar la densidad aparente estacionada (ρ) y el módulo de elasticidad dinámico (MOEd) mediante resonancia acústica en madera aserrada de ambas especies. Complementariamente, se analizó la influencia de la proporción de duramen en el cedro rosado sobre dichas variables y se comparó su aptitud estructural frente a los estándares vigentes para de Eucalyptus grandis. Se evaluaron 40 tablas (20 por especie) de árboles de 30 años. La metodología consistió en el registro de dimensiones, peso y contenido de humedad (CH), este último mediante un xilohigrómetro de contacto. El MOEd se determinó con el software "Lumber Grader". Debido a las variaciones de CH registradas (15,26% en cedro rosado y 12,81% en cedro rojo), los valores de ρ y MOEd se ajustaron al 12% de humedad de referencia. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA y correlación de Pearson. Los resultados indicaron que el cedro rosado posee valores significativamente superiores, con una ρ media de 637 kg/m3 y un MOEd de 11,95 GPa, superando en un 31% y 38%, respectivamente, al cedro rojo (440 kg/m3 y 7,45 GPa). Se halló una correlación positiva y altamente significativa (r = 0,89) entre ρ y MOEd. En el cedro rosado, la proporción de duramen no generó diferencias estadísticamente significativas en las propiedades evaluadas. Ambas especies superaron los valores de densidad requerida para la clase 1 de *E. grandis* (430 kg/m3), no obstante, no alcanzaron la rigidez de exigida para la clase 2 (12,5 GPa). Por lo que, la madera no

podría utilizarse para fines estructurales, sí para mueblería de alto valor agregado. La madera de cedro rosado presentó homogeneidad en los valores medios de ρ y de MOEd independientes de la cantidad de duramen presente en las piezas aserradas. La técnica de resonancia acústica demostró ser una herramienta eficaz para la caracterización tecnológica de madera aserrada. Se podría recurrir a este método para la evaluación de otras especies.

Palabras clave: Cedro Rojo; Cedro rosado; Propiedades Tecnológicas.

RESUMEN

Propiedades estructurales de tableros contrachapados de diferentes clones de *Eucalyptus*

Structural properties of plywood boards from different Eucalyptus clones

Christian Bulman Hartkopf[1], Rosa Angela Winck[2], Pablo Marcelo Stefani[3]

[1]Ing. Forestal; Becario doctoral; INTA-CONICET. bulman.christian@inta.gob.ar

[2]Dra. Ciencias Aplicadas; Investigador; INTA-FCF

[3]Dr. Ciencia de Materiales; Investigador; INTEMA-CONICET

Los tableros contrachapados son materiales estructurales de alto valor agregado, compuestos de chapas de madera obtenidas por debobinado, superpuestas en orientación ortogonal, adheridas entre sí con algún tipo de adhesivo, generalmente termorrígido a base de resina fenólica. Actualmente la industria de los contrachapados no cuenta con un sistema de clasificación de especies, más que la distinción entre los géneros *Pinus* y *Eucalyptus*. Sino que se centra en el cumplimiento de los estándares normalizados del producto terminado. Lo cual deja fuera una amplia gama de posibilidades en el uso específico de diferentes especies o clones. El objetivo de este trabajo fue analizar las propiedades mecánicas de tableros contrachapados de madera de cinco clones del género *Eucalyptus*, proveniente de un ensayo de mejoramiento genético forestal, instalado por el INTA de Concordia, Entre Ríos. Se seleccionaron 5 clones EG INTA 157, EG INTA 36, GC INTA 24, GC INTA 27 y GT INTA 31. Las evaluaciones se llevaron a cabo inicialmente por medio de ensayos no destructivos por ultrasonido en chapas individuales y posteriormente de forma destructiva ensayando las chapas a la tracción estática. Se determinó un grado de asociación entre ambos métodos (R2 = 0,62) y diferencias estadísticas entre clones, así como con respecto a su posición radial dentro del fuste, donde las internas presentaron menores valores mecánicos que las externas. Se utilizó dicha tendencia entre posiciones como criterio, elaborando tableros contrachapados exclusivamente de chapas internas o externas, a los fines científicos, ya que en la realidad la metodología de producción combina ambos tipos de chapas en función de sus cualidades estéticas. Los resultados de las propiedades mecánicas de los ensayos de tableros evaluados a la flexión siguiendo protocolos normalizados IRAM 9706 (2001) y 9506 (2006) demostraron un comportamiento similar al de las chapas evaluadas individualmente respecto a los clones y a la posición de la chapa (interna o externa). Para evaluar la capacidad de adhesión de estos se procedió también a estándares establecidos por la norma IRAM 9562 (2006) y microtomografías de rayos X para evaluar los patrones de penetración del adhesivo en la madera. En cuanto a la capacidad de adhesión, se destacó el clon híbrido GC INTA 27, presentó mayor resistencia al cizallamiento y mayor porcentaje de rotura en madera, esta combinación es un buen indicador de la capacidad de adherencia de este clon y de su resistencia. Las tomografías de rayos X demostraron un nivel de infiltración de la resina en los poros adyacentes a la interfaz adhesivo-madera, que fue relativamente similar entre clones. A pesar de la diferencia encontrada entre materiales genéticos, todos ellos cumplieron con los requerimientos industriales, tanto de resistencia a la flexión como de calidad de encolado, superando los tratamientos más exigentes y demostrando ser aptos para usos en ambientes no

protegidos o exteriores. Sin embargo, si se desea obtener cuerpos estructurales de mayor resistencia se recomienda utilizar chapas externas de clones híbridos de Eucalyptus grandis x E. camaldulensis GC INTA 24 y GC INTA 27.

Palabras clave: Flexión; Rayos X; Ultrasonido.

RESUMEN

Efecto de la intensidad y la oportunidad de raleo sobre la tensión al esfuerzo de tracción perpendicular a las fibras y de clivaje en madera de *Araucaria angustifolia*

Effect of effect of thinning intensity and timing on perpendicular tensile strength and cleavage in Araucaria angustifolia wood

Sara Regina Barth[1, 2], Aldo Esteban Keller[1], Adelaida Bragañolo[2], Alexis Nicolás Feldmann[2], Rosa Ángela Winck[1, 2], Diego Rolando Aquino[1], Ernesto Héctor Crechi[1]

[1]Investigador. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina. barth.sara@inta.gob.ar

[2]Docente Investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

Conocer los efectos del manejo del bosque sobre las propiedades de la madera resulta fundamental para asegurar el cumplimiento de características tecnológicas mínimas exigidas por normas de calidad. En este sentido, se estudió el efecto de tres intensidades de raleo sobre el esfuerzo de tracción perpendicular a las fibras y el clivaje (resistencia a la rajadura), en madera de *Araucaria angustifolia*. Se seleccionaron 27 árboles, apeados a los 34 años, provenientes de un ensayo con siete tratamientos de raleo dispuestos en tres Bloques Completos al Azar, establecido con una densidad inicial de 2500 árboles ha^{-1}. Se analizaron 9 árboles por tratamiento, correspondientes a: testigo (sin raleo, 397 árboles ha^{-1}), raleo suave (33% de área basal, 362 árboles ha^{-1}) y raleo fuerte (66% de área basal, 151 árboles ha^{-1}). Los raleos se aplicaron cada 4 años, con el primero y el último efectuados a los 5 y 17 años, respectivamente. La evaluación mecánica se realizó utilizando una máquina universal de ensayos. La resistencia a la tracción (kg cm^{-2}) y el clivaje (kg cm^{-2}) se midieron en sentidos radial y tangencial según la norma ASTM D 143/52 (1999). Para cada tratamiento se obtuvieron 4 probetas de la primera troza (troza 1, basal) y 4 de la segunda troza (troza 2) de cada árbol, permitiendo discriminar diferencias asociadas a la posición dentro del fuste (490 probetas en total). Los análisis estadísticos se realizaron con InfoStat mediante modelos mixtos, considerando como efectos fijos el tratamiento, la posición de la probeta y la troza, y como efecto aleatorio el árbol. Para evaluar diferencias entre medias y contrastes se aplicó el procedimiento DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves), basado en una técnica de análisis multivariado, con un nivel de significancia del 5%. Los resultados indicaron que, la intensidad de raleo no tuvo influencia significativa sobre la resistencia a la tracción perpendicular a las fibras. En sentido radial los valores oscilaron entre 30,02 y 31,99 kg cm^{-2}, y en sentido tangencial entre 18,41 y 19,50 kg cm^{-2}. El clivaje mostró el mismo comportamiento, con valores entre 4,92 y 5,13 kg cm^{-2} en sentido radial y entre 3,38 y 3,43 kg cm^{-2} en sentido tangencial. Sin embargo, se observaron diferencias asociadas a la posición en el fuste. En sentido tangencial, la troza 1 presentó valores de tracción 12% superiores respecto a la troza 2, mientras que en

clivaje la diferencia alcanzó el 6%. En sentido radial se registró un patrón similar: la troza 1 mostró valores de tracción 15% mayores que la troza 2, y en clivaje la diferencia fue del 11%. Si bien estas diferencias fueron estadísticamente significativas, desde el punto de vista práctico no se da aun un uso diferencial de estas maderas. A la edad de corta analizada, la intensidad de raleo no afectó significativamente las propiedades de tracción y clivaje evaluadas. Los resultados sugieren que manejos con raleos periódicos de mayor intensidad (66%) serían compatibles con la producción de madera de mayores dimensiones, conservando buenas características tecnológicas.

Palabras clave: Calidad de la Madera; Manejo Silvícola; Propiedades Físico Mecánicas.

RESUMEN

Madeira de seringueira como recurso sustentável: caracterização anatômica e densidade do clone SIAL 1005

Rubberwood as a Sustainable Resource: Anatomical Characterization and Density of the SIAL 1005 Clon

Murilo Pereira da Silva[1], Wallace Plácido dos Santos[1], Calline Chaves de Jesus[2], Mara Lúcia Agostini Valle[3], Douglas Edson Carvalho[3]

[1]Discente do curso de engenharia florestal na Universidade Federal do Sul da Bahia. murilo.pereira@gfe.ufsb.edu.br

[2]Discente do programa de pós graduação em Biossistemas na Universidade Federal do Sul da Bahia.

[3]Docente do curso de engenharia florestal na Universidade Federal do Sul da Bahia.

A *Hevea brasiliensis*, nativa da Amazônia, é conhecida mundialmente como principal fonte de látex para a indústria da borracha. No entanto, após 30 anos de exploração, os plantios são reformados, gerando grande volume de madeira ainda pouco valorizada. Esse cenário abre espaço para pesquisas que ampliem as possibilidades de aplicação desse recurso. Diante desse contexto, este estudo busca caracterizar a madeira de H. brasiliensis clone SIAL 1005 em sua anatomia e densidade básica no sentido radial. A partir dessa caracterização, pretende-se revelar potenciais de aplicação, agregando valor à espécie e ampliando seu papel em cadeias produtivas florestais. Destaca-se que a caracterização anatômica complementa a densidade básica na indicação de potenciais usos, fornecendo informações estruturais que influenciam sua trabalhabilidade, estabilidade dimensional e qualidade de acabamento. Para isso, foram analisados três indivíduos coletados no sul da Bahia, com idade entre 10 e 12 anos, selecionados aleatoriamente dentro de uma área experimental, conforme autorização de supressão pela administração do plantio, o que definiu o número amostral. Foram retirados discos à altura do peito, conforme a NBR 11941. A confecção dos corpos de prova incluiu, cortes em cunhas e seccionamento em frações próximo à casca, intermediária e próximo à medula. O material foi levado para o Laboratório Central de Tecnologia de Produtos Florestais da UFSB. A densidade básica foi determinada pelo método de imersão. A descrição macroscópica considerou a cor, grã, textura e brilho. Para análise microscópica, foram obtidos cortes transversais, radiais e tangenciais, submetidos a clareamento, coloração em safranina e desidratação gradual em alcoól. O macerado foi feito pelo método nitro-acético. As descrições seguiram as normas da IAWA Committee (1989), com 25 medições para raios (comprimento, largura e frequência/mm), vasos (comprimento, diâmetro do lume, frequência/mm²) e fibras (comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede). Os dados foram tratados com estatística descritiva e pelo teste de Tukey a 5%. Os resultados indicaram densidade básica entre 0,46 e 0,49 g/cm³, classificada como leve e radialmente homogênea. Macroscopicamente, apresentou grã reta a ocasionalmente entrecruzada, textura média, brilho moderado e cor marrom claro-esbranquiçada. Microscopicamente, verificou-se porosidade difusa uniforme, vasos solitários e múltiplos radiais de diâmetro médio variando entre 77,82 e 104,87 µm,

comprimento entre 321,39 e 382,05 µm, com placas de perfuração simples, pontoações alternas e presença de tiloses, além de maior frequência de vasos na região próxima à medula (até 16,98 vasos/mm²). Os raios, heterogêneos, uni e multisseriados, foram numerosos (14,86–18,33 raios/mm), estreitos (15,06–18,39 µm) e curtos (323,26–355,76 µm), compostos por células eretas, quadradas e procumbentes, abundantes de cristais. As fibras, não septadas, foram classificadas como curtas, com comprimento crescente da medula para a casca (611,25 a 797,35 µm), largura média (10,15 a 12,68 µm), lúmen variando de 5,82 a 7,37 µm, e paredes finas (2,16 a 2,65 µm), suas características indicam madeira juvenil ou em transição. A variação no comprimento das fibras, não compromete a homogeneidade tecnológica para usos leves. As propriedades observadas indicam potencial para móveis, painéis e revestimentos, configurando alternativa sustentável ao uso, agregando valor à espécie.

Apoio: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 137449/2025-9.

Palabras clave: Anatomía; Recursos Florestais; Tecnologia da madeira.

RESUMEN

Propiedades físico-químicas de carbones vegetales elaborados a partir de madera de Acacia negra (*Gleditsia triacanthos*. Linneo)

Physico-chemical properties of charcoal made from honey locust wood (Gleditsia triacanthos. Linneo)

Natalia Raffaeli[1], Juan Ignacio Churruarin[2], María Laura Tonello[1,2], Antonio José Barotto[1]

[1]Laboratorio de Investigaciones en Madera (LIMAD), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Buenos Aires, Argentina. nataliaraffaeli@gmail.com

[2]Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

La especie exótica *Gleditsia triacanthos*. Linneo ("Acacia negra") se ha establecido exitosamente en diversas zonas de la República Argentina, generando distintos problemas ecosistémicos y productivos en predios agrícolas, ganaderos, forestales y áreas de conservación. Su alta tasa de emergencia, abundante producción de semillas y periodo juvenil corto, generan matas densas en los márgenes de cuerpos de agua, con lo cual, contribuye a un desarrollo bien distinto al del hábitat natural. Además, invade caminos rurales y praderas de predios ganaderos donde es muy difícil su erradicación, en parte debido a la presencia de espinas leñosas prominentes en su fuste y ramas. El manejo mecánico no es suficiente ya que esta especie rebrota y reaparece el inconveniente generando un gasto importante. Ante este problema, el objetivo de este trabajo fue la evaluación de las características físico-químicas del carbón de acacia negra, con vistas a un posible uso como material dendroenergético. Para su evaluación se analizaron los contenidos de humedad, de volátiles, de cenizas, de carbono fijado y el poder calorífico de los carbones obtenidos por pirólisis en un horno semi-industrial de tipo Tropical Products Institute (TPI) y en una mufla en laboratorio, mediante un protocolo propio derivado de la norma ASTM D1762 "Standard Test Method for Chemical Analysis of Wood Charcoal". Los contenidos de volátiles (36,60% y 35,02% para horno TPI y mufla respectivamente) se encontraron dentro de los parámetros teóricos esperados (30%-40%); los valores de contenidos de cenizas (1,94% y 1,22% para horno TPI y mufla respectivamente) se mostraron muy por debajo del máximo recomendado (5%); los porcentajes de carbono fijado (63,04% y 62,18% horno TPI y mufla respectivamente), se encontraron dentro de los parámetros teóricos (50%-95%) y los valores de poder calorífico (7880 kcal/kg y 8440 kcal/kg para horno TPI y mufla respectivamente), fueron similares a otros provenientes de especies nativas actualmente utilizadas (quebracho colorado y blanco, algarrobo) y de otras especies exóticas (ligustro, eucalipto) aptas para carbonización. Estos valores indican que la madera de *Gleditsia triacanthos* demuestra aptitud para la elaboración de carbón vegetal de buena calidad para uso doméstico, por presentar valores aceptables de compuestos volátiles, bajos niveles de cenizas, buenos valores de carbono fijo como así también de poder calorífico. Ello, asimismo, generaría una mejora de los sitios intervenidos contribuyendo al control y eventual erradicación de esta invasora exótica en grandes superficies del territorio nacional.

Palabras clave: Dendroenergía; Exótica invasora; Pirólisis.

RESUMEN

Clasificación visual estructural de pino híbrido F2 de origen australiano de 26 años de edad

Visual structural classification of a 26-year-old Australian-origin F2 hybrid pine

Rosa Angela Winck[1,2], Luis Colcombet[1], Diego Rolando Aquino[3], Christian Bulman[4], Adelaida Bragañolo[2], Adrián Renzo Moller[5], Hugo Enrique Fassola[1]

[1]Investigador. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina. winck.rosa@inta.gob.ar

[2]Docente Investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

[3]Técnico. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina.

[4] Becario INTA-CONICET, EEA Montecarlo, Misiones, Argentina.

[5] Becario INTA, EEA Montecarlo, Misiones, Argentina.

En Argentina, la materia prima maderera proviene principalmente de especies del género Pinus, considerado el más importante debido a la extensa superficie implantada, destacándose P. *elliottii* y *P. taeda*, seguido por el híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (PEE × PCH) de primera y segunda generación. La madera de P. taeda y P. elliottii es comercializada de manera conjunta bajo el nombre de “pinos resinosos” con los mismos grados de resistencia para uso estructural por la similitud de sus propiedades, aceptándose presencia de médula para la clase 2 según la norma IRAM 9670-3. No obstante, el pino híbrido no forma parte de este grupo. Para considerar la incorporación futura como material de construcción estructural, debe evaluarse la proporción de médula rosa (MR) e infiltraciones de resina (IR), ya que estas características no están contempladas en la norma, pero se ha observado cierta influencia en los valores de módulo de elasticidad y densidad, especialmente de la madera con IR. El objetivo de este trabajo fue determinar el volumen de madera con MR e IR de la sección central y lateral del rollizo. De un ensayo de densidad de plantación de pino híbrido F2 de 26 años, se extrajeron 24 árboles. Los rollizos de 3,15 m fueron aserrados, obteniéndose 156 tablones centrales de 3” de espesor con ancho variable y 387 tirantes de distintas dimensiones de la sección externa. Sobre el total de piezas, a cada 50 cm de distancia, se midió el ancho de la MR e IR para calcular el volumen de madera con MR e IR en m3 y %. Paralelamente, los tirantes fueron clasificados visualmente según la norma IRAM 9670-3, incluyéndose además la presencia de MR e IR. Se obtuvo como resultado que el 11,25 % del volumen total de la madera evaluada presentó MR e IR. De ella, se encontró que el 39,8 % del volumen de los tablones centrales y el 10,3 % de la madera lateral (tirantes) fueron afectados por estas características. Efectuada la clasificación visual de los tirantes (sin incluir al tablón central), donde el criterio de aceptación o no de una pieza completa se realizó en base a la ausencia o presencia de determinada característica, está arrojó un 40,4 % de rechazo por la presencia de defectos. El 20,1% fue debido a las características ya incluidas en la norma, 5,8 % y 14,4 % a causa de la presencia de MR e IR, respectivamente. El 59,6% de las piezas tipificó como aceptado bajo clase 1 y 2 de resistencia, siendo similar a los valores citados en la literatura para los “pinos resinosos”. La MR y las IR son características para considerarse en la futura incorporación de este taxón a la normativa argentina de clasificación visual estructural por clases resistentes. Se concluye que el

porcentaje de madera rechazada aumentó al considerar la presencia de MR e IR como características indeseables para estos fines, estando ella concentrada en el tablón central con médula.

Palabras clave: infiltraciones de resina; Médula rosa; *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

RESUMEN

Efecto de dos densidades de plantación sobre el módulo de rotura y de elasticidad en madera de pino híbrido F2 de 26 años.

Effect of two tree densities on the modulus of rupture and elasticity of 26-year-old F2 hybrid pine wood.

Adelaida Bragañolo[1], Luis Colcombet[2], Rosa Angela Winck[1,2], Angelica Aguilera[1], Flavia Wegert[1], Paola Acevedo[1], Luis Grance[1], Alexis Feldmann[3]

[1]Docente investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina. adelaida.braganolo@fcf.unam.edu.ar

[2]Investigador. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina

[3]Estudiante de Ing. en Industrias de la Madera. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

La calidad mecánica de la madera destinada a usos estructurales depende en gran medida de las condiciones de crecimiento y de la densidad inicial de plantación del rodal. El espaciamiento inicial entre plantas regula la competencia por luz, agua y nutrientes, condiciona el crecimiento dimétrico y determina la proporción relativa de madera juvenil y adulta. Esto influye directamente en propiedades mecánicas como el módulo de rotura (MOR) y el módulo de elasticidad (MOE). En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto de dos densidades de plantación sobre los valores de MOR y MOE a la flexión estática en madera de pino híbrido (*Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis*), con el fin de identificar diferencias entre ambos tratamientos y aportar información técnica para la clasificación estructural de la madera. La muestra utilizada para el estudio se obtuvo de un ensayo de 26 años ubicado en la localidad de Puerto Esperanza, Misiones, implantado con diferentes densidades de plantación sin raleos hasta la tala rasa. Se seleccionaron dos tratamientos con competencia contrastante entre plantas, (T1) con 292 y 246 plantas.ha^{-1} iniciales y finales respectivamente y (T2) 1.222 y 965 plantas.ha^{-1}, iniciales y finales respectivamente. Las menores densidades finales se originaron por mortandad por heladas al año y medio de vida de la plantación y la competencia entre individuos en el tratamiento T2 a partir de los 23 años de edad. Se seleccionaron 12 árboles, 6 por cada tratamiento, de los que se obtuvieron 151 tirantes de distintas dimensiones, de los cuales se determinó el MOR y el MOE a la flexión estática con máquina universal de ensayos, según lo establecido en la norma IRAM 9663-1. Los resultados indicaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para el MOR (p=0,0162) y MOE (p=0,0001), considerando un nivel de significancia de referencia de p = 0,05. Los valores medios fueron: MOR de 38 y 46 Mpa y de MOE de 10.858 y 13.019 MPa para el T1 y T2, respectivamente. Los resultados indican que T2 (de mayor competencia entre árboles y de menor diámetro promedio) superó a T1 en MOR en 17,4 % y MOE en 16,6 %, respectivamente. Los valores característicos fueron; MOR: 13 Mpa y MOE: 6.919 Mpa para T1, MOR: 21 Mpa y MOE: 8.534 Mpa para T2. Este último supera los valores establecidos en la norma IRAM 9670-3 para “pinos resinosos”, para clase 2 tanto en MOR como MOE y T1solo cumple con el MOE para clase 2. Estos resultados indican que para ambas densidades de plantación se encontraron valores elevados de rigidez y resistencia, indicando su aptitud para usos estructurales, lo que evidencia la importancia de un

manejo adecuado que esté orientado a la calidad del producto final de acuerdo al destino a la madera producida. Se realizará la determinación de la densidad aparente estacionada y la clasificación visual de las piezas considerando defectos para poder comparar estos valores con los establecidos en la norma IRAM 9670-3 y a su vez, poder proponer una clasificación estructural similar para este material.

Palabras clave: Estructural; *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*; Rigidez.

RESUMEN

Absorción en madera de *Pino taeda* impregnada con polifenoles extraídos de la corteza de Pinus spp.

Absorption in Loblolly pine wood impregnated with polyphenols extracted from the bark of Pinus spp.

Adelaida Bragañolo[1], Flavia Wegert[1], Miguel Melnechuk[1], Paola Acevedo[1], Javier Dos Santos[1]

[1]Docente investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina. adelaida.braganolo@fcf.unam.edu.ar

La protección de la madera contra los hongos xilófagos es un tema importante en la industria del aserrado, de la construcción y la carpintería. Actualmente, la mayoría de los tratamientos para la protección de la madera utilizan productos químicos sintéticos, que pueden tener un impacto ambiental negativo. El uso de polifenoles extraídos de la corteza de pino para la protección de la madera frente a hongos xilófagos constituye una alternativa potencialmente más sostenible que los preservantes convencionales, al promover el aprovechamiento de subproductos forestales y reducir el impacto ambiental asociado a los fungicidas sintéticos. No obstante, para que esta tecnología resulte aplicable a escala productiva, su implementación debe ser económicamente viable. Sin embargo, la falta de investigación y desarrollo en esta área ha limitado el uso de polifenoles obtenido de especies de pinos como un tratamiento viable para la protección de la madera. Por lo tanto, es necesario realizar estudios científicos y pruebas de campo para evaluar la eficacia y la viabilidad de este producto natural. El objetivo de este trabajo fue determinar la capacidad de absorción en la madera de Pino taeda impregnada con polifenoles extraídos de la corteza de Pino spp proveniente de industrias forestales locales. Para ello se utilizó corteza de P. taeda, la cual fue sometida a un proceso térmico con agua caliente para la extracción de polifenoles, de la misma se determinó densidad y concentración. Con esta solución obtenida se realizó la impregnación de muestras de madera. El impregnado se realizó utilizado el método de baño caliente-frio. Se utilizaron 10 probetas de madera de 20 mm de sección y 100 mm de largo. Estas muestras, previamente acondicionadas en laboratorio hasta alcanzar un contenido de humedad del 12 %, determinado conforme a la norma IRAM 9532, fueron pesadas para registrar su masa inicial. Posteriormente, se sometieron a un baño caliente durante una hora y, a continuación, fueron retiradas y sumergidas durante dos horas en el baño frío con la solución de polifenoles. Al finalizar el proceso se registró el peso final de cada probeta y se determinó la absorción por diferencia de peso. La absorción de las probetas impregnadas en solución de polifenoles con 10,28 g/l de concentración arrojó un valor medio de 316 kg/m3 de solución, equivalente a una retención de 3,25 kg/m3 de polifenoles secos. Este resultado demuestra que la madera de Pino taeda puede ser impregnada con polifenoles extraídos de la corteza de Pinus spp, presentando valores de absorción similares a los que se logra con otros métodos de impregnación. Esto indica que los polifenoles extraídos de la corteza de pino pueden ser potencialmente utilizados en las industrias como impregnante alternativo para la protección de la madera ante el ataque de hongos xilófagos. Con los resultados obtenidos se propone seguir en una segunda etapa de trabajo, donde se realizarán pruebas de laboratorio sobre las probetas impregnadas para evaluar la durabilidad de estas frente al ataque de diferentes hongos xilófagos y evaluar la capacidad antifúngica de los polifenoles.

Palabras clave: Impregnación; Preservante; Protección.

RESUMEN

Degradação de madeiras tratadas de *Pinus taeda* expostas a Cupins de Solo

Degradation of treated Pinus taeda wood exposed to subterranean termites

Kamily Vitória de Barros Sé[1]; Fernando Kassab Thibes[1]; Markus de Barros Figueiredo Sass[1]; Karina de Souza Tamero[1]; Victoria da Silva Santos[1]; Luana Maria dos Santos[2]; Érick Martins Nieri[3]; Flávia Alves Pereira[3]

[1]Estudante de Engenharia Florestal, UTFPR- Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. kamilyvitoria@alunos.utfpr.edu.br

[2]Bolsista técnica, Napi Wood-Tech UTFPR - Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

[3]Professor (a), UTFPR- Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

A madeira é um material sólido de grande importância econômica, por ser renovável e acessível, contudo, tem sido fonte de alimento de uma grande variedade de insetos xilófagos, dentre estes, os que apresentam maiores danos a madeira são os cupins. Diante disso, o trabalho teve como objetivo analisar qualitativamente os desgastes em madeiras de Pinus taeda em madeiras submetidas a diferentes tratamentos. O ensaio de alimentação forçada foi realizado no Laboratório de Tecnologia da Madeira, da UTFPR, campus Dois Vizinhos. Para isso, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 10 repetições, totalizando 40 corpos de provas, com dimensões de 2,46 cm x 1,13 cm x 2,47 cm. As amostras foram distribuídas entre os seguintes tratamentos: termorretificação, acetilação, nanoemulsão de timol e testemunha. O tratamento de termorretificação foi realizado utilizando um forno tipo mufla e elevando a temperatura a 200 °C (±2 °C), por um período de uma hora. Para a acetilação as amostras foram submetidas a imersão em anidrido acético, durante um período de seis horas a 75° C. A nanoemulsão de timol foi preparada por meio da homogeneização de surfactante (tween 80), álcool 99,5% e timol e posterior imersão dos corpos de prova por um período de 48 horas. Para o ensaio, seguiu as especificações da norma ASTM D3345-22, utilizando-se 40 frascos de vidro, contendo 200 g de areia esterilizados, com a adição de 20 mL de água destilada por recipiente, e após duas horas os uma grama de cupins de solo foram adicionados sob a areia, sendo em seguida os corpos-de-prova foram adicionados aos recipientes. Subsequente a isso, os vidros foram armazenados em local escuro sob temperatura de 25°C a 28°C. A avaliação qualitativa foi realizada após 45 dias, com base na tabela presente na norma ASTM D-3345/22, a qual define notas de dez a zero de acordo com os tipos de desgastes dos corpos de prova, em que a nota dez representa um corpo de prova saudável, enquanto zero representa maior desgaste. Os dados foram tabulados e submetidos a análise de normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Atendendo aos pressupostos, procedeu-se a análise de variância e, quando significativo, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro. Ao analisar os resultados, verificou-se que o tratamento com nanoemulsão de timol obteve nota 10, sendo este superior e estatisticamente diferente aos demais tratamentos. Conclui-se que a aplicação do preservativo de nanoemulsão de timol foi eficiente na resistência ao desgaste da madeira de Pinus taeda submetidas aos cupins de solo.

Palabras clave: Acetilação; Nanoemulsão de Timol; Termorretificação.

RESUMEN

Produção global de painéis de madeira e o papel do Brasil no mercado internacional

Global production of wood-based panels and Brazil's role in the international market

Kassiani de Fatima Bueno Ruth[1], Gabrieli Schultz de Paula[1], Nilson Costa Neto[1], Luana Maria dos Santos[2], Érick Martins Nieri[3], Elisabete Vuaden[3], Flávia Alves Pereira[3]

[1]Estudante de Engenharia Florestal, UTFPR - Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

[2]Bolsista técnica, Napi Wood-Tech UTFPR - Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

[3]Professor (a), UTFPR - Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. flaviapereira@utfpr.edu.br

A produção global de painéis de madeira tem apresentado crescimento consistente, impulsionada principalmente pelos setores moveleiro e da construção civil. Nesse contexto, compreender a competitividade entre regiões produtoras é importante, especialmente diante das crescentes exigências ambientais e comerciais do mercado internacional. O objetivo deste estudo é analisar o cenário produtivo e competitivo da indústria de painéis de madeira, com ênfase na disponibilidade de matéria-prima e na inserção do Brasil no mercado global. A metodologia baseou-se na análise de dados secundários provenientes de relatórios institucionais e literatura científica recente, permitindo uma abordagem comparativa entre diferentes regiões produtoras e suas dinâmicas de mercado. Foram considerados indicadores de produção, consumo, comércio internacional e produtividade florestal, com foco na identificação de fatores que influenciam a competitividade do setor. Os resultados indicam que a produção brasileira de painéis de madeira atingiu 9,7 milhões de m³ em 2024, representando crescimento de 19% em relação ao ano anterior, com predominância do MDF no mercado interno. Em escala internacional, a produção global alcançou aproximadamente 381 milhões de m³, concentrando-se majoritariamente na região Ásia-Pacífico, seguida pela Europa e América do Norte. O comércio internacional é dominado por um grupo restrito de países exportadores, enquanto grandes mercados consumidores apresentam elevada dependência de importações. A matéria-prima utilizada na produção de painéis é composta principalmente por madeiras de baixa densidade oriundas de florestas plantadas, além de resíduos industriais e madeira reciclada, cuja disponibilidade pode representar um fator limitante à expansão produtiva. O Brasil destaca-se pela elevada produtividade florestal, com incrementos médios anuais superiores a 30 m³/ha, significativamente acima dos valores observados em outras regiões produtoras, que variam entre 3 e 5 m³/ha. No entanto, a competitividade no mercado internacional não depende exclusivamente da eficiência produtiva. A inserção comercial está diretamente associada à disponibilidade de matéria-prima certificada por sistemas reconhecidos internacionalmente, bem como ao atendimento a requisitos de legalidade, rastreabilidade e sustentabilidade exigidos por regulamentações ambientais. Entre essas exigências, destacam-se as normas recentes da União Europeia voltadas à restrição de produtos associados ao desmatamento, que impõem novas barreiras ao comércio de produtos florestais. Conclui-se que, embora o Brasil apresente vantagens comparativas significativas em termos de produtividade e disponibilidade de recursos florestais, sua competitividade efetiva no mercado global de painéis de madeira depende da

adequação às exigências ambientais e comerciais vigentes. Assim, o fortalecimento de sistemas de certificação e a conformidade com regulamentações internacionais são fatores determinantes para a consolidação e expansão da participação brasileira no mercado internacional.

Palabras clave: Mercado global de painéis de madeira; Painéis estruturais; Painéis domésticos.

RESUMEN

Estudio preliminar de las propiedades físicas y anatómicas de la madera de *Cunninghamia lanceolata* (Lambert) Hook.

Preliminary study of the physical and anatomical properties of Cunninghamia lanceolata (Lambert) Hook.

Santiago Andrés Martínez[1], María Angelica Aguilera[2], María Adelaila Bragañolo[2], Luis Grance[2], Sonia Ramos[1]

[1]Estudiante, Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina. daron07mar@gmail.com

[2]Ing. Ftal. Docente, Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina.

La especie *Cunninghamia lanceolata* (Lambert) Hook., conocida como abeto chino, es una conífera perenne de la familia Cupressaceae, originaria del sudeste de Asia, principalmente China, con presencia en zonas montañosas del norte de Vietnam y Laos. En su área de origen es una de las especies forestales más importantes, con más de nueve millones de hectáreas implantadas por su rápido crecimiento, adaptabilidad y propiedades de su madera. En Argentina fue introducida en la provincia de Misiones con fines experimentales para evaluar su adaptación a condiciones subtropicales y su potencial productivo en sistemas forestales regionales.

El objetivo de este trabajo fue estudiar preliminarmente la anatomía y algunas propiedades físicas de su madera. Se trabajó con probetas cúbicas de 2 × 2 cm obtenidas del fuste, con seis muestras por cada plano anatómico (transversal, radial y tangencial). Se determinaron densidad, contenido de humedad, contracción e hinchamiento mediante procedimientos gravimétricos. El peso específico se evaluó en condición básica, anhidra y saturada mediante el método de desplazamiento de agua, mientras que el contenido de humedad se determinó por secado en estufa a 102 ± 3 °C hasta peso constante. Para el análisis anatómico se realizaron cortes histológicos de aproximadamente 15 µm, teñidos con safranina y rojo de acridina, y observados con microscopía óptica con software de medición digital. Las mediciones se realizaron sobre aproximadamente 30 traqueidas de la zona periférica del leño maduro.

Los resultados mostraron una densidad básica promedio de 0,508 g cm^{-3}, anhidra de 0,466 g cm^{-3} y saturada de 0,839 g cm^{-3}. El contenido de humedad promedio fue 19 %. La contracción radial y tangencial fue de 1,5 % y 1,8 %, respectivamente, con contracción volumétrica aproximada de 3,3 % y relación tangencial/radial cercana a 1,2. El hinchamiento radial y tangencial fue de 2,5 % y 2,9 %.

Anatómicamente, el leño presenta estructura típica de coníferas, sin canales resiníferos normales. Las traqueidas axiales constituyen 90–93 % del volumen del tejido leñoso, con longitud promedio de 3182 µm, ancho promedio de 41,93 µm y relación longitud/ancho cercana a 75. El espesor de pared varió entre 6,59 y 9,27 µm. Las puntuaciones areoladas se observaron en disposición uniseriada con torus desarrollado, y los campos de cruzamiento presentan puntuaciones tipo cupresoide con una a cuatro puntuaciones por campo. Los radios leñosos son uniseriados, con altura de una a quince células, compuestos por parénquima celular que representa 6–9 % del volumen, mientras que el parénquima axial es escaso y difuso.

Estos resultados describen algunas características anatómicas y físicas de la madera de C. lanceolata, aunque se basan en un único ejemplar en condiciones aisladas. Por ello, los valores deben interpretarse como aproximaciones iniciales, constituyendo un antecedente exploratorio para futuros estudios con mayor número de individuos y diferentes condiciones de sitio.

Palabras clave: Análisis, Coníferas, Madera.

RESUMEN

Determinación de las propiedades tecnomecánicas de los tallos de *Dolichandra unguis-cati* (L.) L.G. Lohmann. a partir de la tecnología ancestral de la cultura guaraní

Determination of the techno-mechanical properties of Dolichandra unguis-cati (L.) L.G. Lohmann. stems based on the ancestral technology of the Guaraní culture

Jorge Hernán Pirelli[1], Héctor Keller[2], Adelaida Bragañolo[3], María Daniela Cabanne[4]

[1]Becario CONICET. Docente Investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina. jorge.pirelli@fcf.unam.edu.ar

[2]Docente investigador CONICET- FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina

[3]Docente Investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

[4]Docente Investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

Los tallos de la especie *Dolichandra unguis-cati*, conocida popularmente como uña de gato, constituyen un recurso forestal no maderable de gran relevancia para la vida cotidiana y las actividades constructivas de las comunidades guaraníes en la provincia de Misiones. Este material es recolectado y utilizado tradicionalmente como un elemento de fijación y cordelería en la estructura de viviendas, siendo fundamental para la atadura de tirantería. Asimismo, su versatilidad permite emplearlo en el amarre de cercos perimetrales y en la confección de cestas rústicas diseñadas para el traslado y la contención de productos agrícolas esenciales. Según la experiencia transmitida entre artesanos locales, el procesamiento manual de los tallos en estado verde es fundamental para alcanzar las prestaciones requeridas: la aplicación de torsión mecánica facilita el manejo y otorga la maleabilidad necesaria para realizar nudos y ataduras complejas, mientras que la combinación de torsión con el flameado sobre fuego directo permite obtener una soga con una capacidad de carga y resistencia superior.

El objetivo del presente estudio consistió en analizar las características tecnológicas de estos tallos bajo tres condiciones específicas: sin tratamiento previo (ST), con torsión manual (T) y con la combinación de torsión y flameado (TF), a fin de evaluar el efecto de estas prácticas desde una perspectiva técnica. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron 33 probetas en total, aplicando 11 repeticiones por cada tratamiento definido.

Los resultados del análisis del diámetro indicaron que no existen diferencias significativas entre los grupos ($p=0,5346$), con una media de 6,82 mm y un valor de R^2 de 0,04. Este bajo coeficiente de determinación revela que solo el 4% de la variación en el diámetro se debe al tratamiento, asegurando que los cambios mecánicos no dependen del espesor de las muestras. En cuanto a las propiedades físicas, el contenido de humedad promedió 11,47% ($R^2=0,02$), la densidad aparente estacionada 0,85 g/cm³ ($R^2=0,07$) y la densidad aparente anhidra 0,76 g/cm³ ($R^2=0,07$). Los valores de R^2 cercanos a cero en estas variables confirman que el

procesamiento artesanal no altera significativamente la estructura física ni la densidad intrínseca del material vegetal.
Respecto al desempeño mecánico, se hallaron contrastes significativos en la carga máxima (p=0,0109) con un R^2 de 0,26, lo que indica que el 26% de la variabilidad en la resistencia es atribuible directamente al tratamiento aplicado. Según la prueba DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves), el grupo TF alcanzó los valores más altos (1403,07 N), superando estadísticamente a los tratamientos T y ST. Para la resistencia a la tracción, se obtuvo un R^2 de 0,17 y un p-valor de 0,0604, lo que situó a todos los grupos en una misma categoría estadística según el test DGC, aunque el tratamiento TF mantuvo una tendencia de mayor valor (38,04 N/mm^2). Se concluye que el flameado es un factor importante para maximizar la capacidad de carga de la liana, validando la eficacia de las técnicas tradicionales guaraníes.

Palabras clave: Flameado, Propiedades tecnológicas, Resistencia.

RESUMEN

Caracterização do resíduo de podas urbanas para produção de biochar

Characterization of urban pruning waste for biochar production

Kamily Vitória de Barros Sé[1], Fernando Kassab Thibes[1], Markus de Barros Figueiredo Sass[1], Karina de Souza Tamero[2], Victoria da Silva Santos[2], Luana Maria dos Santos[3], Érick Martins Nieri[4], Flávia Alves Pereira[4]

[1]Graduandos(as) em Engenharia Florestal, bolsista Napi Wood-Tech, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. kamilyvitoria@alunos.utfpr.edu.br
[2]Graduandas em Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

[3]Doutora, bolsista técnica, Napi Wood-Tech, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

[4]Professor (a), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

A quantidade de resíduos urbanos gerados no Brasil em 2024 foi estimada em aproximadamente 82 milhões de toneladas (Agência Brasil, 2025). Esses resíduos incluem materiais provenientes de residências, comércios, feiras livres e atividades de limpeza urbana, como a coleta de folhas, galhos e restos de podas. Estima-se que os resíduos de poda representem entre 7 e 10 % do volume total de resíduos sólidos urbanos, sendo muitas vezes destinados a aterros sanitários. O aproveitamento desses resíduos apresenta potencial para reduzir significativamente a pegada de carbono, associada ao descarte inadequado. Quando não utilizados de forma adequada, perde-se um recurso lignocelulósico relevante, que poderia ser empregado na produção de energia (como carvão, biogás e briquetes), na elaboração de produtos artesanais, na compostagem ou na produção de biochar. O presente estudo teve como objetivo caracterizar a biomassa proveniente de poda urbana, visando sua posterior utilização na produção de biochar como condicionante de solo. As características físicas e energéticas dos resíduos foram a determinadas de acordo com a norma NBR 8112 (ABNT, 1986), com as devidas adaptações. Os resultados indicaram que o teor de umidade do material foi de 9,54%, o teor de voláteis foi de 74,80%, as cinzas corresponderam a 2,61% e o carbono fixo a 22,59%. Baixos teores de umidade são desejáveis durante o processo de pirólise, uma vez que reduzem a energia necessária para a evaporação da água contida na biomassa, aumentando a eficiência na produção de biochar. Valores elevados de carbono fixo representam um parâmetro importante, pois indicam a quantidade de carbono que será convertida em biochar estável, refletindo a capacidade do material de atuar como reservatório de carbono no solo. Conclui-se que os resíduos de poda urbana apresentam aplicabilidade na produção de biochar, contribuindo para o condicionamento do solo e para o sequestro de carbono. Essa prática pode favorecer a melhoria da fertilidade, a retenção de nutrientes e o armazenamento de carbono de longo prazo, promovendo benefícios ambientais e energéticos significativos.

Palabras clave: Análise Química Imediata; Resíduos urbanos; Teor de Umidade.

RESUMEN

Extracción y cuantificación de tanino obtenido de corteza de *Pinus* spp

Extraction and quantification of tannin obtained from Pinus spp bark

Elizabeth María Weber[1], Adelaida Bragañolo[1], Elsa Iris Figueredo[2], Lauro Alvarino[3], Obdulio Pereyra[1], Emmanuel Enrique Pereyra[1], Guillermo Leandro Zubrzycki

[1]Docente Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional de Misiones, Argentina

[2] Investigador INTA EEA-Montecarlo, Misiones, Argentina. figueredo.elsa@inta.gob.ar

[3]Ing Químico Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

Los taninos vegetales son metabolitos secundarios con función defensiva en las plantas, se clasifican en taninos hidrolizables y condensados; predominando estos últimos en las coníferas. La corteza de pino constituye un residuo abundante en la industria forestal de la provincia de Misiones, lo que representa una potencial fuente de compuestos fenólicos para la formulación de adhesivos libres de formaldehído. Este trabajo expone resultados experimentales de caracterización de corteza de pino proveniente de aserraderos de la zona de Eldorado, Misiones, como insumo para la obtención de taninos a través de la extracción acuosa, para elaboración de un adhesivo libre de formaldehido. A fin de determinar un método para la extracción que represente mayor rendimiento de sólidos solubles; y posteriormente cuantificarlos mediante titulación con permanganato de potasio ($KMnO_4$) como método para la cuantificación de taninos expresados como ácido tánico equivalente; se diseñaron 3 experimentos (E) contrastándose 2 tratamientos en cada uno. E1: Comparación método térmico, 5 g de corteza molida (0,1 mm) en 400 ml de agua (5/400 S/L): A ebullición durante 4 h.; B autoclave durante 1 h a 1,2 atm. E2: Comparación tamaño de partículas (15/100) sometidos a autoclave; tratamiento C corteza molida; D corteza sin moler. E3: tiempo de maceración, corteza sin moler 15/100, E un día; F siete días. Tras la extracción, los líquidos se filtraron y se llevó a estufa a 80 °C hasta masa constante para determinar el contenido de sólidos solubles y calcular el rendimiento porcentual respecto de la masa inicial. El Tratamiento B presentó el mayor rendimiento promedio de sólidos solubles (1,04%), superando significativamente al tratamiento A (0,52%) ($p < 0,0001$). Por otro lado, la molienda favoreció la eficiencia extractiva respecto del material sin moler ($p < 0,0001$). En los tratamientos E y F se registraron alta variabilidad experimental (coeficiente de variación > 100%), sugiriendo baja reproducibilidad bajo estas condiciones, sin diferencias significativas entre los tiempos de maceración evaluados ($p = 0,84$). Para los análisis estadísticos se utilizó el paquete Infostat, para la comparación de medias entre tratamientos la Prueba t de Student. La cuantificación de taninos se realizó mediante titulación redox, adaptando el método de Lowenthal–Proctor (ISO 14088), utilizando $KMnO_4$ (0,1 N y 0,025 N) e índigo carmín como indicador. Los resultados se corrigieron considerando el factor de dilución correspondiente a la preparación de la muestra (15/100). Los contenidos de taninos determinados por titulación oscilaron entre 0,016% y 0,15%, valores inferiores a los reportados para otras especies de pino (0,5–2%). Estas diferencias podrían atribuirse a diferencias específicas del material vegetal, a la eficiencia del proceso extractivo o a limitaciones del método empleado. La combinación de autoclave y molienda

constituye la estrategia más eficiente para maximizar la extracción en condiciones de laboratorio. La titulación con $KMnO_4$ representa una alternativa metodológica de bajo costo para la cuantificación preliminar de taninos. No obstante, resulta necesario optimizar los parámetros de extracción y validación analítica para incrementar rendimientos y fortalecer la viabilidad tecnológica e industrial del aprovechamiento de este residuo forestal.

Palabras clave: Conífera; Subproducto Forestal; Titulación.

RESUMEN

Evaluación estratégica del impacto de la generación de energía en la performance de una cadena de suministro forestal

Strategic evaluation of the impact of power generation on the performance of a forest supply chain

Salomé Rodriguez[1], Diego Broz[2], Rodolfo Dondo[1], Luis Zeballos[1]

[1]INTEC (Universidad Nacional del Litoral - CONICET), Güemes 3450, (3000) Santa Fe, Santa Fe, Argentina. zeballos@intec.unl.edu.ar

[2]Facultad de Ciencias Forestales (UNaM –CONICET), Bertoni 124, (3380) Eldorado, Misiones, Argentina.

El entorno competitivo de las cadenas de suministro forestales (CSF) exige optimizar su eficiencia económica y ambiental. Una alternativa clave es el aprovechamiento de la biomasa forestal y sus residuos para generar energía, dada su abundancia industrial. No obstante, su factibilidad económica depende de factores críticos como la disponibilidad a largo plazo, calidad, y los costos de adquisición, procesamiento, logística y almacenamiento. Adicionalmente, la viabilidad de la generación de bioenergía también depende de los costos de instalación, operación y mantenimiento de las plantas de generación de energía. Dados los factores que impactan en la gestión de la producción de energía utilizando biomasa forestal y residuos, y su interconexión con otras actividades dentro de las CSF, existe una clara necesidad de una gestión eficiente e integral de dicha cadena.

Dado lo antes mencionado se ha desarrollado un modelo de Programación Lineal Entera Mixta (MILP) que abarca decisiones relevantes para un horizonte temporal de varias décadas, tales como la selección y explotación de rodales forestales, con un enfoque particular en la posibilidad de generación de energía. El modelo toma en cuenta las principales actividades de la cadena en un amplio horizonte de planificación en el que se considera a) la disponibilidad de materia prima y biomasa en los rodales propios; b) La producción de diversos productos, subproductos y residuos generados a lo largo de la cadena de procesamiento del árbol; c) La posibilidad de comprar materias primas a terceros, así como de subproductos y residuos de aserraderos externos; d) Los costos agregados de transporte, incluyendo la biomasa forestal; e) La capacidad de los aserraderos y el equipamiento necesario para procesar tanto la biomasa forestal en los rodales como los residuos de la etapa de industrialización del árbol. El objetivo principal del modelo es maximizar el Valor Actual Neto de la cadena de suministro, considerando la factibilidad de la inclusión de una planta de energía, y el dimensionamiento de la misma, considerando que las plantas de energía tienen requerimientos estrictos de suministro de alimentación y se insertan en un determinado ambiente productivo establecido para generar productos de alto valor con demandas establecidas.

Se evaluó el modelo con un caso industrial en el que se evaluó la inclusión de una planta de energía, y su posible tamaño (chico-mediano-grande). Los resultados confirman la viabilidad de la inclusión de la planta de mayor capacidad de generación debido a que se garantiza la disponibilidad estable de recursos para la misma. En la solución se observa que se reduce la venta de productos de bajo valor, no obstante, la rentabilidad total de la cadena se incrementa debido a los ingresos extra por la venta de energía. Además, la solución revela una importante

dependencia del suministro externo de troncos pulpables y aserrables planteando riesgos ante posibles cortes de abastecimiento desde proveedores externos.

Palabras clave: Diseño y planificación de planta de energía; Modelado matemático.

RESUMEN

Calidad del encolado utilizando adhesivo melanina-urea-formaldehído en vigas laminadas con y sin impregnación

Bonding quality using melamine–urea–formaldehyde adhesive in laminated beams with and without impregnation

Facundo Weber[1], Marcelo Marek[1], Adelaida Bragañolo[1], Mariana Mendoza[2], Kevin Weber Dos Reis[2]

[1]Docente Investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

[2]Estudiante de Ing. en Industrias de la Madera. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

El uso de vigas laminadas encoladas en estructuras de madera representa una mejora técnica significativa respecto de la madera maciza tradicional, al permitir un mayor control de las propiedades del material y una reducción de la variabilidad natural inherente a la madera sólida. La fabricación a partir de láminas seleccionadas y unidas mediante adhesivos estructurales posibilita la obtención de elementos de mayores dimensiones, con mayor estabilidad dimensional y un comportamiento físico-mecánico más uniforme y predecible. En este contexto, la industria maderera orienta el desarrollo de estos productos mediante la adecuada selección de la especie forestal, el tipo de adhesivo y los procesos de fabricación, cuya correcta combinación resulta determinante para garantizar el desempeño estructural y la durabilidad en condiciones reales de servicio. En determinadas aplicaciones, la madera requiere tratamientos preservantes para aumentar su vida útil frente a agentes biológicos. No obstante, la interacción entre la madera tratada y los adhesivos puede influir en la calidad del encolado, afectando potencialmente el comportamiento del elemento. En este marco, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad del encolado en madera impregnada con CCA a una retención nominal de 4 kg/m³ y en madera sin impregnar, bajo condiciones de proceso industrial controladas. Las vigas fueron fabricadas en la empresa Forestal Eldorado S.R.L. con una configuración mixta de cinco láminas impregnadas (MI), y cinco láminas sin impregnar (MSI), definiéndose cada línea de cola como unidad experimental independiente con el fin de evaluar exclusivamente la calidad del encolado bajo condiciones de proceso idénticas. El programa experimental comprendió la fabricación de 12 unidades, a partir de las cuales se obtuvieron 36 probetas de dimensiones 75 mm × 193 mm × 70 mm. Los ensayos de delaminación se realizaron de acuerdo con la norma IRAM 9660-2, aplicando el procedimiento 1 (apartado 3.4.1) para adhesivos de uso exterior, mediante ciclos de vacío-presión en autoclave y posterior secado controlado en estufa. La apertura de cada línea de cola se midió en ambas caras (lados A y B), considerándose para el análisis el valor promedio de dichas mediciones. Dado que cada probeta permitió evaluar ocho líneas de cola, el tamaño muestral efectivo estuvo constituido por un total de 288 uniones adhesivas analizadas. Las uniones correspondientes a madera impregnada con CCA (MI) presentaron una delaminación media de 4,22 ± 10,57 %, mientras que las uniones de madera sin impregnar (MSI) alcanzaron un valor medio de 3,11 ± 8,73 %. Si bien se

observa un leve incremento en la delaminación media de las uniones MI, la diferencia entre ambos tratamientos no resultó estadísticamente significativa ($p > 0,05$). Este resultado indica que, bajo las condiciones de proceso industrial y la retención de CCA evaluadas, el tratamiento preservante no produjo un efecto significativo sobre la calidad del encolado. Asimismo, los resultados ponen de manifiesto la importancia del adecuado control de los parámetros de fabricación alcanzado durante el proceso industrial, el cual resultó determinante para obtener un desempeño satisfactorio del encolado, incluso en madera tratada con preservantes.

Palabras clave: Encolado; Impregnante CCA; Pinus spp.

RESUMEN

Desarrollo de simulador de corte para un aserradero de coniferas del NEA

Development of a cutting simulator for a coniferous sawmill in NEA.

Sergio E. Barón[1], Rubén A. Costas[2], Marcelo A. Marek[3]

[1]Alumno de Ingeniería en Industrias de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado (3380), Misiones, Argentina. baronsergioe@hotmail.com

[2]Ing. Forestal. Profesor Asociado Cátedra de Dasometría. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado (3380), Misiones, Argentina.

[3]Ing. Forestal. Profesor Adjunto de la asignatura Proceso de Aserrado e Industrias Forestales I. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado (3380), Misiones, Argentina.

El rendimiento es la relación entre la cantidad de productos obtenidos y la cantidad de materia prima utilizada para su producción. Poder predecir esta información es fundamental ya que permite tomar mejores decisiones para el aprovechamiento de los recursos, evaluar los costos y beneficios de los procesos para la valoración de la producción y la calidad de los procesos y productos. El aserrado es la primera transformación de los troncos o madera en rollo, para obtener piezas de madera de secciones rectangulares o cuadradas denominadas tablas o tablones, mediante el uso de aserraderos que pueden ser fijos, móviles y/o portátiles, con elementos cortantes de disco, cinta o de cadena. Los modelos de simulación permiten predecir el comportamiento de determinados esquemas de corte según las dimensiones de la madera rolliza, pudiendo estimar su rendimiento real, los productos y subproductos a obtener. Contar con la posibilidad de simular el comportamiento de diferentes esquemas de corte permite evaluar numerosos escenarios sin incurrir en grandes gastos ya que no hay necesidad de destinar recursos costosos a ensayos de prueba y error. Si bien existen varios softwares de simulación, estos suelen ser onerosos y no siempre se pueden adaptar a las instalaciones de las pequeñas y medianas industrias. Se desarrolló un simulador en una planilla de cálculo que permite predecir los rendimientos de aserrío de coníferas en una industria equipada con sierras gemelas. Esta herramienta de costo bajo puede ser utilizada por una pyme para la toma de decisiones. El trabajo estuvo orientado a una industria maderera equipada con una línea de aserrado liviana, diseñada para procesar trozas no mayores a 32 cm de diámetro y 12 pies de longitud, el aserradero está ubicado en la ciudad de Eldorado, en la provincia de Misiones y procesa rollos de pino con corteza. El simulador se desarrolló en una planilla de cálculo, está formado por una combinación de fórmulas lógicas y trigonométricas teniendo en cuentas las restricciones propias de esta industria. Para utilizar esta herramienta se debe generar un listado de rollos numerados con sus correspondientes longitudes y diámetros. Cada rollo se analiza de forma individual y se muestra un cuadro resumen con los resultados obtenidos con los diferentes esquemas, que pueden guardarse en una hoja de cálculo generando una base de datos con los antecedentes de los rollos analizados. A efectos de validar el funcionamiento de esta herramienta se procedió a comparar los datos de la simulación con los obtenidos por método gráfico, para ello fue necesario realizar los dibujos a escala de todos los

rollos analizados con cada uno de los esquemas de interés para esta industria. Tras realizar estos análisis se observó que esta versión del simulador subestima los rendimientos de aserrado en un 5% promedio, respecto de método gráfico. Esta herramienta sirve al gestor del aserrío a decidir con mayor facilidad los esquemas a aplicar según los productos requeridos ya que puede prever los productos posibles de obtener con la materia prima disponible sin incurrir en costosos ensayos.

Palabras clave: Estimación del rendimiento; Industria de aserrado; Planilla de cálculo.

RESUMEN

Análise de qualidade da madeira de *Erythrina poeppigiana (Walp.) O.F. Cook* através da densidade básica e composição química

Quality analysis of Erythrina poeppigiana (Walp.) O.F.Cook wood through basic density and chemical composition

Wallace Plácido dos Santos[1], Murilo Pereira da Silva[1], Calline Chaves de Jesus[2], Mara Lúcia Agostini Valle[3], Douglas Edson Carvalho[3], Ricardo Gabriel de Almeida Mesquita[3]

[1]Discente do curso de engenharia florestal da Universidade Federal do Sul da Bahia. wallace.placido@hotmail.com

[2]Discente do curso do programa de pós-graduação em Biossistemas da Universidade Federal do Sul da Bahia

[3]Docente do curso de engenharia florestal da Universidade Federal do Sul da Bahia.

A *Erythrina poeppigiana (Walp.) O.F. Cook* é uma espécie nativa do continente americano, pertence à família Fabaceae e é amplamente utilizada no sul do estado da Bahia - BR como espécie sombreadora em sistemas cacaueiros. Contudo, estudos indicam que essa associação tem gerado malefícios para a cultura de cacau (*Theobroma cacao*), como o excesso de sombreamento, a proliferação de patógenos, e competição por nutrientes, comprometendo a produtividade e levando à substituição da *Erythrina* spp. por outra de melhor retorno social e econômico. Com a reformulação das áreas plantadas, a madeira dessa espécie passa a ser um potencial recurso a ser explorado, demandando investigações técnicas sobre suas propriedades para uma destinação adequada. Diante do exposto, este estudo tem como objetivo avaliar a densidade básica e a análise química imediata da madeira de *E. poeppigiana*. Foram selecionados três indivíduos em área experimental da Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira, retirando-se um disco à altura do peito por indivíduo, posteriormente seccionados em cunhas e analisados no Laboratório da UFSB. A densidade básica (g/cm³) foi determinada conforme a NBR 11941, e o volume saturado pelo método de deslocamento de massa em imersão em água, sendo calculada pela razão entre a massa seca da madeira e seu volume saturado. A análise química imediata seguiu a norma ASTM D1762-84, com amostras moídas e peneiradas em 60 mesh. As amostras foram colocadas em cadinhos de porcelana tampados e submetidas a um processo gradual de aquecimento. A mufla foi ligada e programada para atingir a temperatura de 950 °C por 6 minutos. Após esse período, os cadinhos foram retirados e resfriados em dessecador por 1 hora, sendo então pesados, obtendo-se a massa seca da amostra livre de materiais voláteis. O teor de materiais voláteis foi calculado pela equação $TMV = [(Ms - M_{950}°C)/ Ms] \times 100$, sendo Ms a massa seca da amostra e $M_{950}°C$ a massa após tratamento à 950°C. Para a determinação do teor de cinzas, os mesmos cadinhos, agora sem tampa, foram levados à mufla a 750 °C, onde permaneceram por 6 horas. Após esse período, os cadinhos foram resfriados em dessecador e pesados, obtendo-se a massa do resíduo inorgânico. O teor de cinzas foi determinado pela equação $TCZ = (Mr / Ms) \times 100$, sendo Mr a massa de cinzas e Ms a massa seca. O teor de carbono fixo foi obtido indiretamente pela diferença, conforme a equação $TCF = 100 - (TMV + TCZ)$. A densidade básica média encontrada

foi de 0,27 g/cm³, classificando a madeira como de baixa densidade, inadequada para usos estruturais pesados, porém potencialmente aplicável na confecção de pequenos objetos e painéis. Os teores de materiais voláteis (76,12%), cinzas (2,78%) e carbono fixo (21,09%) indicam elevada fração volátil, fácil ignição, rápida liberação de energia e baixa geração de resíduos minerais, sendo considerada boa para energia direta, mas ruim para a produção de carvão vegetal.

Palabras clave: Cabruca; Química da madeira; Química imediata; Recursos Florestais.

RESUMEN

Factores de cubicación y relaciones peso/volumen vinculados con las ecuaciones para calcular volúmenes de rollos

Cubication factors and weight/volume relationships linked to the equations for calculating log volumes

Rubén A. Costas[1], Marcelo A. Marek[2], Sergio E. Barón[3], Sofía A. Cuevas[3], Gabriela N. Dávalos[3], Facundo D. Weber[4]

[1]Ing. Forestal. Profesor Asociado Cátedra de Dasometría. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado (3380), Misiones, Argentina. E-mail: ruben.costas@fcf.unam.edu.ar

[2]Ing. Forestal. Profesor Adjunto de la asignatura Proceso de Aserrado e Industrias Forestales I. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado (3380), Misiones, Argentina.

[3]Alumno/a de la Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado (3380), Misiones, Argentina.

[4]Ing. en Industrias de la Madera. Ayudante de Primera Cátedras de Adhesivos y recubrimientos y Remanufactura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado (3380), Misiones, Argentina.

Los factores de cubicación (FC) relacionan volúmenes sólidos y estéreos de pilas de trozas de madera, sirven para estimar volúmenes sólidos conociendo los volúmenes de pilas. Las relaciones de pesos y volúmenes (P/V) de trozas son útiles para estimar el volumen conociendo el peso de las mismas. En la industria de la madera que procesa troncos de especies cultivadas, normalmente se pesa la materia prima. Como la principal variable para expresar la producción forestal es el volumen, es necesario contar con relaciones precisas entre peso y volumen de troncos. Este trabajo tiene como objetivo analizar los FC, las relaciones P/V, y las variaciones de resultados según qué ecuaciones de volumen se utilicen para calcular volúmenes de trozas y tamaño de las mismas, para madera de *Pinus taeda* L. Se compararon los resultados utilizando las ecuaciones de Newton (N), Smalian (S) y Huber (H), ampliamente utilizadas en la volumetría de rollos, y la de Brereton (B). En total se registraron 152 rollos apilados en tres aserraderos del Norte de Misiones, Argentina, con diámetros medios (DM) comprendidos entre 13,0 y 42,6 centímetros. Para cada rollo se midieron las longitudes y los diámetros necesarios para aplicar las distintas ecuaciones de volumen. Además, se clasificó la forma longitudinal de cada rollo con criterios geométricos: el 62% presentó formas similares a neiloides truncados, el 36% se asemejó a paraboloides truncados y el 2% tuvo forma de cono truncado. Con las mediciones de octubre de 2023 en “Aserradero 1”, con DM 21,64 cm, las relaciones P/V, expresadas en tn/m^3, fueron 1,02 (H), 0,99 (N), 0,95 (B) y 0,94 (S). Con las mediciones de junio de 2024 en “Aserradero 2”, con DM 18,98 cm, las relaciones P/V fueron 1,00 (H), 0,99 (N), 0,98 (B) y 0,98 (S). Los FC calculados, expresados en m^3 sólidos/m^3 estéreos fueron 0,66 (H), 0,67 (N), 0,68 (B) y 0,68 (S). Con las mediciones de junio de 2024 en “Aserradero 3”, con DM 30,31 cm, las relaciones P/V fueron 1,00 (H), 0,99 (N), 0,96 (B) y 0,96 (S). Los FC calculados fueron 0,76 (H), 0,77 (N), 0,79 (B) y 0,80 (S). Pueden observarse patrones entre resultados de FC y de relaciones P/V, debido a que para rollos de las características analizadas en este trabajo las ecuaciones de

volumen producen resultados de menor a mayor según el siguiente orden: Huber, Newton, Brereton y Smalian. Los FC tuvieron escasa variación con el cambio de ecuación de volumen, y sí mostraron variaciones según los diámetros de las trozas consideradas. Los FC de las pilas analizadas tuvieron promedio de 0,74 y desvío estándar 0,10; y un coeficiente de correlación lineal de 0,71 con el DM de los rollos de las pilas. La función cuadrática ajustada para predecir FC con el DM tuvo un R^2 de 0,57. Puede concluirse que al calcular y presentar resultados de Factores de cubicación y relaciones Peso/Volumen, es importante tener en cuenta qué características de forma y tamaño tienen los rollos y qué ecuación se utiliza para calcular el volumen de rollos.

Palabras clave: Industria en Misiones; Pino taeda; Volumen estéreo.

RESUMEN

Densidad, módulo de rotura y de elasticidad para madera de pino híbrido F_2 de 26 años para dos distanciamientos iniciales entre plantas

Density, modulus of rupture and elasticity for 26-year-old F_2 hybrid pine wood for two initial spacings between plants

Rosa Angela Winck[1,2], Adelaida Bragañolo[2], Colcombet Luis[1], Aquino Diego Rolando[3], Agustín Ignacio Primo[4], Daniel Ricardo Schamne[2], Elizabeth Weber[2], Hugo Enrique Fassola[1]

[1]Investigador. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina. winck.rosa@inta.gob.ar

[2]Docente Investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

[3]Técnico. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina.

[4]Alumno Ing. Ind. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

La valorización industrial del pino híbrido (*Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, PEE × PCH de segunda generación - F_2) de origen australiano exige profundizar en el conocimiento de la calidad de su madera y así conocer la aptitud tecnológica del material para satisfacer requerimientos de usos finales sólidos y de ingeniería. En este sentido, es necesario evaluar cómo el distanciamiento entre plantas influye en las propiedades físicas y mecánicas de la madera, debido a su importancia cuando se desea comercializarla tipificada por clases de resistencia para distintos niveles de exigencia a esfuerzos externos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del establecimiento bajo régimen directo sin raleo sobre la densidad de la madera, el módulo de elasticidad (MOE) y de rotura (MOR) a la flexión estática. Para ello, se seleccionaron muestras de un ensayo de 26 años ubicado en la localidad de Puerto Esperanza, Misiones, de 2 tratamientos conducidos mediante un régimen directo sin raleo hasta la cosecha final. El T1 y el T2 con 597-377 y 143-113 plantas/ha, iniciales y finales, respectivamente. Las variaciones entre la densidad inicial y final se originaron a partir de daños por heladas fuertes ocurridas el 1er y 2do año de implantación del ensayo. Se seleccionaron 12 árboles (6 de cada tratamiento), 81 rollizos, 197 tirantes de 2” x 3”, 2” x 4” y 2” x 6”, 85 piezas para el T1 y 112 para el T2. Las propiedades mecánicas fueron obtenidas con máquina universal de ensayos y la densidad con el equipo Metriguard. Los valores fueron ajustados al 12 % de humedad. Los resultados analizados con modelos lineales mixtos indicaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para el MOE ($p<0,0001$) y MOR ($p<0,0001$), no así para la densidad ($p=0,5278$). Los valores medios obtenidos fueron, MOE de 11.436 y 9.119 MPa, MOR 40,4 y 34,3 MPa, y, densidad de 526 y 521 kg/m^3 para el T1 y T2, respectivamente. Los valores de MOE, MOR y densidad para el T1 fueron superiores al T2 en 20%, 15% y 1%, respectivamente. Los valores característicos (IRAM 9670-3, 2025) fueron, MOE de 8.105 y 6.840 MPa, MOR 16 y 14 MPa, y, densidad de 456 y 435 kg/m^3 para el T1 y T2, respectivamente. El lote alcanzó los estándares estructurales de densidad (400 kg/m^3) y MOR (11 MPa). Sin embargo, no alcanzó el valor de rigidez (8.300 MPa). El distanciamiento afectó las propiedades mecánicas, no así la densidad. Los altos valores de densidad se deben posiblemente

a la presencia de resina. El T1 alcanzó un 50% de Clase 1 y 90% de Clase 2, superando ampliamente al T2 (10% y 50%). Se concluye que con el T1 se puede lograr mayor cantidad de piezas con valores estructurales. La mayor proporción de piezas deben ser destinado a usos de apariencia. La densidad de la plantación en regímenes directos sin raleos condicionó el destino comercial de la madera producida.

Palabras clave: Clases resistentes; *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*; valores característicos.

RESUMEN

Cuantificación de residuos de especies nativas en aserraderos de la Cuenca Forestal El Impenetrable para la producción de tableros multiespecie

Quantification of residues from native species in sawmills of the El Impenetrable Forest Basin for the production of multi-species wood boards

Paula Vanesa Jiménez[1], Yván Eduardo Corbalán[2]

[1]Dra. Ing. en Industrias Forestales, Profesora Adjunta FCF-UNSE. Capital, Santiago del Estero, Argentina. paulavanesajimenez@gmail.com

[2]Ing. en Industrias Forestales, Auxiliar de Primera FCF-UNSE. Capital, Santiago del Estero, Argentina.

El presente trabajo fue desarrollado en el marco del Programa “Más ciencia Más bosques” y el Proyecto “Pagos por Resultados de REDD+ de Argentina para el período 2014-2016”, liderado por la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO) junto a la Subsecretaria de Ambiente de la Nación, y financiado por el Fondo Verde para el Clima. El objetivo del estudio, fue realizar la cuantificación de volúmenes de residuos aprovechables de aserraderos en la Cuenca Forestal El Impenetrable (departamentos General Güemes y Maipú de la provincia de Chaco, Argentina), para determinar posibles especies nativas combinables y cantidad de recortes reutilizables para la obtención de listones destinados a la producción de tableros multiespecies, en función de los aserraderos y las técnicas específicas que los generan, esto es, el sistema de corte utilizado en cada uno de ellos. El relevamiento se realizó en 6 aserraderos, los cuales otorgaron su consentimiento para participar en el estudio y fueron seleccionados por su representatividad dentro del sector, durante 2 h en cada uno de ellos, aserrando un volumen promedio de 1m^3 de trozas/tacos. El tiempo de trabajo se determinó de acuerdo al tiempo máximo disponible que los aserraderos podían destinar a colaborar con el estudio sin afectar su producción habitual; en consecuencia, la cantidad de trozas/tacos evaluados se estimó en función de ese intervalo de trabajo. Se midieron diámetros y longitudes para cubicación de trozas/tacos con la fórmula de Smalian. Se registraron tiempos productivos e improductivos del aserrado. Se clasificaron y midieron residuos (aprovechables y no aprovechables) mediante volumen aparente y factor de corrección (0,650). La madera aserrada se calculó por sección y largo. El aserrín/polvo/corteza se obtuvo por diferencia. Se estimó la composición porcentual de cada material. La metodología utilizada fue ajustada según cada aserradero. El análisis de los resultados se realizó considerando la materia prima utilizada durante el relevamiento, a partir de trozas o a partir de tacos. Los resultados indican que, cuando la materia prima utilizada corresponde a trozas, se genera en promedio un 41,53 % del volumen total aserrado en forma de residuos recuperables y potencialmente aprovechables para su reaserrado y posterior utilización como listones en la fabricación de tableros alistonados. El porcentaje

restante corresponde a aserrín, polvo y corteza (5,69%) y madera aserrada (51,7%). En cambio, cuando la materia prima corresponde a tacos, se genera en promedio un 51,65 % del volumen total aserrado en forma de residuos recuperables y potencialmente aprovechables para su reaserrado y posterior utilización como listones en la fabricación de tableros alistonados; el porcentaje restante corresponde a aserrín, polvo y corteza (17%) y residuos no recuperables (31,39%). El 60 % de los aserraderos presenta condiciones para incorporar mejoras en los procesos de aserrado y tecnologías de desdoblado, permitiendo el predimensionado de madera. Asimismo, la incorporación de residuos del aprovechamiento forestal al proceso productivo presenta un rendimiento superior al aserrado de trozas, destacándose que los residuos generados en la Cuenca Forestal El Impenetrable corresponden mayoritariamente a quebracho blanco y quebracho colorado.

Palabras clave: Aprovechamiento De Residuos; Tableros A Base De Madera; Valor Agregado.

RESUMEN

Análisis multiespecífico de variables dendroenergéticas para el género *Eucalyptus* a una edad temprana

Multispecies analysis of dendroenergetic variables for Eucalyptus genus at an early age

Antonio José Barotto[1], Natalia Raffaeli[1]

[1]Laboratorio de Investigaciones en Madera (LIMAD), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Buenos Aires, Argentina. jbarotto@agro.unlp.edu.ar

El género *Eucalyptus* reviste gran importancia a nivel mundial y nacional, ocupando alrededor de 300.000 hectáreas cultivadas en Argentina, cuyos tratamientos silvícolas generan volúmenes de madera considerables, en ocasiones de forma temprana, que deben encontrar algún destino final económicamente rentable. Es por ello que resulta interesante evaluar las relaciones que subyacen entre las diferentes características de la madera y las propiedades de interés desde el punto de vista de su uso como biocombustible, de manera de lograr una mayor eficiencia en el uso de los recursos y diversificar la producción. El objetivo del presente estudio fue analizar cómo se interrelacionan las propiedades dendroenergéticas en el género *Eucalyptus* a una edad temprana. Se analizaron individuos correspondientes a 20 genotipos, incluyendo especies y clones híbridos y monoespecíficos, de 6 y 7 años, correspondientes a programas de INTA instalados en Castelar, Buenos Aires, y Concordia, Entre Ríos, respectivamente. Se realizaron determinaciones de variables dendroenerégticas en madera (contenido de cenizas, densidad básica, rendimiento de carbonización y poder calorífico) y carbón (contenido de cenizas, densidad relativa aparente, contenido de volátiles y poder calorífico). Se analizó el nivel de correlación entre las diferentes variables, y con los descriptores del color del sistema CIELab determinados en madera, tanto a nivel general como por origen de los materiales. En principio, la variable con mayor número de vinculaciones significativas fue la densidad de la madera, la cual se relacionó positivamente con el rendimiento de carbonización y con la densidad y el poder calorífico del carbón resultante, al tiempo que influyó negativamente con el contenido de volátiles del carbón. A su vez, esta última variable se vio afectada en el mismo sentido por el rendimiento de carbonización y mostró una relación positiva con el poder calorífico de la madera. Por otro lado, la densidad del carbón influyó positivamente en su poder calorífico, mientras que el contenido de cenizas del carbón estuvo determinado por el contenido de cenizas de la madera. En cuanto al color, el componente L del color, que indica que tan clara u oscura es la madera, se correlacionó significativamente con la densidad de la madera y la del carbón, así como con el rendimiento de carbonización. Finalmente, los componentes a y b (indicativos del nivel de coloración rojo y amarillo en la madera, respectivamente) se relacionaron significativamente con el poder calorífico de la madera. Como principales conclusiones se destacan, por un lado, la influencia significativa de la densidad de la madera en la mayoría de las propiedades dendroenergéticas analizadas para el género *Eucalyptus* a temprana edad. Por el otro, las asociaciones significativas detectadas para el conjunto de materiales genéticos analizados mantuvieron su sentido dentro de cada localidad, salvo las relacionadas con el poder calorífico de la madera, lo cual sería indicativo de la robustez de estas relaciones dentro del género analizado. Finalmente, el hecho de encontrar asociaciones entre algunas de las variables analizadas y los parámetros de color abre la puerta al

desarrollo de modelos que permitan estimar estas propiedades de manera indirecta y rápida.

Palabras clave: Ambiente; Dendroenergía; Densidad de Madera.

RESUMEN

Efecto del distanciamiento inicial de plantación sobre la densidad y el módulo de elasticidad dinámico de la madera de pino híbrido F_2 de 26 años de edad

Effect of initial planting spacing on wood density and dynamic modulus of elasticity of 26-year-old F2 hybrid pine

Winck Rosa Angela[1,2], Colcombet Luis[1], Aquino Diego Rolando[3], Bulman Christian[4], Primo Agustín Ignacio[5], Fassola Hugo Enrique[1]

[1]Investigador. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina. winck.rosa@inta.gob.ar

[2]Docente investigador. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

[3]Técnico. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina.

[4]Becario INTA, CONICET, EEA Montecarlo, Misiones, Argentina.

[5]Estudiante de Ing. en Industrias de la Madera. FCF-UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina.

En la región Mesopotámica, el cultivo de pino híbrido (*Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, PEE × PCH) ha cobrado una relevancia estratégica por su crecimiento, tamaño de ramas y forma del fuste, aunque la calidad tecnológica de su madera depende del manejo silvícola y la densidad de plantación. Este último define el espacio vital disponible para cada individuo, regulando la competencia por luz, agua y nutrientes, condiciona el ritmo de crecimiento diamétrico y el tamaño de las ramas. En turnos largos el efecto de una competencia inicial intensa o de un distanciamiento amplio influye en las propiedades físico-mecánicas del leño. A pesar de la amplia base de conocimientos sobre el crecimiento volumétrico de este híbrido, existe una necesidad técnica de cuantificar cómo el espaciamiento inicial afecta a la densidad de la madera y su módulo de elasticidad (MOE). Estas son algunas de las propiedades que determinan si la madera es apta para usos estructurales o si debe destinarse a productos de menor exigencia. En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de cuatro densidades iniciales de plantación sobre la aptitud tecnológica de la madera para uso estructural y aportar información clave para la toma de decisiones en la planificación foresto-industrial. El material se obtuvo de un ensayo de 26 años ubicado en la localidad de Wanda, Misiones. Los 4 tratamientos fueron T1: 1222, T2: 597, T3: 292 y T4: 143 plantas/ha, con densidades finales de 965, 377, 246 y 113 árboles/ha para el T1, T2, T3 y T4, respectivamente, debido a la mortalidad por competencia. Se seleccionaron 24 árboles (6 por tratamiento), se trozaron y se obtuvieron 387 tirantes de 2” x 3”, 2” x 4” y 2” x 6”, determinándose el contenido de humedad (CH), la densidad estacionada (DE) y el módulo de elasticidad dinámico por vibración transversal (MOEv) y por resonancia (MOEr). Los resultados indicaron valores entre 11,6-13,5 %, 521-568 kg/m^3, 7300-10572 MPa y 7767-10244 MPa para el CH, DE, MOEv, MOEr, respectivamente. El T1 superó la rigidez de la Clase 1 (10000 MPa) según IRAM 9670-3, mientras que T2 y T3 superaron la Clase 2 (8300 MPa). El T4 no alcanzó el mínimo estructural. Todos los tratamientos cumplieron con la densidad requerida por la norma. La clasificación visual estructural resultó en un 59,6% de

aceptación, compuesto por un 32,0% de Clase 1 y un 27,6% de Clase 2. El T1 superó al T4 en DE (7%), MOEv (31%) y MOEr (24%), confirmando que mayores densidades de plantación incrementan la rigidez y la densidad de la madera mediante anillos más estrechos. Esto indica que es necesario elegir el distanciamiento adecuado según el objetivo de producción para garantizar la homogeneidad y aptitud industrial de los productos finales. Se concluye que el tratamiento con mayor cantidad de árboles favorece la calidad estructural (vigas y tirantería) con valores más elevados de densidad y rigidez, aunque con un rendimiento inferior en volumen de madera, por la menor cantidad de piezas obtenidas.

Palabras clave: Calidad de madera; Pinus elliottii var. elliottii × Pinus caribaea var. Hondurensis; Rigidez.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

FCF FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

SECRETARÍA DE CIENCIA Y TÉCNICA

www.yvyrareta.unam.edu.ar

Yvyraretá

Revista país de árboles