ISSN: 0328-8854 (versión impresa)
ISSN: 2469-004X (versión en línea)

Yvyraretá

Revista país de árboles

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

FCF
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

33

DICIEMBRE 2025

www.yvyrareta.unam.edu.ar

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 Dario ZAPATA

Decano

Ing. Héctor Fabian ROMERO

Vice-Decano

Dr. Ing. Diego Ricardo BROZ

Sec. Académica

Lic. Maria 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

Editorial

En esta edición se presentan trabajos científicos que abordan temas relacionados a las propiedades físicas de la madera de *Pinus taeda* y su importancia en la construcción; poder calorífico de híbridos de *Eucalyptus* sp. y su potencial para la producción de bioenergía; fertilización en el proceso de aclimatación de plántulas *Cyrtopodium hatschbachii* como técnica de conservación de una orquídea en peligro de extinción; enriquecimiento y regeneración natural en claros en el parque chaqueño húmedo de bosques previamente aprovechados; y una sistematización de la experiencia de los nodos agroecológicos territoriales donde se profundiza en la posibilidades que brinda la agroecología para construir sistemas alimentarios más justos y sostenibles.

Así mismo, quisiera resaltar las mejoras que se han incorporado en la gestión de la revista a partir de este número. Se ha migrado al sistema de software libre y de código abierto para gestionar y publicar revistas científicas y académicas en línea Open Journal Systems (OJS). Esto permite un seguimiento sistemático de los trabajos desde que son enviados hasta que se publican; publicación continua, cada trabajo que se aprueba es inmediatamente publicado; e interoperabilidad y la posibilidad de que los trabajos figuren en los motores de búsqueda de internet, haciendo más visibles las investigaciones.

Finalmente, quiero agradecer a los autores, a los miembros del Comité Científico de la Revista y a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Facultad de Ciencias Forestales por hacer posible este número.

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

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

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

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

Consejo de edición:

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

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

Mgter. Julieta Kornel. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales

Mgter. Raul Roznicki. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales

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

Mgter. Patrícia Rocha. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales

Mgter. Fernando Niella. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales

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

Mgter Beatriz Eibl. Docente Jubilada

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

Dr. Pedro Agostini. Docente Jubilado

Dra. Florencia Montagnini. Universidad De Yale, Escuela del Medio Ambiente

Dr. Carlos De Angelo. Universidad Nacional de Río Cuarto; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico. Instituto de Ciencias de la Tierra

Mgter. Teresa Suiresz. Docente Jubilada

Equipo técnico

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

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

Pierina Desirée kahlstorf. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales

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

Revisión de texto en inglés:

Revisor: Prof. Mónica Fortmann. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales

Traducción:

Traductores:

Agustina Gaona Duarte, Marcos Oliva, Fernanda Villamil Millán, José Roa.

Supervisora: Lara Granada Lanús

Tecnicatura Universitaria en Traducción e Interpretación en Inglés. Universidad Católica de las Misiones. Argentina

Grafica:

Tapa: *Cyrtopodium hatsbachii*, orquídea palustre que crece en esteros y bañados del Paraguay, Nordeste de la Argentina y sur de Brasil. Foto de tapa: Dr. Héctor Alejandro Keller Contratapa: *Cyrtopodium hatschbachii* con polinización controlada en el vivero de Orquídeas de la FCF-UNaM. Mano en la foto: Guillermo Küppers. Foto: Ing. Peggy Thalmayer Portada: Lic. Melisa Vega, Tec. Brunet Gerardo Daniel

Evaluadores

Mgter. Gabriel Keil. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Dra. Ana Clara Cobas. Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

Mgter. Pérez Víctor. Universidad Nacional de Formosa, Facultad de Recursos Naturales

Mgter. Fabio Germán Achinelli. Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

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

Dra. Natalia Raffaeli. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Dra. Rebeca Alicia Menchaca García. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas

Dra. Sandra Sharry. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Dra. Ana María Arambarri. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Lic. Gerardo Segovia. Red de Agricultura Orgánica de Misiones

La Revista Forestal 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 en un amplio campo de las áreas científicas forestales, ambientales y agronómicas.
La periodicidad de la misma es anual.
Se imprimen 30 ejemplares.
Indizada en LATINDEX
Indizada en CAB ABSTRACTS
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/

Índice

Artículos científicos

Extracción de tornillo en madera de *Pinus taeda* a dos densidades diferentes 1
Screw extraction in *Pinus taeda* wood at two different densities
Adelaida Bragañolo , Marcelo Marek , Paola Acevedo, Marina Hornus

Comparación de dos tipos de fertilizantes en el proceso de aclimatación de plántulas in vitro de *Cyrtopodium hatschbachii* Pabst, orquídea en peligro de extinción 9
Comparison of two types of fertilisers in the acclimatisation process of in vitro seedlings of *Cyrtopodium hatschbachii* Pabst, an endangered orchid
Marcela Agustina Báez, Leonardo Da Vega, Débora Sabrina Cardozo, Aldana Samudio ,Guillermo Küppers,Evelyn Raquel Duarte

Enriquecimiento y regeneración natural en claros en un bosque alto explotado del parque chaqueño húmedo.....20
Natural enrichment and regeneration in clearings of a heavily exploited forest in the humid Chaco park
Cesar Enrique Sirka , Miguel Ángel Oviedo

Contenido energético de clones híbridos de Eucalyptus, desarrollados por el INTA.....32
Energy content of Eucalyptus hybrid clones, developed by INTA
Sabina Evelyn Glücksberg, Adelaida Bragañolo

Lo que el NAT nos dejó. Una sistematización de la experiencia de los nodos agroecológicos territoriales en el Alto Paraná misionero (2023).....43
What the NAT left us. a systematization of the experience of the territorial agroecological nodes in the upper Paraná region of Misiones (2023)
Jonathan Von Below, Delia Ramírez

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Extracción de tornillo en madera de *Pinus taeda* a dos densidades diferentes

Screw extraction in Pinus taeda wood at two different densities

DOI: https://doi.org/10.36995/j.yvyrareta.2025.001.es
Recibido 28 de diciembre 2023; aceptado 10 de julio 2024

Adelaida Bragañolo[1], Marcelo Marek[1], Paola Acevedo[1], Marina Hornus[2]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio Tecnología de la Madera. Eldorado. Misiones. Argentina. adelaida.braganolo@fcf.unam.edu.ar

[2]Universidad Nacional de Misiones – CONICET. Instituto de Materiales de Misiones (IMAM). Posadas. Misiones.

Resumen

El presente trabajo evalúa la resistencia a la extracción de tornillo en madera de *Pinus Taeda* a baja y alta densidad. La madera de baja densidad corresponde en este trabajo a probetas de densidades entre 0,37 y 0,43 g cm^{-3} mientras que las de alta densidad 0,51 a 0,60 g cm^{-3}. Las dimensiones de las probetas fueron de 50x50x150 mm y se ensayaron las resistencias en los tres planos de corte de la madera; el axial, radial y tangencial. La resistencia a la extracción de tornillo fue más alta y uniforme en el plano tangencial tanto a baja como alta densidad siendo de 1993 y 2863 N respectivamente.

Palabras clave: Estructuras de madera; Uniones; Vigas.

Abstract

The present work evaluates the screw extraction resistance of *taeda pine* wood at two different densities, considered in this work as low and high density wood. The low density wood were specimens with densities between 0.37 and 0.43 g cm^{-3} while the high density wood had values between 0.51 and 0.60 g cm^{-3}. The specimens had dimensions of 50x50x150 mm and were tested for strength from transverse, radial and tangential sections of wood specimens. The screw pull-out strength was higher and more uniform in the tangential plane at both low and high density being 1993 and 2863 N respectively.

Keywoords: Timber structures; Joints; Beams.

Introducción

La madera ha sido desde tiempos muy lejanos uno de los materiales más versátiles con respecto a sus posibles usos, uno de ellos es en la construcción, que se ha ido incrementando a lo largo de los años (Hänsel et al., 2022), actualmente existe una tendencia global a la construcción de edificios cada vez más altos de madera, como por ejemplo la Torre experimental Peñuelas que es uno de los proyectos más icónicos de la construcción en madera en Chile, la misma consta de seis pisos. La versatilidad de la madera permite la construcción de casas y edificios en combinación con concreto, en Canadá por ejemplo más del 90% de las edificaciones residenciales son estructuras livianas de madera (Pan et al., 2021). También se llevan adelante construcción hibridas con concreto y madera en edificios altos, pero estos se ven limitados por regulaciones de seguridad debido a que la madera es un material combustible, por ejemplo, en Canadá las estructuras de madera son limitadas hasta 6 pisos por el código nacional de edificación de Canadá. Para lograr estas edificaciones en madera, las uniones entre las piezas son puntos críticos (Ottenhaus et al., 2021), también la industria de muebles usa uniones para construir la esquina de estos (Feirer, 1972). Entre las uniones más comunes usadas en estructuras, están las mecánicas que utilizan elementos cómo clavos o tornillos para soportar los esfuerzos producidos por las cargas sobre los miembros (Arriaga et al., 2011). El esfuerzo de extracción se presenta cuando los elementos son sometidos a cargas aplicadas a la estructura, y experimentan fuerzas axiales de tracción que buscan extraer el conector de la perforación en la madera. Con frecuencia se necesitan datos sobre la resistencia de dichos elementos de fijación para fines de diseño y comparativos.

Este trabajo buscó determinar si la densidad es un factor importante en la resistencia a la extracción de tornillo en madera de *Pino taeda*. Para ello se clasificó las probetas en dos grupos; baja y alta densidad. Además, otro enfoque fue establecer si la resistencia a la extracción de tornillo se ve afectada según el plano de corte de la madera; axial, radial y tangencial.

Materiales y métodos

Se utilizaron listones de madera aserrada seca comercial de *Pinus taeda* de dos aserraderos de la zona norte de la provincia de Misiones. Las maderas de un aserradero tenían densidad más baja que las del otro (Figura 1). La selección de las muestras de distintas densidades se realizó de manera que pudiera compararse entre madera de alta y baja densidad, seleccionando de un aserradero madera con mayor proporción de leño tardío y menor proporción de leño temprano; madera más densa

y de otro aserradero madera con menor proporción de leño tardío y mayor proporción de leño temprano; madera menos densa. A las maderas que tenían densidad más baja se la llamó en este trabajo madera de baja densidad, mientras que a las otras de alta densidad. Para cada grupo de densidad se confeccionaron 10 probetas rectangulares de 50 mm x 50 mm x 150 mm. En total se ensayaron 20 probetas.

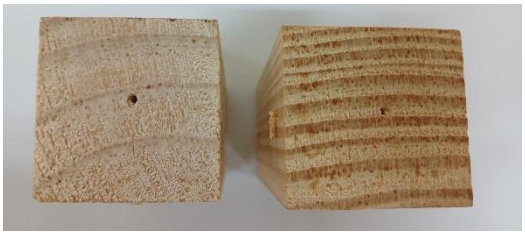


Figura 1. A la izquierda madera pino de baja densidad a la derecha madera pino de alta densidad

Figure 1. On the left low-density pine wood on the right high-density pine Wood

Para determinar la densidad se pesaron cada muestra en una balanza de 0,1 g de precisión y se calculó el volumen midiendo el ancho, largo y alto con un calibre.

El contenido de humedad se determinó según la Norma IRAM N° 9532 por el método de secado en estufa. Las muestras luego de ser ensayadas se pesaron y se colocaron en estufa a 103 ±2°C por 36 h hasta peso constante donde se volvió a pesar para conocer el peso anhidro.

$$CH\% = \frac{Ph - Po}{Po} * 100$$

Donde:

CH% = contenido de humedad en %

Ph = Peso húmedo en gramos

Po = Peso anhidro o seco en gramos

Como el contenido de humedad influye en la resistencia a la extracción de tornillo, la determinación de la humedad de cada probeta fue necesaria para corregir los valores obtenidos de la resistencia y ajustarlo a valores corregidos de humedad al 12% según la ecuación propuesta (ABNT, 1997):

$$r_{12} = r_{u\%}\left[1 + \frac{3(U\% - 12)}{100}\right]$$

donde:

r12 = Resistencia al 12% de contenido de humedad

rU% = Valor de la resistencia encontrado al contenido de humedad ensayado

U% = Humedad de la probeta al momento del ensayo

La prueba de la extracción del tornillo se realizó mediante la norma ASTM D-1761. Los tornillos fueron colocados en ángulo recto. Por cada cara axial se obtuvo un valor, mientras que por cada cara radial y tangencial se obtuvieron 2 valores donde los tornillos estaban colocados siempre a una distancia mayor de 50 mm entre ellos como puede verse en la figura 2. Por cada ensayo se registró la carga máxima de extracción. Los puntos donde se colocaron los tornillos eran de al menos 20 mm del borde y 38 mm del extremo para evitar rajadura en la madera.

Figura 2. Probeta en su plano radial con dos tornillos separados más de 50 mm entre ellos
Figure 2. Test specimen in its radial plane with two screws more than 50 mm apart

Los tornillos se retiraron a una velocidad uniforme de 2 mm/min por medio de un accesorio de la máquina universal con una capacidad máxima de 30 Tn y se registró la carga máxima en N (figura 3)

Figura 3. Probeta siendo ensayada en la máquina universal
Figure 3. Test specimen being tested on the universal machine

Los tornillos tenían 4 mm de espesor por 50 mm de largo, y eran colocados 32 mm de profundidad en la muestra con la ayuda de una perforadora.

Análisis estadístico

La resistencia a la extracción de tornillos se analizó para cada plano de corte; axial, tangencial y radial. Se hizo un análisis descriptivo a baja y alta densidad. Luego se evaluó el requisito de homocedasticidad en cada grupo para poder hacer un análisis de ANOVA.

El análisis estadístico se realizó en InfoStad.

Resultados y discusión

Los valores de densidad de maderas consideradas de baja densidad oscilaron entre 0,37 y 0,43 g cm^{-3} mientras que las consideradas de alta densidad lo hicieron en valores 0 ,51 a 0,60 g cm^{-3}. El contenido de humedad en las maderas de baja densidad fue mayor que el de alta, en promedio el de baja fue 14,8 % y el de alta densidad 11,8 %. A cada uno de los resultados de la resistencia a la extracción de tornillo se corrigió por el contenido de humedad de esa probeta con la ecuación mencionada anteriormente para unificar los valores al 12% de contenido de humedad. Con estos valores se elaboró la tabla 1 que contiene una medida descriptiva de la resistencia a la extracción por plano y densidad.

En la tabla 1 se observa que en el plano tangencial tanto a baja como alta densidad la resistencia a la extracción de tornillo es mayor. En el plano tangencial a alta densidad se obtuvo un valor máximo de 4466 N.

Tabla 1. Medida descriptiva de la resistencia a la extracción de tornillo a alta y baja densidad en los planos axial, radial y tangencial

Table 1. Descriptive measurement of screw pull-out resistance at high and low density in the axial, radial and tangential planes

	Baja densidad			**Alta densidad**		
	Resistencia a la extracción (N) en los diferentes planos					
	Axial	**Radial**	**Tangencial**	**Axial**	**Radial**	**Tangencial**
Promedio	1427	1396	1993	1568	2355	2863
Mínimo	365	472	688	471	395	1811
Máximo	2131	2334	3096	4046	4594	4466
Desvió estándar	505	558	674	953	1164	763
Coeficiente variación	35	40	34	61	49	27

En la tabla 1. se observa que los coeficientes de variación son altos tanto a baja como alta densidad siendo mayor en los planos axiales y radiales

Esta variación tan alta en el plano axial y radial podría deberse a que el tornillo puede ser introducido en el leño tardío o temprano y entre ellos hay diferentes densidades y la resistencia queda en función de la densidad de ese leño y no de la propiedad promedio de la probeta (Jovanovski et al., 2005) como puede observarse en la figura 4.

Figura 4. Anillos de leño temprano y tardío. A la izquierda corte axial y la derecha corte radial

Figure 4. Rings of early and late wood. On the left upper part of the axial plane, on the right upper part radial plane

En cambio, al colocar el tornillo en el plano tangencial, este atraviesa los leños tardíos y tempranos varias veces como puede observarse en la figura 5 siendo más representativo la densidad general de la probeta.

Figura 5. Al atravesar el tornillo en el plano tangencial atraviesa los leños temprano y tardío

Figure 5. As the screw passes through the tangential plane it passes through the early and late logs

Antes del análisis de varianza, se realizó la prueba de Levene para determinar si las muestras cumplían con el criterio de homocedasticidad, requisito necesario para el análisis de varianza. Los p-valores para los planos axial, radial y tangencial fueron 0,005, 0,002 y 0,099 respectivamente. Puede verse que el p-valor del plano tangencial es mayor que el nivel de significancia de 0,05 lo que indica que la varianza de las muestras en el grupo de alta densidad es similar al de baja densidad y se cumple con el criterio de homocedasticidad necesario para aplicar la prueba de ANOVA. Este criterio no se cumple para el plano axial ni radial por lo que se aplicó una prueba de ANOVA solo al plano tangencial. El resultado del ANOVA en el plano tangencial arrojo un p-valor = $6{,}9.10^{-7}$ lo que indica claramente que hay una diferencia significativa al

nivel de confianza del 95% en la resistencia a la extracción del tornillo en el plano tangencial a baja y alta densidad, siendo un valor mucho más elevado a alta densidad donde este fue en promedio 2863 N mientras que el de baja densidad este fue en promedio 1993 N.

Hay mucha bibliografía que sugiere que la densidad es un factor determinante en la fuerza para la extracción de tornillo (Reinhard, 2019; Kiliç et al., 2006), y que las caras en las que se colocan los tornillos arrojan valores diferentes. Aytekin (2008) trabajo con maderas de *Quercus robur* L., *Pinus pinea* L., *Pinus nigra* Arnold con densidades de 0,696 g cm^{-3}, 0,534 g cm^{-3}, 0,496 g cm^{-3} y obtuvo valores de resistencia a la extracción de 650 N, 582N y 518 N respectivamente indicando que la densidad tiene una relación positiva con la resistencia a la extracción de tornillo.

Conclusión

La resistencia promedio a la extracción de tornillos fue mayor en la madera de *Pinus taeda* de alta densidad comparada con la de baja densidad. En los planos axial y radial, la variabilidad en los valores impidió realizar un análisis de varianza. Sin embargo, en el plano tangencial, las muestras mostraron variaciones similares, permitiendo un ANOVA que reveló una resistencia significativamente mayor en la madera de alta densidad.

Estos resultados proporcionan información valiosa para la industria de la construcción en madera. La conclusión de que la madera de alta densidad ofrece una mayor resistencia a la extracción de tornillos en el plano tangencial es crucial para diseñadores y constructores. Este conocimiento puede influir en la selección de materiales y en el diseño de uniones en estructuras de madera, mejorando así la seguridad y la durabilidad de las edificaciones. Además, los datos obtenidos pueden ayudar a formular recomendaciones específicas para la construcción de edificios más altos y robustos con madera, optimizando el uso de este material en combinación con otros, como el concreto.

Referencias bibliográficas

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). (1997) NBR 7190: *Projetos de estruturas de madeira*.

Arriaga, F., González, G., Álvarez, R., & Cabo, J. L. (2011). *Diseño y cálculo de uniones en estructuras de madera*. Maderia Construcción.

ASTM (2000) D1761-88. Standard Test Methods for Mechanical Fasteners in Wood

Aytekin, A. (2008). Determination of screw and nail withdrawal resistance of some important wood species. *International Journal of Molecular Sciences*, *9*(4), 626-637.

Brandner, R. (2019). Properties of axially loaded self-tapping screws with focus on application in hardwood. *Wood Material Science & Engineering*, *14*(5), 254–268. https://doi.org/10.1080/17480272.2019.1635204

Feirer, J. L. (1972). *Advanced wood work and furniture making* (4th ed.).

Hänsel, A., Sandak, J., Sandak, A., Mai, J., & Niemz, P. (2022). Selected previous findings on the factors influencing the gluing quality of solid wood products in timber construction and possible developments: A review. *Wood Material Science & Engineering*, *17*(3), 230-241. https://doi.org/10.1080/17480272.2021.1925963

IRAM N° 9532. Maderas. Método de determinación de la humedad.

Jovanovski, A., Davelly, M., & Mohr-Bell, D. (2005). Densidad básica de la madera de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en la Patagoni. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales, 14*(2), 153-160.

Kiliç, M., Burdurlu, E., & Usta, İ. (2006). Comparative analysis of the nail and screw withdrawal resistances of fir (Abies Mill.), cherry (*Prunus Avium* L.), walnut (*Juglans Regia* L.) and oak (*Quercus* L.) wood. *Düzce University Faculty of Forestry Journal of Forestry, 2*(2), 61-75.

NBCC, N. (2005). *National building code of Canada*. National Research Council of Canada (NRCC).

Ottenhaus, L. M., Jockwer, R., van Drimmelen, D., & Crews, K. (2021). Designing timber connections for ductility – A review and discussion. *Construction and Building Materials*, 304.

Pan, Y., Tannert, T., Kaushik, K., Xiong, K., & Ventura, C. (2021). Seismic performance of a proposed wood-concrete hybrid system for high-rise buildings. *Engineering Structures, 238*. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112194

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Comparación de dos tipos de fertilizantes en el proceso de aclimatación de plántulas *in vitro* de *Cyrtopodium hatschbachii* Pabst, orquídea en peligro de extinción

Comparison of two types of fertilizers in the acclimatization process of in vitro seedlings of Cyrtopodium hatschbachii Pabst, an endangered orchid

DOI: https://doi.org/10.36995/j.yvyrareta.2025.002
Recibido 27 de febrero 2024; aceptado 9 de junio 2025

Marcela Agustina Báez[1], Leonardo Da Vega [2], Débora Sabrina Cardozo[3], Aldana Samudio [3], Guillermo Küppers[4], Evelyn Raquel Duarte[1]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio de Propagación Vegetativa, Conservación y Domesticación de Recursos Fitogenéticos. Misiones. Argentina agustina20baez@gmail.com , evelyn.duarte@fcf.unam.edu.ar

[2]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio de Etnobiología y Desarrollo Comunitario. Misiones. Argentina Leo_davega97@hotmail.com

[3]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones. Argentina sabrinac0789@gmail.com, aldana.samudio@fcf.unam.edu.ar

[4]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio de Anatomía de la Madera, Dendrología y Dendrocronología. Misiones. Argentina guillermo.kuppers@fcf.unam.edu.ar

Resumen

Cyrtopodium hatschbachii Pabst, es una orquídea en peligro de extinción, la cual requiere de diversos estudios para generar información apropiada para elaborar distintas estrategias de conservación tanto *in situ* como *ex situ*. El objetivo fue comparar el efecto de una dosis 2,5 ml L^{-1} de un fertilizante líquido, con otro de liberación controlada en una dosis de 3 g dm^3 durante la aclimatación en plantas provenientes de polinización geitonogamia y xenogamia. Se utilizaron plantas del banco de germoplasma *in vitro* de la Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado Misiones. Las plantas extraídas de los frascos fueron plantadas primeramente en bandejas de plástico con perlita por 60 días. Transcurrido ese periodo, se trasladaron a macetas de 200 cm^3 que contenían corteza de pino y perlita en una proporción de 3:1, allí permanecieron durante 30 días; posteriormente se procedió a colocar los distintos fertilizantes y permanecieron bajo condiciones de invernáculo por 180 días. Los resultados mostraron diferencias significativas en el número de hojas, diámetro de pseudobulbo y altura de la planta, pero no en la supervivencia y la masa de las plantas. En conclusión, los fertilizantes y dosis ensayadas fueron efectivos generando mayor crecimiento respecto del testigo, pero la sobrevivencia fue similar durante la aclimatación.

Palabras clave: Aclimatación; Conservación; Micropropagación; Nutrición vegetal; Orchidaceae.

Abstract

Cyrtopodium hatschbachii Pabst is an endangered orchid, which requires several studies to gather appropriate information to develop different conservation strategies both *in situ* and *ex situ*. The objective was to compare the effect of a 2.5 ml L^{-1} dose of a liquid fertilizer with a controlled-release fertilizer at a dose of 3 g dm^3 during acclimatization on plants from geitonogamous and xenogamy pollination. Plants from the *in vitro* germplasm bank of the Faculty of Forestry Sciences of Eldorado Misiones were used. Plants extracted from the flasks were first planted in plastic trays with perlite for 60 days. After this period, they were transferred to 200 cm^3 pots containing pine bark and perlite in a 3:1 ratio, where they remained for 30 days; then the different fertilizers were applied, and they remained under greenhouse conditions for 180 days. The results showed significant differences in leaf number, pseudobulb diameter and plant height, but not in plant survival and plant mass. In conclusion, the fertilizers and doses tested were effective in generating more growth compared to the control, but survival was similar during acclimatization.

Keywoords: Acclimatization; Conservation; Micropropagation; Plant nutrition; Orchidaceae

Introducción

La familia Orchidaceae es una de las que posee mayor cantidad de especies superada únicamente por las Asteraceae, pero es una de las más importantes en cuanto a la cantidad de especies de relevancia en el negocio de la floricultura, de ahí el interés en el cultivo, multiplicación y comercialización de estas plantas. Con la finalidad de poder obtenerlas se realizaron innumerables prácticas de extracción ilegal y destrucción de hábitat, actividades que llevaron a varias especias a formar parte de las listas rojas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en la categoría “en peligro de extinción” (Christenhusz y Byng, 2016; Fay, 2018; Bello-Castañeda et al., 2023). Entre las que se encuentran amenazadas en la República Argentina está *Cyrtopodium hatschbachii* Pabst, cuya planta se caracteriza por tener inflorescencias con 8 a 15 flores rosadas de labelo amarillo y de agradable fragancia (Surenciski et al., 2012; Pott et al., 2019; Cardoso et al., 2021). Son plantas autocompatibles fecundadas por ortópteros o la acción de la lluvia, por lo tanto pueden formar frutos y semillas viables desde la autofecundación (Cardoso et al., 2021).

Si bien *C. hatschbachii* tiene la capacidad de perpetuar sus poblaciones por medio de la aufecundación, si no se llevan a cabo de manera inminente acciones efectivas que permitan la conservación de estas orquideas en peligro, las distintas amenazas terminarán por perjudicar notablemente la existencia de estas plantas en su habitat natural (Swarts y Dixon, 2017; Cardoso et al., 2021).

En este sentido, la propagación *in vitro* es una técnica que contribuye en gran manera con la posibilidad de conservar especies de orquídeas en peligro de extinción (De Stefano et al., 2022).

A diferencia del cultivo convencional esta no requiere de hongos micorrícicos y de amplios periodos para obtener una cantidad masiva de ejemplares para la comercialización o conservación de las especies (Frausto *et al*., 2019; Mosqueda et al., 2023). Sin embargo, esta técnica tiene ciertas desventajas como la alta mortalidad de plantas durante la aclimatación (Deb y Imchen, 2010). Una manera de disminuir estas pérdidas es a través del uso apropiado de un fertilizante, ya que una buena nutrición contribuye a la supervivencia de las plantas al cambio de condiciones *in vitro* a *ex vitro* (Rineksane et al., 2023).

El empleo de esta técnica consiste en una serie de fases que empiezan por cultivar las semillas o explantes dentro de frascos en un medio de cultivo bajo condiciones asépticas y con luz y temperatura controladas (López y Rangel, 2018; Frausto et al., 2019). Finalizado el proceso de crecimiento *in vitro* las plantas son extraídas de los frascos y sometidas a un proceso de aclimatación (De Stefano et al., 2022), debido a que deben pasar del cultivo *in vitro* que es un ambiente controlado a uno no controlado. La fase de aclimatación y rusticación es una de las que más afecta el proceso de multiplicación *in vitro*, ya que durante esta etapa las plantas tienen que adaptarse a las condiciones de campo. Resulta de vital importancia tener en cuenta la nutrición, ya que este es el factor que influye notablemente sobre la sobrevivencia de plantas durante la aclimatación (De Stefano et al., 2022; Rineksane *et al*. 2023). Por lo tanto, el tipo de fertilizante que se emplee durante esta fase puede favorecer el crecimiento y adaptación de las plantas (Rineksane et al., 2023).

Diversos estudios han demostrado que el uso de fertilizante de liberación contralada, así como los de formulación liquida contribuyen de manera efectiva sobre el crecimiento y la supervivencia de las orquídeas durante la aclimatación (Ha et al., 2018; Hendriyani et al., 2019). Sin embargo, la información existente sobre que fertilizantes y dosis a utilizar es escasa, con lo cual surge la necesidad de realizar estudios para determinar la correcta nutrición de las orquídeas en las diferentes etapas del cultivo *in vitro*, ya que cada especie tiene requerimientos específicos y particulares, respecto del ambiente apropiado para lograr un buen crecimiento y una óptima floración (Pardo et al., 2015; Hoshino et al., 2016).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento y sobrevivencia de plántulas de *C. hatschbachii* de origen geitonogamico y xenogamico germinadas *in vitro* empleando dos tipos de fertilizantes, uno de formulación liquida y otro de liberación controlada.

Materiales y métodos

Las plantas que se utilizaron en el presente estudio fueron obtenidas por medio del cultivo *in vitro* de semillas obtenidas por fecundación manual entre flores de una misma vara floral (polinización geitonogamica) y flores de distintas plantas (polinización xenogamica). Dichas plantas previo a su utilización habían permanecido durante 2 años en el banco de germoplasma de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, ubicado en la ciudad de Eldorado.

Las plántulas fueron extraídas de los frascos y lavadas con abundante agua corriente y pasadas inmediatamente a bandejas de plástico ovaladas, de 17 x 22 cm y 7 cm de altura, las cuales contenían perlita húmeda. Posteriormente fueron tapadas con bandejas de las mismas características y permanecieron bajo condiciones de invernáculo durante 60 días, donde la humedad y temperatura promedio fueron del orden del 60 al 80 % y 23 al 27°C respectivamente y un nivel de luz en el orden del 27 a 73 µMol m^2 seg^{-1} dependiendo del mes del año y la presencia de nubosidad, a su vez el sustrato se regó cotidianamente para mantener un ambiente húmedo. Transcurrido ese periodo las plántulas se pasaron a envases de 200 cm^3 que contenían corteza de pino compostada y perlita en una proporción 3: 1. Después de 30 días fueron fertilizadas con dos tipos de fertilizantes; por un lado se empleó uno de liberación controlada como el Plantacote 6M 14-9-15+Mg+micros en una dosis de 3 $g.dm^3$ de sustrato y por otro lado uno de formulación líquida como el Fertifox potenciado 7-3-7,5 con ácido naftalen acético en una dosis 2,5 ml L^{-1} de agua, el cual se utilizó a razón de 50 ml para regar las plantas cada 20 días. Se realizaron 6 tratamientos conformados de 4 repeticiones de 5 plantas cada una. En la tabla 1 se presentan los distintos tratamientos.

Tabla 1. Conformación de los distintos tratamientos
Table 1. Conformation of the different treatments

Tratamientos	Polinización	Fertilizante
1	Geitonogamia	Sin fertilizante
2	Geitonogamia	Fertifox
3	Geitonogamia	Plantacote 6M
4	Xenogamia	Sin fertilizante
5	Xenogamia	Fertifox
6	Xenogamia	Plantacote 6M

Al finalizar el ensayo se realizaron mediciones de las variables: altura total de la planta (en este caso se consideró el tamaño del pseudobulbo más la hoja verde más larga, debido a que varias plantas no desarrollaron pseudobulbos al momento de la

medición), diámetro del pseudobulbo, número de pseudobulbos, de hojas verdes y secas, supervivencia en porcentaje, peso fresco y peso seco en gramos. Para hacer las mediciones se emplearon calibres digitales, reglas y balanza de alta precisión. El peso seco se realizó en una estufa a 60 °C durante 5 días hasta lograr peso constante. Los datos fueron analizados con un análisis de variancia (ANOVA) y posteriormente sus medias fueron comparadas con la prueba de Tukey, a través del uso del software Infostat versión 2020 (Di Rienzo et al., 2020). Para el estudio se empleó un diseño completamente aleatorizado.

Resultados y discusión

El análisis estadístico entre las variables número de hojas verdes y secas entre plantas provenientes de polinización geitonogamica y xenogamica dió diferencias altamente estadísticas (P=0,0001), en tanto, que el número de pseudobulbos no mostró diferencias significativas (Figura 1). Esto es coincidente en parte con lo reportado por Arthagama et al. (2021), donde no observaron diferencias significativas en el número de pseudobulbos así como en la cantidad de hojas que desarrollaron en los distintos tratamientos utilizados. En cambio, Heredia-Rendón *et al*. (2009), demostraron que el uso de fertilizantes nitrogenados en distintas dosis tuvo un efecto significativo sobre el número de hojas y de pseudobulbos formados en *Laelia halbingeriana* Salazar y Soto Arenas. En el caso del estudio de Wang (1996) en *Phalaenopsis* sp. sólo se observó un pequeño efecto significativo sobre el número de hojas entre los distintitos fertilizantes analizados. Por su parte, Jimenez-Peña et al. (2019) demostraron que regar las plantas con una solución nutritiva cuya formulación esté compuesta por macro y micronutrientes proporciona un incremento en el número de hojas y de pseudobulbos, mientras que aquellas plantas donde solo se les proporciona una solución que presentan únicamente macronutrientes los resultados son menores.

Por otro lado, los resultados entre los distintos tratamientos con fertilizantes demarcaron diferencias significativas, por lo que las plantas de distintas polinizaciones al parecer muestran comportamientos altamente similares (Figura 1) con las dosis de los dos fertilizantes empleados frente a la evolución de estas variables. En este estudio las dosis de los fertilizantes empleadas han resultado de manera apropiada ya que manifestaron diferencias significativas con los tratamientos testigos (Figura 1).

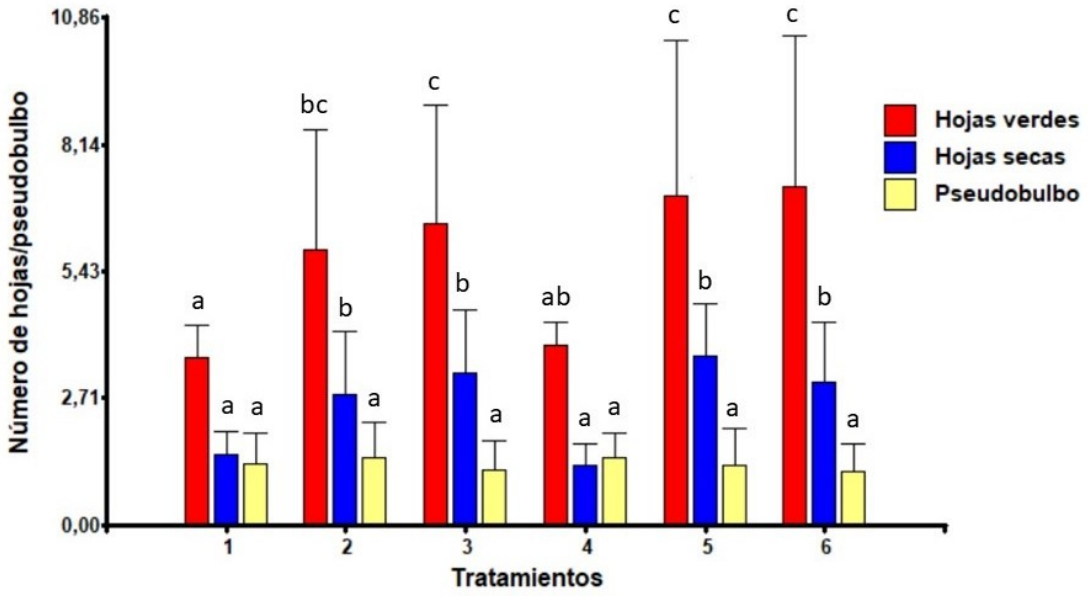


Figura 1. Valores medios de la cantidad de hojas y pseudobulbos que se desarrollaron en las plantas de los distintos tratamientos, además la cantidad de hojas que perecieron al finalizar el ensayo

Figure 1. Mean values of the number of leaves and pseudobulbs developed on the plants of the different treatments, in addition to the number of leaves that perished at the end of the trial

Con respecto al diámetro de los pseudobulbos y altura total de la planta (considerando la base del pseudobulbo al extremo de la hoja de mayor tamaño), se observaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, manifestándose los mejores valores en ambas variables en el tratamiento 3 donde se empleó una dosis de fertilizante de liberación controlada (Figura 2). En los estudios de Arthagama et al. (2021), en cambio, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos cuando emplearon diferentes dosis de fertilizante líquido orgánico, pero si entre el tipo de sustrato empleado, por lo que resulta más relevante el tipo sustrato frente a la dosis de fertilizante líquido. Por otro lado, también es importante considerar la frecuencia del fertilizante, ya que es un factor que puede influenciar notablemente el crecimiento y desarrollo de las orquídeas (Herastuti y EK, 2020). Tal es así, que el uso de fertilizante foliar cada 14 días tiene un efecto altamente significativo en el crecimiento de especies del género *Dendrobium* (Hariyanto et al., 2019).

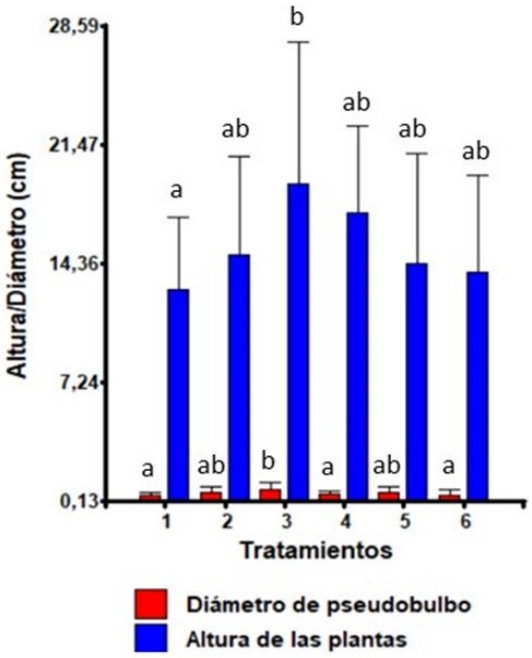


Figura 2. Valores medios de las variables altura de planta y diámetro de pseudobulbo en los distintos tratamientos

Figure 2. Mean values of plant height and pseudobulb diameter variables in the different treatments

En cuanto al nivel de supervivencia, los porcentajes fueron del orden del 65 al 90% en los tratamientos estudiados, pero no se observaron diferencias significativas. En el caso de peso fresco y seco, el tratamiento 2 presentó un valor levemente superior a los demás, pero sin diferencias significativas (Tabla 2). Según Ha et al. (2018) y Hendriyani et al. (2019) la dosis óptima de fertilizante puede generar un mayor crecimiento en las plantas de orquídeas observándose a través de un mayor peso fresco y seco, contribuyendo de esta manera a la supervivencia de las plantas durante la fase de aclimatación, pero un tipo de fertilizante y dosis inadecuados puede llevar a deterioro o mortalidad de la planta.

Tabla 2. Efecto de las dosis de fertilizante líquido y de liberación controlada sobre las variables supervivencia, peso fresco y peso seco

Table 2. Effect of liquid and controlled release fertilizer doses on survival, fresh and dry weight variables

Tratamiento	Supervivencia (%)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
1	65±19,14 a	1,30±0,44 a	0,11±0,04 a
2	90±11,54 a	6,79±3,89 a	0,42±0,11 a
3	90±11,54 a	2,66±0,89 a	0,26±0,08 a
4	75±19,14 a	1,9±1,01 a	0,21±0,09 a
5	90±11,54 a	4,54±2,39 a	0,39±0,04 a
6	90±11,54 a	2,85±3,16 a	0,34±0,04 a

Ref. Se representan valores medio más desvío estándar, letras distintas representan diferencias significativas para una prueba de Tukey a un nivel de 0,05.

En este trabajo los fertilizantes y dosis ensayados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al número de hojas, tamaño de la planta y diámetro de pseudobulbos, por lo tanto, en plantas de *C. hatschbachii* originadas por polinización geitonogamica o xenogamica bajo las condiciones de este estudio, el crecimiento de las plantas es influenciado por el tipo de fertilizante utilizado, líquido o de liberación controlada en las dosis recomendadas en el marbete. En cambio, tienen igual respuesta en las variables supervivencia y peso fresco y seco en la etapa de aclimatación una vez colocadas las plantas en las macetas. Por lo tanto, la utilización de fertilizantes con distinta formulación y composición puede generar diferencias en el crecimiento durante la fase de aclimatación de las plantas de *C. hatschbachii*. Sin embargo, en este estudio, no se observaron diferencias significativas entre las dosis de los dos fertilizantes y los tratamientos testigos en la sobrevivencia de plantas.

Experimentos previos han demostrado que es de vital importancia contar con un tipo y dosis de fertilizante específicos para cada especie de orquídeas, ya que cada una tiene requerimientos particulares de nutrición que contribuyen a que crezcan y florezcan apropiadamente (Ha et al., 2018). Por ello, es sumamente importante contar con información acerca de un sistema de fertilización para tener una óptima producción en las orquídeas. Los estudios en esta especie deben continuar hasta lograr más información en cuanto a cuál es la fertilización y nutrición más apropiada que se requiere para lograr plantas de buena calidad con fines de conservación. Asimismo, el uso correcto de los fertilizantes conlleva a que el crecimiento sea más rápido y consecuentemente con esto se reducen los tiempos y costos de producción de las orquídeas (Wang y Konow, 2002).

Conclusión

El tipo y dosis de fertilizante empleado en la aclimatación de *C. hatschbachii* afectó el desarrollo del número de hojas verdes y secas, diámetro de pseudobulbo y altura de la planta, en cambio la cantidad de pseudobulbo, así como la sobrevivencia, el peso freso y seco, no mostraron diferencias durante el proceso de aclimatación en plantas provenientes de polinización geitonogamica y xenogamica, cuando se utilizó fertilizante líquido (Fertifox) en una dosis de 2,5 ml L^{-1} y de liberación controlada (Plantacote 6M) en una dosis de 3 g dm^{-3} de sustrato.

Se recomienda profundizar los estudios con otras dosis de ambos fertilizantes para conocer mejor su efecto sobre el crecimiento de esta especie.

Referencias bibliográficas

Arthagama, I. D. M., Dana, I. M., & Wiguna, P. P. K. (2021). Effect of various types of growing media and application of liquid organic fertilizer on the growth of *Dendrobium orchids*. *International Journal of Biosciences and Biotechnology*, *8*(2), 54-61.

Bello-Castañeda, N., Coy-Barrera, C., & Pérez, M. M. (2023). Revisión sistemática sobre tipos de sustratos utilizados en la propagación de orquídeas bajo invernadero. *Mutis*, 13(1), 1-18.

Cardoso, J. C. F., Johnson, S. D., Maciel, A. A., & Oliveira, P. E. (2021). Florivory can facilitate rain-assisted autogamy in a deceptive tropical orchid. *The Science of Nature*, *108*, 1-8.

Christenhusz, M. J., & Byng, J. W. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa, 261*(3), 201-217.

De Stefano, D., Costa, B. N. S., Downing, J., Fallahi, E., & Khoddamzadeh, A. A. (2022). *In vitro* micropropagation and acclimatization of an endangered native orchid using organic supplements. *American Journal of Plant Sciences*, *13*(3), 380-393.

Deb, C. R., & Imchen, T. (2010). An efficient *in vitro* hardening technique of tissue culture raised plants. *Biotechnology*, *9*(1), 79-83.

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020) InfoStat, versión 2020, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. https://www.infostat.com.ar/

Fay, M. F. (2018). Orchid conservation: how can we meet the challenges in the twenty-first century? *Botanical studies*, *59*, 1-6.

Frausto, J. K. A., Ojeda Zacarías, M. D. C., Alvarado Gómez, O. G., García Zambrano, E. A., Rodríguez Fuentes, H., & Rodríguez Pérez, G. (2019). Inducción de brotes a partir de varas florales de la orquídea *Phalaenopsis* spp. (Blume) *in vitro*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *10*(6), 1207-1218.

Ha, B. Y., Kim, H. R., Kim, D. H., Woo, J. W., Jo, Y. J., & Kwon, S. I. (2018). Growth effects of the application of new controlled-release fertilizers on Phalaenopsis spp. *Applied Biological Chemistry*, *61*, 625-633.

Hariyanto, S., Jamil, A. R., & Purnobasuki, H. (2019). Effects of plant media and fertilization on the growth of orchid plant (*Dendrobium sylvanum* rchb. F.) in acclimatization phase. *Planta Tropika: Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)*, *7*(1), 67-72.

Hendriyani, E., Warseno, T., & Oktavia, G. A. E. (2019). Growth of slipper orchid *Paphiopedilum javanicum* (Reinw. ex Lindl.) Pfitzer during acclimatization stage. *Jurnal Biodjati*, *4*(2), 291-297.

Herastuti, H., & EK, S. H. (2020). Effect of Fertilizer Frequency on Growth Varieties of Dendrobium Orchid. In *Proceeding of LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta Conference Series 2020–Engineering and Science Series* (Vol. 1, No. 1, pp. 246-252).

Heredia-Rendón, A., Enríquez-del Valle, J., Campos, G. V., Marini, F., Velasco, V. A., & Damon, A. (2009). *Ex vitro* acclimatization of *Laelia halbingeriana* plants grown in different media and fertilization doses. In *International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics 843* (pp. 191-196).

Hoshino, R. T., Alves, G. A., Melo, T. R., Barzan, R. R., Fregonezi, G. A., & Faria, R. T. (2016). Adubação mineral e orgânica no desenvolvimento de orquídea Cattlianthe'Chocolate drop'. *Horticultura Brasileira*, *34*, 475-482. DOI - http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160405

Jiménez-peña, N., Sandoval-Villa, M., Volke-Haller, V. H., Pedraza-Santos, M., & Colinas-León, M. T. (2019). La solución nutritiva modifica el crecimiento de dos especies de orquídeas. *Revista fitotecnia mexicana*, *42*(4), 419-427.

López, C., & Rangel, M. (2018). Propagación *in vitro* de *Galeandra greenwoodiana* y *Stanhopea hernandezii*. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, *5*(2), 28-38.

Mosqueda, M. A. R., Aguilar, D. R. L., & Cruz, A. O. (2023). Cultivo de tejidos vegetales aliado en la propagación comercial de orquídeas. *Revista Universitarios Potosinos*, (275), 14-19.

Pardo, Ó. F. E., Andrade, J. L. C., Rodríguez, M. C., Montaño, N. A., & Vera, Y. A. L. (2015). Respuesta a la fertilización con fósforo en el cultivo del *Cymbidium* (*Cymbidium* sp.), municipio de El Colegio. *Revista Tecnología y Productividad*, *1*(1), 9-22.

Pott, A., Pott, V. J., Catian, G., & Scremin-Dias, E. (2019). Floristic elements as basis for conservation of wetlands and public policies in Brazil: The case of veredas of the Prata River. *Oecologia Australis*, *23*(4).

Rineksane, I. A., Nu'imah, M. N. K., & Astuti, A. (2023). Effect of Different Types of Medium and Fertilizer on Acclimatization of Vanda tricolor. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1172, No. 1, p. 012026). IOP Publishing.

Surenciski, M. R., Flachsland, E. A., Terada, G., Mroginski, L. A., & Rey, H. Y. (2012). Cryopreservation of *Cyrtopodium hatschbachii* Pabst (Orchidaceae) immature seeds by encapsulation-dehydration. *Biocell*, *36*(1), 31-36.

Swarts, N., & Dixon, K. W. (2017). *Conservation methods for terrestrial orchids*. University Of Tasmania.

Wang, Y. T. (1996). Effects of six fertilizers on vegetative growth and flowering of *Phalaenopsis* orchids. *Scientia Horticulturae*, *65*(2-3), 191-197.

Wang, Y. T., & Konow, E. A. (2002). Fertilizer source and medium composition affect vegetative growth and mineral nutrition of a hybrid moth orchid. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *127*(3), 442-447.

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Enriquecimiento y regeneración natural en claros en un bosque alto explotado del parque chaqueño húmedo

Natural enrichment and regeneration in clearings of a heavily exploited forest in the humid Parque Chaqueño

DOI: https://doi.org/10.36995/j.yvyrareta.2025.003
Recibido 17 de abril de 2024; aceptado 25 de junio de 2025

Cesar Enrique Sirka[1], Miguel Ángel Oviedo[2]

[1]Universidad Nacional de Formosa. Facultad de Recursos Naturales. Instituto de Silvicultura. Formosa, Argentina. cesirka@yahoo.com.ar

[2]Universidad Nacional de Formosa. Facultad de Recursos Naturales. Instituto de Silvicultura. Formosa, Argentina. ma1_oviedo@yahoo.com.ar

Resumen

Se determinó el comportamiento de cinco especies forestales y la regeneración natural mediante el método de enriquecimiento en claros, de un bosque explotado en el sureste de Formosa. Para ello se seleccionó una hectárea de bosque subdividido en 25 parcelas de 400 m², donde se abrieron claros de 6m por 20m, instalándose 21 plantas por especie y por parcelas con cinco repeticiones. La plantación fue realizada en el año 2000 y la evaluación a los 22 años. Los resultados indican el mayor diámetro en *Peltophorum dubium* (9,19cm± 5,31cm), y el menor en *Handroanthus heptaphyllus* (3,58cm ± 2,33 cm); mayor altura de fuste en *P. dubium* (4,34m± 1,53m), y menor en *H. heptaphyllus* (2,97m ± 1,10m); mayor sobrevivencia en *Cordia americana*: (67% ± 10), y menor en *H. heptaphyllus* (14,2% ± 5,8). El mayor porcentaje de fuste de calidad en *Gleditsia amorphoides* 69,6 % y *C. americana* 57,8 %. La regeneración natural evidencia que las especies de escaso valor comercial predominan sobre aquellas de mayor valor comercial, constituyendo el 75 % del total, siendo *Phyllostylon rahmnoides* la especie de mayor predominancia con 8 %. La mejor especie para este tipo de práctica *P. dubium*.

Palabras clave: Métodos; Regeneración; Rehabilitación; Silvicultura.

Abstract

The behavior of five forest species and natural regeneration through the strip enrichment method in clearings, was evaluated in a logged forest in southeastern Formosa. For this purpose, one hectare of forest was selected and subdivided into 25 parcels of 400 m², where clearings of 6m by 20m were opened. In each plot, 21 seedlings per species were planted, with five replications. The plantation carried out in 2000 was evaluated at 22 years of age. Results showed that *Peltophorum dubium* had the largest diameter (9.19 cm ± 5.31 cm), while *Handroanthus heptaphyllus* had the smallest (3.58 cm ± 2.33 cm). *P. dubium* also reached the greatest stem height (4.34 m ± 1.53 m), while *H. heptaphyllus* had the shortest (2.97 m ± 1.10 m). *Cordia*

americana had the highest survival rate (67% ± 10), and *H. heptaphyllus* the lowest (14.2% ± 5.8). The highest percentage of quality stem was found in *Gleditsia amorphoides* (69,6%) and *C. americana* (57,8). Natural regeneration showed predominance of species whit low commercial value, which made up 75% of the total, *Phyllostylon rahmnoides*, was the most dominant species, with 8% *P. dubium* proved to be the most suitable species for this type of silvicultural practice, followed by *G. amorphoides*.

Keywoords: Methods; Regeneration; Rehabilitation; Forestry.

Introducción

El proceso de degradación y pérdida de productividad de los bosques nativos de la región del Parque Chaqueño por normas y tecnología inadecuadas aplicadas en su aprovechamiento es preocupante. El mismo se evidencia en la fragmentación del recurso, así como por el avance de la frontera agrícola, lo que torna insostenible su presencia, si no se generan acciones tendientes a su manejo (Brassiolo et al., 2013).

En la zona sureste de Formosa, ubicada en la región oriental del parque chaqueño, los escasos bosques nativos existentes se encuentran muy explotados y en franco retroceso, como consecuencia de normas de extracción y presiones por cambio de uso del suelo. Estas dos acciones originaron tanto el empobrecimiento del recurso como su fragmentación (Sirka y Acosta 2021).

Una de las alternativas para la recuperación o rehabilitación de estos bosques explotados, es el enriquecimiento con especies de valor comercial y la conducción de la regeneración de especies valiosas, que podría generar impacto social, económico y ambiental muy positivo, ya que incorporaría superficies boscosas de baja productividad y con riesgo de conversión al manejo forestal (Brassiolo y Grulke, 2013).

La rehabilitación implica devolver al bosque explotado o superficie degradada la capacidad de suministrar productos y servicios forestales, restableciendo la productividad de estos ambientes (FAO, 2009). Estas acciones permitirán diferentes formas o alternativas de conducción, acorde al estado de degradación en que se encuentre los recursos, el objetivo del manejo, pero siempre acorde a las particularidades de la zona (Grance y Maiocco, 1995).

El enriquecimiento es definido como la introducción de especies arbóreas valiosas en bosques degradados o secundarios, denominadas plantaciones bajo cubierta, en claros, en líneas, en fajas, de mejora y/o de conversión. Estas prácticas presentan ventajas comparativas relacionadas a factores ecológicos y ambientales respecto a la plantación a cielo abierto, aunque sus posibles desventajas son los elevados requerimientos técnicos y económicos necesarios durante los primeros años de plantación (Weaver,1987; Lamprecht, 1990).

Debido a la complejidad de su manejo, las plantaciones de enriquecimiento con diferentes densidades se consideran alternativas viables a pequeña y mediana escala (Ramos y Del Amo; 1992).

Valentini y Schaeffer (1978) realizaron experiencias de enriquecimiento con *M. azedarach var. gigantea, Tipuana tipu* y otras especies nativas en fajas y claros dentro del bosque, obteniendo rendimientos que triplicaron al del bosque nativo contiguo. El enriquecimiento también constituyó una opción alentadora en bosques donde la regeneración natural de especies valiosas fue insuficiente, y la existencia maderera no justificaba un aprovechamiento económico del recurso (Pérez et al., 1993).

Otros trabajos en la región estimaron en 100 ha la superficie mínima a enriquecer, para lograr la sustentabilidad de una familia tipo (Pérez et. al., 2011). Por otro lado, Sirka et al. (2019) estudiaron el comportamiento de dos especies forestales nativas en diferentes anchos de fajas, estimándose costos de implantación y mantenimiento y la incidencia del ancho de fajas en la regeneración natural.

La disminución de sobrevivencia registrada en este ensayo en los tres primeros años de instaladas las especies en los claros varió de 30 a 60%, atribuibles prioritariamente a sequías prolongadas y el estrés térmico por elevadas temperaturas registrados en los meses de verano en ese periodo y en menor medida ataques de insectos sobre todo en *Handroanthus heptaphyllus* (Oviedo et al., 2007), también en el mismo trabajo se informa que en especies exóticas como *Toona ciliata* M. Roem (Toona) y *Cordia trichotoma* Arráb. ex Steud. (Peteribi) la mortandad fue del 100 %.

El objetivo del trabajo fue determinar el comportamiento de cinco especies forestales nativas: *Cordia americana* (L.) Gottschling y JSMill. (Guayaibí blanco); *H. heptaphyllus* (Vell.) Mattos (Lapacho negro); *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Ibirá pita guazú); *Pterogyne nitens* Tul. (Tipa colorada o viraró) y *Gleditsia amorphoides* (Griseb.) Taub. (Espina corona) y la regeneración natural de especies de valor comercial en el enriquecimiento en claros practicados en el interior de un bosque explotado.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Instituto de Silvicultura (F.R.N.- U.Na.F.), ubicado en Villa Dos Trece, Formosa, Argentina, con coordenadas S26°09’26.61” y O59°20’53.56”. El mismo está ubicado en un área que fue considerada de categoría III, dentro del POT (Programa ordenamiento territorial), que permite la conversión de

hasta una 60 % de su superficie boscosa, para otros usos, por lo que los escasos bosques existentes deben ser mejorados, para evitar competencias por el uso del suelo con otras actividades. La propuesta de rehabilitar bosques explotados mediante la técnica de enriquecimiento se enmarca dentro la ley N° 26331 de Presupuesto Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (2007).

Según la clasificación de Koppen (Mc Knight et al., 2000), la provincia de Formosa tiene en su porción oriental, clima subtropical sin estación seca (veranos muy calurosos) con temperaturas en los meses más fríos de entre 0°C y 18°C, y en los meses más cálidos temperaturas que promedian más de 25°C. Las máximas precipitaciones oscilan entre los 1000 y 1200 mm anuales, con evapotranspiración potencial elevada pudiendo alcanzar los 1408,4 mm y con valores muy altos en los meses de diciembre y enero respectivamente, disminuyendo en el invierno (Figura 1).

Figura 1. Mapa climático de Formosa fuente
https://www.formosa.gob.ar/miprovincia/aspectosgenerales

Figure 1. Climatic map of Formosa source

El relevamiento preliminar efectuado al bosque explotado, registró 12,34 m^2 ha^{-1} con densidad inferior a 90 ejemplares de valor comercial de diámetro inferior a 30 cm de diámetro, y 25 % de árboles de diámetros cortables con estado sanitario deficiente, diferenciándose tres estratos. El superior con especies de valor comercial como *H. heptaphyllus, C. americana*, *Phyllostylon rhamnoides* (J. Poiss.) Taub. (Palo

lanza), *G. amorphoides* y *Diplokeleba floribunda* N.E.Br. (Palo piedra), etc.; el intermedio de escaso valor comercial, con *Myrcianthes pungens* (O.Berg) D.Legrand (Guabiyú), *Trichilia catigua* A. Juss. (catigua), *Holocalyx balansae* Micheli (Alecrín), *Eugenia bergii* Nied. (Ñangapirí), *Achatocarpus praecox* Griseb. (Palo tinta) y el herbáceo constituido por Bromeliáceas.

Diseño experimental

Se seleccionó una hectárea de bosque explotado, que fue subdividido en 25 parcelas de 400 $m^{2,}$ abriéndose en cada una de ellas claros rectangulares de 6m de ancho x 20m de largo, con orientación 45° norte y una superficie efectiva de apertura del 30% y 70% de cobertura boscosas.

El diseño utilizado para introducción de las especies fue en bloques al azar completo, ya que el sitio presenta una pendiente en sentido este-oeste que puede influir en las variables de respuesta. Se implantaron cinco especies: 1. *P. dubium* 2. *H. heptaphyllus,* 3. *G. Amorphoides;* 4. *P. nitens* y 5. *C. americana*. Instalándose 21 plantas por claros con cinco repeticiones por especies (Figura 2).

La apertura de los claros se realizó mediante el apeo manual de árboles en mal estado sanitario, extracción y aprovechamiento de especies del estrato arbóreo, arbustivo y la eliminación inicial de la cubierta herbácea, con excepción de renovales de mayor valor comercial y ejemplares con características fenotípicas sobresalientes, a los efectos de conocer abundancia.

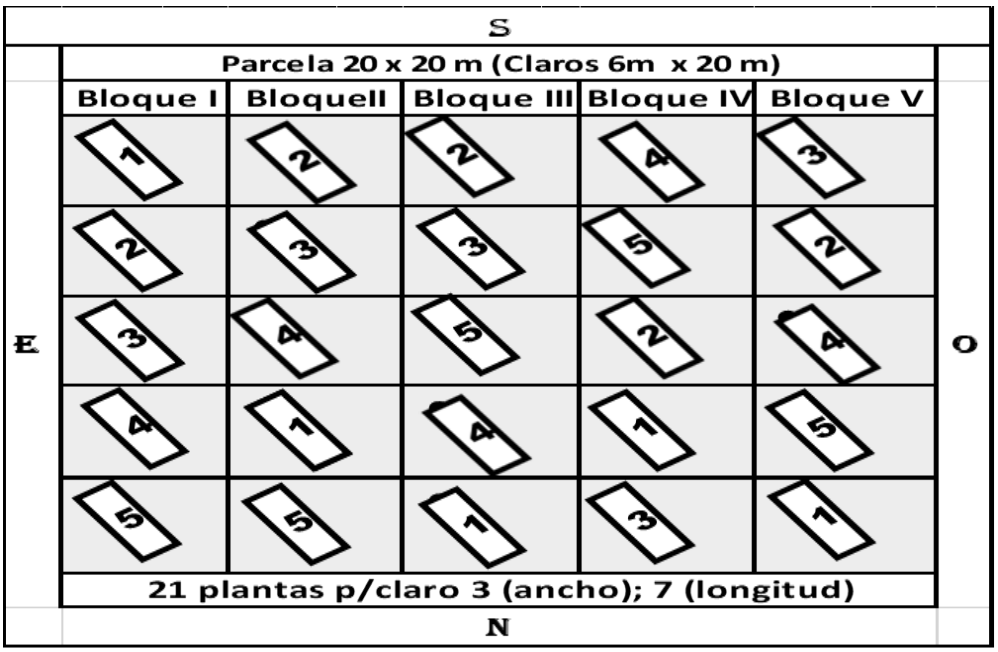


Figura 2. Distribución de especies en parcelas según bloque y orientación de los claros de 6 x 20 m

Figure 2. Distribution of species in plots according to block and orientation of the 6 x 20 m clearings

Condición inicial de la plantación

La plantación se realizó en septiembre del 2000, Se ubicaron 3 hileras de plantas a lo ancho y 7 hileras a lo largo de las fajas, distanciada a 2m x 3m, con plantines de 20 cm de altura, producidas en macetines plásticos, en vivero propio. El mantenimiento y cuidado fue realizado durante los tres primeros años en forma periódica, consistiendo en control de malezas y hormigas y al tercer año se efectuó poda de liberación de la pared lateral del bosque remanente y podas de formación de los ejemplares implantados.

Las variables medidas y evaluados en el año 2022 fueron, para los ejemplares implantados: Diámetro a la altura de 1,30m (DAP; cm), altura del fuste libre de ramas (HF; m), altura total (HT, m), sobrevivencia, y forma de fuste. El porcentaje de sobrevivencia se calculó como el cociente el número actual de plantas de cada especie y la existencia inicial de la misma, multiplicado por 100. Para la forma de fuste se definieron categorías, a saber: 1) fuste recto y sin bifurcaciones (división en dos ramas a baja altura menos de 2 m), ápice bien diferenciado; 2) con ápice seco o sin ápice dominante, y 3) bifurcaciones con más de dos ramas dominante (tres ramas principales a menos de 2 m de altura). También se determinó abundancia y frecuencia de la regeneración natural en dos categorías de "latizal bajo" con diámetro entre 1,5 a 4,9cm, y "latizal alto" de 5 a menos de 10cm.

Una vez medidos el DAP y la HF de los ejemplares implantados, se calculó el incremento medio anual para cada una de estas variables, siendo definidos como la magnitud medida en 2022 dividida por los 22 periodos vegetativos: IMA-DAP (cm año^{-1}) = (DAP / 22); IMA- HF (HF/ 22). A su vez, se calculó el área basal con la siguiente formula: (AB = DAP^2 * π/4) en cada uno de los claros de cada parcela (m^2 parcela^{-1}) y la sumatoria de todas las especies en los diferentes claros de las parcelas se expresa (m^2) con esto se estima por hectárea (m^2 ha^{-1}), permitiendo observar la participación de cada especie y su contribución a la existencia de un bosque explotado. Para estimar el volumen con corteza (m^3 parcela^{-1} y m^3 ha^{-1}) se multiplicó el área basal de cada especie por altura de fuste libre de ramas, efectuándose estimaciones por parcela y por hectárea. Para evaluar abundancia de la regeneración natural en los claros, se efectuó un relevamiento total de cada claro, considerando solo dos categorías de regeneración: Latizal bajo ejemplares (más de 1,5 m de altura total y hasta 4,9 cm de DAP), y latizal alto con (DAP entre 5 y 10 cm). Estas categorías de latizales se relevaron en toda la superficie de cada uno de los claros en el año 2022.

Procesamiento y análisis de los datos

Se utilizó análisis de varianza (ANOVA) y test de Tukey para la comparación posterior de DAP y HF. Para analizar la forma de fuste de los ejemplares implantados se llevó a cabo un test no paramétrico de Kruskal-Wallis. Los análisis se realizaron para un nivel de significancia del 95% con IFOSTAT versión libre.

Resultados y discusión

La sobrevivencia de las 105 plantas de cada especie introducida en los claros fue para *C. americana* (67,62 ± 10,90), *G. amorphoides* (46,66 ± 14,82), *P. dubium* (35,22 ± 10,99), *P. nitens* (33,34 ± 4,75) y la menor *H. heptaphyllus* (14,28 ± 5,84) (Figura 3). Este parámetro fue detectado como estadísticamente significativo con (p = 0,003 de Kruskal-Wallis), con valores superiores en *C. americana* en relación a las otras especies a excepción de *G. amorphoides* y de esta última en relación al *H. heptaphyllus*. Estos valores son inferiores a los registrados en *C. americana* 97%, *P. dubium* 95%, *H. heptaphyllus* 70%; y *P. nitens* 88%, en fajas de 6m de ancho y longitud superior a los 100m en el mismo sitio (Oviedo et al., 2007).

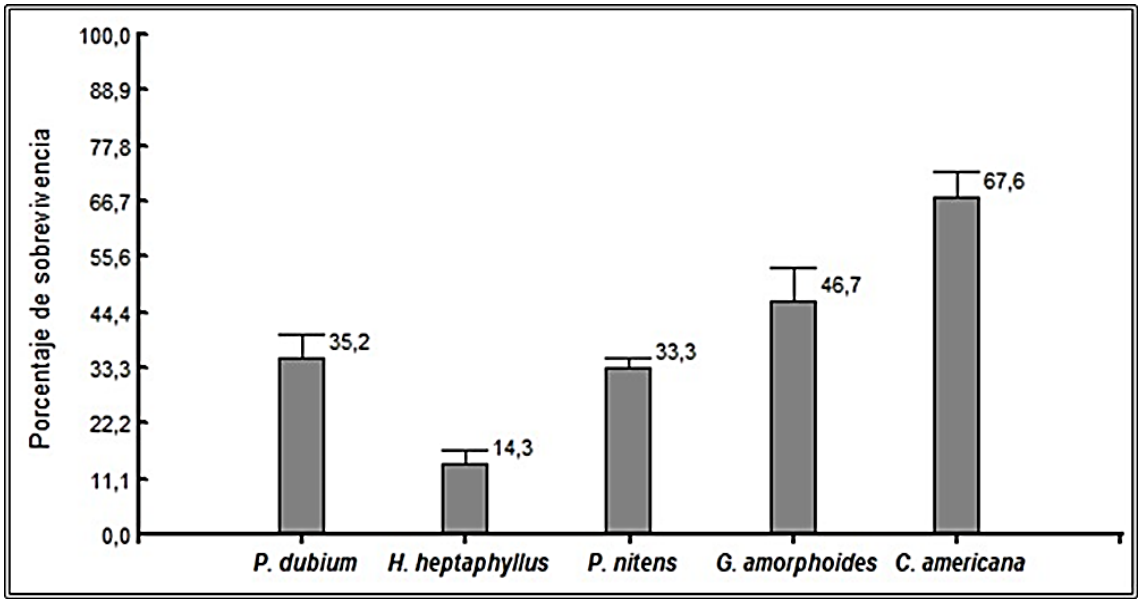


Figura 3. Porcentaje de sobrevivencia de especies forestales en claros de enriquecimiento
Figure 3. Survival percentage of forest species in enrichment clearings

Los diámetros promedio, la altura de fuste para las diferentes especies ensayadas y su correspondiente desvió estándar figuran (Tabla 1). El de mayor diámetro se registró en *P. dubium* fue estadísticamente significativo en relación a las otras especies ensayadas y el diámetro de *G. amorphoides* en relación a *H. heptaphyllus,* no detectándose como significativo entre las otras especies (*p*= 0,0001).

La altura de fuste de *P. dubium fue* estadísticamente significativo en relación a *H. heptaphyllus* y *C. americana* con (p-valor: 0,0038), no así a las otras especies como tampoco entre estas y la altura total fue superior en *P. dubium* en relación a las otras especies (p-valor 0,0041). El incremento diamétrico fue superior en *P. dubium* detectada como significativo (p-valor 0,0001) en relación a las otras especies y el incremento de altura de fuste fue significativo con relación al *H. heptaphyllus* con (p-valor 0,0041).

Por otra parte, la mayor proporción de ejemplares mayores a 5cm de diámetro se obtuvo en *P. dubium* con 72,9% seguida por *C. americana* 63,6% y la menor proporción en *H. heptaphyllus* con 53,8% las otras dos especies están comprendidas entre los dos últimos valores. Valor este a partir del cual se considera establecidas las plantas (Brassiolo et al., 2015).

Las especies, ensayadas en la zona en fajas de 6 x 200 m, al décimo año de instalado registran incrementos diamétricos superiores al del presente trabajo, como *P. dubium* 0,61cm año^{-1}, *P. nitens* 0,81 cm año^{-1}, *H. heptaphyllus* 0,5 cm año^{-1} y *C. americana* 0,30 cm año^{-1}(Oviedo et al., 2007).

Tabla 1. Dap, HF, HT e incrementos (Dap y HF) en especies en claros de enriquecimiento
Table 1. DBH, HF, HT and increments (DBH) and HF) in species in enrichment clearings

Especies	DN (cm) ± DE	HF (m) ± DE	HT (m) ± DE	Incr. DN± DE (cm año^{-1})	Incr. HF± DE (m año^{-1})
P. dubium	9,19 ± 5,82**	4,34 ± 1,53**	8,44 ± 3,63**	0,42 ± 0,26	0,20 ± 0,07
G. amorphoides	6,67 ± 3,39 *	3,84 ± 1,50	6,94 ± 3,05	0,30 ± 0,15	0,17 ± 0,07
C. americana	5,40 ± 2,66	3,36 ± 1,11	5,84 ± 2,16	0,42 ± 0,26	0,20 ± 0,07
P. nitens	4,59 ± 2,36	3,64 ± 1,60	5,86 ± 3,20	0,20 ± 0,11	0,16 ± 0,08
H. heptaphyllus	3,58 ± 2,33	2,97 ± 1,10	4,64 ± 2,50	0,16 ± 0,11	0,13 ± 0,05

Área basal y volumen especies implantadas

El área basal de los cincos especies introducidas, en tres mil metros cuadrados de apertura de claros de enriquecimiento a los 22 años fue de 0,8234 m^2, representando el 6,67% de las existencias de este tipo de bosque cuya área basal es de 12,345 m^2 ha^{-1}. En la (Tabla 2) se observa el área basal por parcela y por ha de cada especie y su participación en el total. El *P. dubium*, representa el 41,11%, del total, seguida por *G. amorphoides* con 24.8% y el de menor representatividad el *H. heptaphyllus* con 2,20% Por otra parte el volumen estimado para todas las especies fue de 2,8774m^3. El mayor volumen se obtuvo en *P. dubium* con 1,332m^3, representando el 46,18% del total, seguido por *G. amorphoides* 0,723m^3 y *C. americana* 0,5445m^3 y la menor participación fue del *H. heptaphyllus* con 0,0544m^3.

Tabla 2. Área basal por parcela y por hectárea de cada especie y su participación
Table 2. Basal area per plot and per hectare for each species and its relative contribution

Especie	Área basal (m^2) claros (600m^2)	Área basal estimada (m^2 ha^{-1})	Participación por especie (%)
P. dubium	0,3385 ± 0,010	5,64	41,11
G. amorphoides	0,2042 ± 0,043	3,40	24,80
C. americana	0,1861 ± 0,033	3,10	22,60
P. nitens	0,0761 ± 0,021	1,28	9,30
H heptaphyllus	0,0181 ± 0,018	0,30	2,20
Total general	**0,8234**	**13,72**	**100**

Forma de fuste

Las formas de fustes expresados en porcentajes fueron: Los de mejor calidad (Forma 1): *G. amorphoides* 74,48%; *C. americana*; 59,52%; *P. dubium* 55,18%; *P. nitens* 49,88% y *H. heptaphyllus* 46,66 %, no detectándose como estadísticamente significativos Kruskal-Wallis (p= 0,226). Los fustes de calidad inferior (Forma 3) *G. amorphoides* 10,06%; *C. americana*; 10,18%; *P. dubium* 18,02%; *P. nitens* 29,46% y *H. heptaphyllus* fueron del 27% y 28% para el *P. nitens* y *H. heptaphyllus* 23,32 respectivamente, no significativas (p = 0,6865) (Figura 4). Los valores obtenidos en este parámetro para *P. dubium* y *P. nitens* fueron inferiores a ensayos en fajas de cuatro metros de ancho por 100m de longitud con 69,8% y 59,8% respectivamente (Sirka et al., 2019).

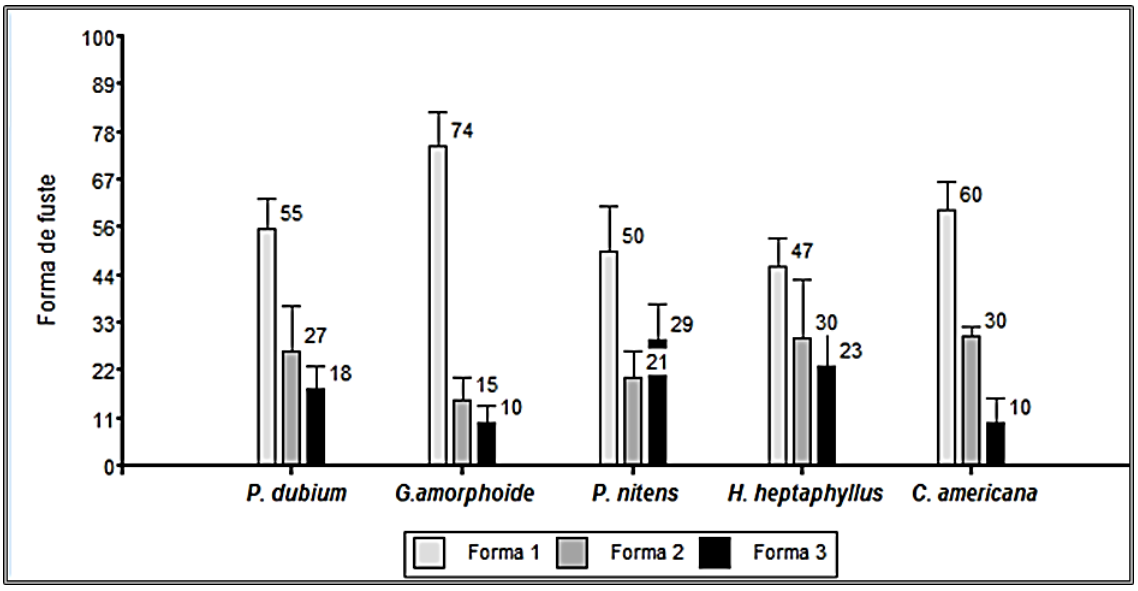


Figura 4. Porcentaje de formas de fustes de especies forestales en claros de enriquecimiento
Figure 4. Percentage of stem shapes of forest species in enrichment clearings

Regeneración Natural

Sobre un total de 385 ejemplares inventariados, 319 corresponde a latizal bajo y 66 a latizal alto. En las dos categorías se evidencia que las especies de escaso valor comercial predominan sobre las de mayor valor comercial representando en latizal bajo el 75 % del total, con especies como *Holocalyx balansae* (Alecrín) con 37,9 % y *Myrcianthes pungens* (Catigua) 13,5% y dentro de las de valor comercial la más representativa es *P. rahmnoides* 8,5% y *C. americana* 6,1%. En latizal alto las especies de menor valor comercial representa el 66,67%, con especies como el *H. balansae* con 33,3% y *M. pungens* 15,2% y dentro de las de mayor valor comercial el *P. rahmnoides* 10,5%, seguidos por *C. americana* y *G. amorphoides* con 6,1%. respectivamente (Figura 5 y 6).

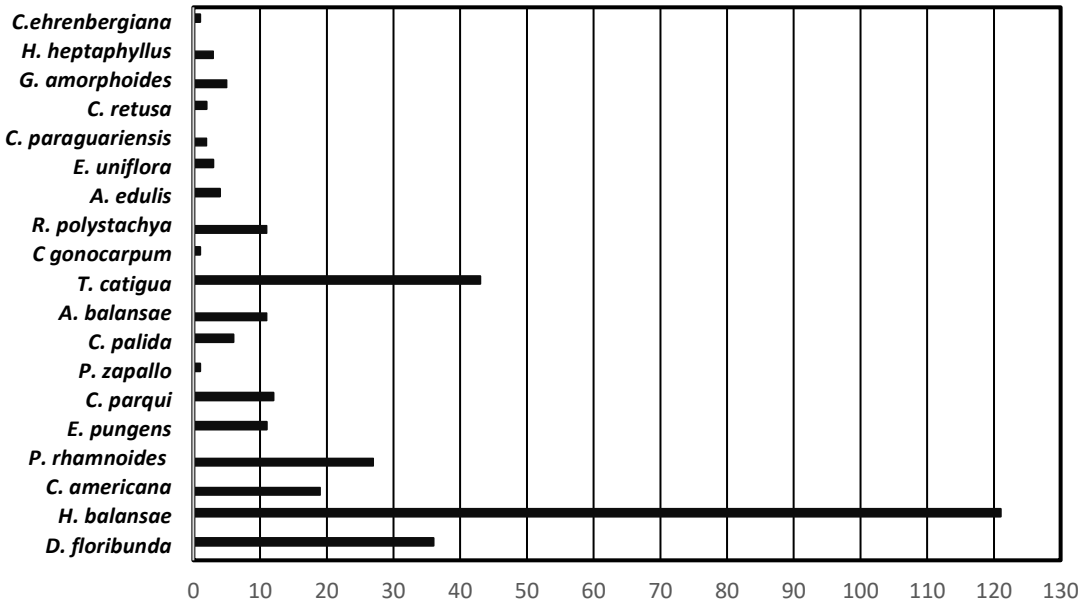


Figura 5. Número de especies regeneradas (latizal bajo) en claros de enriquecimiento
Figure 5. Number of regenerated species (small pole stage) in enrichment gaps

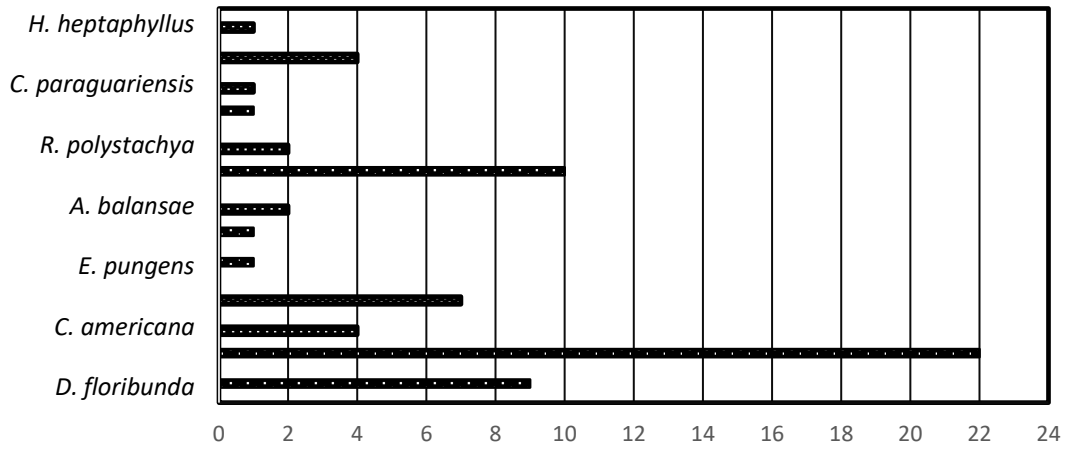


Figura 6. Número de especies regeneradas (latizal alto) en claros de enriquecimiento

Figure 6. Number of regenerated species (large pole stage) in enrichment gaps

Conclusiones y recomendaciones

La especie de mejor comportamiento para este método de enriquecimiento en cuanto a variables dasométricas y epidometricas fue *P. dubium*, seguida en importancia por *G. amorphoides* y *C. americana*, además esta última presenta sobrevivencia muy superior a las otras especies ensayadas. En relación a la calidad de fuste se observó mejores fustes en ejemplares de *G. amorphoides*, siguiéndole en orden de importancia *C. americana* y *P. dubium*.

En cuanto a la regeneración natural, las especies que predominan y se instalan inmediatamente después de abrir claros en el monte son las de escaso valor comercial en detrimento de las de mayor valor comercial. Con respecto a estas últimas las más representativas fueron *P. rahmnoides y C. americana*, pero con densidades y distribuciones deficientes en los claros.

Se recomienda ensayar con especies forestales con atributos morfológicos y fisiológico de mejor calidad posible, para lograr mayor desarrollo y crecimiento posible a los efectos de reducir tiempo y costo de mantenimiento. Por último, en lo atinente a regeneración natural, la eliminación de las especies de menor valor comercial, debido a que estas se posicionan del lugar, reduciendo las posibilidades de instalación de las de mayor valor comercial.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración prestada por el personal no docente del Instituto de Silvicultura de la Facultad de Recursos Naturales de la U.Na.F.

Referencias bibliográficas

Brassiolo, M., Abt, M., & Grulke, M. (2013). *Prácticas forestales en los bosques nativos de la República Argentina, Región del Parque Chaqueño*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. http://www.ambiente.gob.ar/?idarticulo=10930

Brassiolo, M., M. Grulke & Colaboradores (2015). *Manejo de Bosque Nativo de la Región Chaqueña*. Ficha Técnica (40 fichas). Redaf. Unique. ISBN 978-987 – 29208-1-4.

Chai, D.N.P. (1975). Enrichment plating in Sabah *Malaysian Forester, 38,* 271-2777.

Cheah, L. C. (1978). Forest regeneration and development options sin peninsular Malaysia today. *The Malaysian Forester, 41*, 171-175.

Grance, L. & Maiocco, D. (1995). Enriquecimiento del bosque nativo con *Bastardiopsis densiflora* (Hook et Arn) Hassl., cortas de mejoras y estímulo a la regeneración natural en guaraní, Misiones, R.A. *Yvyrareta, 6*, 29-44.

Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas: posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Deutsche Geesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ). A. Carrillo (trad.). Rossdorf, Alemania. 335 p.

Ley 26331. De Protección Ambiental de Bosques Nativos. 2007. http://www.ambiente.gov.ar/..../Informe.Resultados. Ley %20.263

McKnight, T. L., & Hess, D. (2000). Climate Zones and Types. *Physical Geography: A Landscape Appreciation*. (pp. 200-201.) Prentice Hall. ISBN 0-13-020263-0.

(FAO, 2009). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Hacia una definición de degradación de los bosques: Análisis comparativo de las definiciones existentes. *Evaluación de los recursos forestales*. Roma, Italia Documento de trabajo 154. 54 p.

Oviedo, M., Pérez, W., & Sirka, C. (2007). Fajas de enriquecimiento: Una alternativa para la recuperación de bosques nativos explotados de Provincia de Formosa. *Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Formosa, 14,* 61-67.

Pérez, V., P. Delvalle, G. Rhiner, & Cañete, M. (1993). Estudio de enriquecimiento de especies nativa del bosque alto explotado del Chaco Oriental. *Actas VII Jornadas Técnicas*. (pp211-224). Misiones.

Pérez, W., Oviedo, M., & Sirka C. (2011). Determinación del tamaño mínimo en fajas para familia Rural *1er Congreso Forestal del Chaco Sudamericano* (pp 122-129). Filadelfia, Paraguay.

Ramos, J. M. & del Amo, S. (1992). Enrichment planning m a tropical secondary forest in Veracruz, Mexico. *Forest Ecology and Management, 54,* 289-304.

Sirka, C. & Acosta, R. (2021). Determinación de parámetros estructurales en un bosque alto explotado del sureste de Formosa. *XXIV Jornadas de Ciencia y Tecnología. Revista SECyT* ISSN 2618-3846. U.Na.F. http://secyt.unf.edu.ar/wp-content/uploads/2019/12/Resumenes-JCYT-2021-Publicaci%C3%B3n-WEB.pdf

Sirka, C. E., Oviedo, M., & Suarez, D. (2019) Rehabilitación de bosque explotado con *Peltophorum dubium* y *Pterogyne nitens* en fajas de enriquecimiento. *Revista de Ciencia y Tecnología, 22*(22), 210–212 http://secyt.unf.edu.ar/?page_id=1811m

Valentini, J. & Schaeffer, P. (1978). Alternativa forestal para la región del parque chaqueño. *Actas del Tercer Congreso Forestal Argentino*. (pp 137-141.) Delta del Paraná, Buenos Aires.

Weaver, P.L. (1987). Secondary forest management. Pp. 117-128 In: Parrotta, J.A. and

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Contenido energético de clones híbridos de *Eucalyptus*, desarrollados por el INTA

Energy content of Eucalyptus hybrid clones, developed by INTA

DOI: https://doi.org/10.36995/j.yvyrareta.2025.004
Recibido 19 de agosto 2023; aceptado 3 de julio 2025

Sabina Evelyn Glücksberg[1], Adelaida Bragañolo[2]

[1] Universidad Nacional de Misiones. CONICET. Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales. Instituto de Materiales de Misiones (IMAM). Félix de Azara, Posadas, Argentina. evegluecksberg@gmail.com

[2] Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio Tecnología de la Madera. Eldorado. Misiones. Argentina. adelaida.braganolo@fcf.unam.edu.ar

Resumen

Este trabajo se enfoca en determinar el contenido energético de dos clones híbridos de *Eucalyptus* desarrollados por el INTA. El objetivo general fue determinar el poder calorífico inferior y superior de estos clones, generando información accesible sobre el uso de materiales lignocelulósicos como fuente de energía.
Los resultados revelaron que ambos clones híbridos tienen potencial como biomasa para uso energético, siendo atractivos como combustibles. El clon híbrido GC INTA 27 mostró un poder calorífico superior promedio de 4.247,15 cal g^{-1}, mientras que el clon GC INTA 24 presentó un valor promedio de 4.192,47 cal g^{-1}. Los análisis estadísticos demostraron que no hubo diferencias significativas entre los dos clones en términos de poder calorífico. Además, se compararon los valores obtenidos con estudios similares en el género *Eucalyptus*, observando similitudes en las propiedades térmicas.
En conclusión, este estudio demuestra que los clones híbridos evaluados son una fuente prometedora de biomasa para su uso como combustible. Los resultados son coherentes con investigaciones previas en el mismo género botánico y sugieren la posibilidad de relacionar los datos de poder calorífico con otras propiedades como densidad, humedad y carbono fijo para una evaluación más completa del potencial energético de estos materiales.

Palabras clave: Biomasa; Energía; Poder calorífico.

Abstract

This work focuses on determining the energy content of two *Eucalyptus* hybrid clones developed by INTA. The general objective is to determine the lower and higher calorific value of these clones, generating accessible information on the use of lignocellulosic materials as an energy source.
The results revealed that both hybrid clones have potential as biomass for energy use, being attractive as fuels. The GC INTA 27 hybrid clone showed an average higher calorific value of 4247.15 cal g^{-1}, while the GC INTA 24 clone presented an average value of 4192.47 cal g^{-1}. Statistical analysis showed that there were no significant differences between the two clones

in terms of calorific value. In addition, the values obtained with similar studies in the genus *Eucalyptus* were compared, observing similarities in the thermal properties.
In conclusion, this study shows that the evaluated hybrid clones are a promising source of biomass for fuel use. The results are consistent with previous research in the same botanical genus and suggest the possibility of relating the calorific value data with other properties such as density, moisture and fixed carbon for a more complete evaluation of the energy potential of these materials.

Key words: Energy; Biomass; Calorific value.

Introducción

La normativa para las energías renovables en Argentina obliga a incrementar la generación eléctrica proveniente de estas fuentes alternativas; dichas energías son las que provienen de recursos naturales y cuyo impacto ambiental genera menos niveles de gases de efecto invernadero comparado con los combustibles fósiles. La biomasa se encuentra dentro de este grupo y su uso es tanto térmico como eléctrico (GRIFFA *et al.,* 2018). Actualmente se encuentra en auge y es una fuente de energía que permite reutilizar los materiales residuales, en especial orgánicos (Hernández Tavico, 2018).

En los proyectos de energías renovables, las tecnologías de biomasa no pueden considerarse exclusivas para la generación eléctrica. La iniciativa a nivel nacional PROBIOMASA (Proyecto para la Promoción de Energía Derivada de Biomasa), incluye también la generación de energía térmica a partir de la gran disponibilidad de recursos biomásicos del territorio nacional, para brindar un suministro de energía limpia, confiable y competitiva. La generación de calor mediante biomasa abarca desde la quema de madera en entornos domésticos hasta la combustión a niveles industriales. En otro orden, la generación de energía a partir de biomasa presenta una distribución global limitada y es más utilizada en instalaciones situadas dentro de las industrias, las cuales obtienen el combustible por medio de su producción interna (FAO, 2020).

Según Sánchez Acosta (2016), estas plantaciones están siendo promovidas como una alternativa viable para reemplazar en ciertos usos a las maderas provenientes de bosques nativos, con el objetivo de reducir su tala indiscriminada. Este cambio apunta a un aprovechamiento más eficiente y controlado de los recursos forestales, favoreciendo un manejo sustentable que permita preservar la biodiversidad sin frenar la demanda de productos derivados de la madera, incluidos aquellos utilizados con fines energéticos o industriales.

En nuestro país, la matriz energética dependía en un 87% de combustibles fósiles y solo en un 6,1% de bioenergías en 2020 (FAO, 2020). Dentro de este último porcentaje, los residuos producidos por el sector forestal presentan un gran potencial como biomasa para la producción de bioenergía. Sin embargo, para 2021, solo el 11% de la energía consumida

provenía de fuentes renovables (Kloster, 2021), lo que refleja una leve mejora respecto al año anterior, pero aún insuficiente frente a la necesidad de incrementar la participación de fuentes sostenibles en la matriz energética nacional.

Cerca del 11% de consumo mundial de energía primaria proviene de la biomasa, y la mayor parte de ésta es directamente aprovechada de madera o sus residuos derivados de procesos industriales. A nivel mundial, Brasil es uno de los mayores productores de productos forestales de menor costo y mayor productividad, y además es el segundo país del mundo en contar con la mayor área reforestada con eucaliptos (Menucelli et al., 2019).

La clonación es la mejor forma de obtener avances en mejoramientos genéticos, dado que al elegir el material genético se puede establecer homogeneidad, ya que la variación genética entre las plantas en casi nula. Al mezclar materiales genéticos, se obtienen diversos beneficios, tales como mayores tolerancias, se puede lograr reducir la competencia y lograr mayores rendimientos (Olguín et al., 2009). La hibridación es un proceso de mejoramiento genético que pretende obtener una o varias características superiores, cuyos principales objetivos son el aumento de la productividad y mejora de factores que condicionan la calidad de lo producido (Sánchez Acosta, 2012).

“Los bosques en nuestro país se componen principalmente por coníferas (66%), seguidas por los de eucaliptos (24%), salicáceas (7%) y otras (3%)”. En la industria forestal, y más en la cadena de la primera transformación, los residuos obtenidos mayores al 50% del volumen inicial ingresado al proceso, los cuales podrían utilizarse como combustible y también produciendo un valor agregado como subproductos (FAO, 2019). Argentina es un país emergente con diversas posibilidades de generar productos forestales. Una de las especies más conocida y utilizada es el *Eucalyptus grandis,* con más de 200.000 ha forestales entre las provincias de Entre Ríos, Corrientes y Misiones (Sánchez Acosta, 2012).

Es importante seleccionar la madera adecuada para utilizarla como materia prima para producir bioenergía (Menucelli et al., 2019) y Rocha et al. (2016) exponen que la plantación de bosques para uso energético incentiva a las industrias forestales a utilizar materia prima con las propiedades adecuadas para mejorar la calidad de sus productos, aumentando la eficiencia energética de bosques y reduciendo costos. En su estudio establecen que el uso de madera más densa da como resultado un carbón vegetal más denso y esto se puede obtener aumentando el espaciamiento entre plantas, por ejemplo, en clones híbridos de eucaliptos, plantados con un espaciamiento de 3 m x 1,5 m a 3 m x 3 m presentaron una densidad de madera de 0,55 g cm^{-3}, 8% más que aquellos de menor distancia.

El objetivo de este trabajo fue determinar el poder calorífico de dos clones híbridos de eucalipto para brindar al sector industrial información necesaria sobre su aporte energético y conocimientos de las características de éstos para el empleo del programa de mejoramiento

genético en el mercado de la generación de energías renovables. La hipótesis nula establece que no existen diferencias significativas en el poder calorífico entre los dos clones evaluados.

Materiales y métodos

Este trabajo se realizó dentro del marco del proyecto de investigación "Características físicas y capacidad de absorción de maderas provenientes de clones puros e híbridos de *Eucalyptus grandis* y *E. grandis* x *E. Camaldulensis* provenientes de dos zonas geográficas" (Suirezs et al., 2021) Código 16/F1338-PI.

Al momento del muestreo, los materiales genéticos poseían 15 años y forman parte de la red de ensayos clonales del programa de mejoramiento genético de eucalipto de INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), los cuales se encuentran inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares y Registro Nacional de Propiedad de Cultivares del INASE (Instituto Nacional de Semillas). Para el estudio se consideraron 8 árboles por cada material genético. A partir de cada uno de ellos se obtuvieron múltiples probetas, asegurando una muestra representativa por árbol y un total de probetas que supera los requerimientos mínimos establecidos por la Norma ASTM N° 143/52.

El material utilizado corresponde a árboles clonales, obtenidos en un ensayo, ubicado en el predio de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) de INTA Concordia, Estación Yuquerí, Ruta Provincial 22 y vías del Ferrocarril, departamento de Concordia, Entre Ríos. Fue implantado entre los puntos de GPS: longitud de 58°07'16" O, latitud de 31°21'56"S y altitud 47 m.s.n.m., a un distanciamiento de 3,5 m x 3,5 m, compuesto por parcelas lineales de 5 plantas en dirección norte-sur. El sitio posee un suelo mestizo arenoso con relieve suavemente ondulado.

Para determinar el poder calorífico de la madera, se extrajeron muestras de los 2 materiales híbridos de estudio, *Eucalyptus grandis x E. camaldulensis*, a los cuales se les realizó 5 repeticiones por material. Durante la obtención del poder calorífico se contó con equipos específicos tales como una mufla, una bomba calorimétrica marca Parr® Instrument Company modelo 1341 (que contiene un agitador, motor del agitador, un recipiente de agua y una cubeta aislada), cilindro con oxígeno a 25 atm, termómetro de precisión con graduación de 0,2 °C y alambre de ignición. Además, entre los materiales, se utilizó agua, pastillas de ácido benzoico, papel absorbente y el material a analizar (en forma de pastillas comprimidas).

Procedimiento

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Tecnología de la Madera (IMAM), de la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM), Regional Eldorado, siguiendo el procedimiento de la

Norma IRAM 17016 (1960).

Se realizó la calibración de la bomba calorimétrica, Figura 1, utilizando una pastilla de 1 gramo de ácido benzoico de poder calorífico conocido (6.318 cal g^{-1}) y se midió la diferencia de temperatura mientras transcurría la combustión de ésta.

Luego, se procedió a realizar los ensayos correspondientes de poder calorífico de los materiales propiamente dichos.

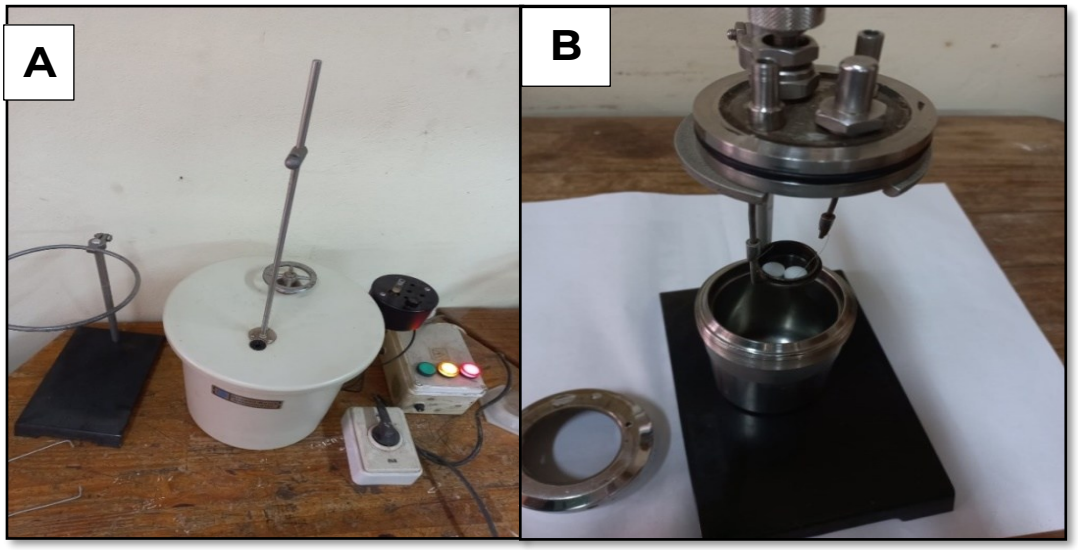


Figura 1. a) Bomba calorimétrica Parr® modelo 1341 y b) Pastillas de ácido benzoico para calibración
Figure 1. a) Parr® Model 1341 Calorimeter Bomb and b) Benzoic acid tablets for calibration

La secuencia para los ensayos consistió inicialmente en tomar 1 a 1,5 g de combustible, previamente molido y seco, con el cual se formó una pastilla de forma circular, la que se colocó en el crisol de la bomba.

Se cortó el alambre de ignición de 10 a 15 cm y se conectó a los electrodos de la bomba calorimétrica. Una vez conectados los electrodos se cerró la bomba y presurizó con oxígeno a 20-25 atm. Se llenó el recipiente de agua dentro de la cubeta aislada con 2.000 g de agua. Se colocó la bomba presurizada dentro del recipiente y se conectó los conductores eléctricos. Se colocó la tapa de la camisa adiabática y se conectó el motor del agitador para comenzar a homogeneizar la temperatura del agua. Se incorporó el termómetro a la camisa adiabática y se esperó a que se estabilice la temperatura, indicando cuando se registró la lectura como “Temperatura inicial”.

Se accionó el interruptor para que comience la combustión. Se registró la temperatura una vez que se estabilizó, registrada como “Temperatura Final”.

Una vez completada la temperatura final se retiró la bomba de la camisa adiabática y se liberó totalmente la presión. Se calculó por diferencia de pesadas el agua que quedó en el

interior de la bomba y se midió el alambre restante que no se quemó. Ambos datos son necesarios para los cálculos.

- *Determinación del poder calorífico superior*

El poder calorífico superior (PCS) se define suponiendo que todos los elementos de la combustión (combustible y aire) son tomados a 0 °C y los productos (gases de combustión) son llevados a también a 0 °C después de la combustión, por lo que el vapor de agua se encontrará totalmente condensado. La ecuación N° 1, con sus respectivas unidades utilizadas para los cálculos es la siguiente:

$$PCS = \frac{Ca.(K+ma).(tf-ti)-Ch.(Li-Lf)}{G}\left[\frac{cal}{g}\right] \quad 1$$

- *Determinación del poder calorífico inferior*

El poder calorífico inferior considera que el vapor de agua contenido en los gases de la combustión no condensa. Por lo tanto, no hay aporte adicional de calor por condensación del vapor de agua. Solo se dispondrá del calor de oxidación del combustible, al cual por definición se denomina: Poder Calorífico Inferior del Combustible (PCI). La ecuación N° 2 que se utilizó para los cálculos es la siguiente:

$$PCI = \frac{Ca.(K+ma).(tf-ti)-Ch.(Li-Lf)}{G} - \frac{r.g}{G}\left[\frac{cal}{g}\right] \quad 2$$

Dónde:

K: [g] Constante de la bomba calorimétrica.

ma: [g] peso del agua del cubo.

Ca: [cal g^{-1} $°C^{-1}$] calor especifico del agua.

G: [g] peso del combustible.

ti: [°C] temperatura inicial.

tf: [°C] temperatura final indicada por termómetro.

Li: [cm] longitud inicial del alambre de ignición**.**

Lf: [cm] longitud final del alambre de ignición.

Ch: 2,3 [cal cm^{-1}] calor del alambre de ignición.

g: [g] peso del agua condensada.

r = 597 [cal g^{-1}] calor total de vaporización del agua desde estado líquido a temperatura inicial.

Ca: 1 [cal g^{-1} $°C^{-1}$] calor especifico del agua.

Con el fin de determinar si existen diferencias entre los valores de la variable evaluada de cada clon se realizó el análisis comparativo de las medias de los datos mediante el paquete estadístico Infostat® (2020) y en los datos de poder calorífico (PCS e PCI) se aplicó estadística descriptiva.

Resultados y discusión

De acuerdo con las diversas estadísticas descriptivas aplicadas para cada clon híbrido, se determinó que el material genético GC 27 presenta un poder calorífico (PC) 1.3% mayor que el clon GC 24.

Tabla 1. Poder Calorífico de los Clones Híbridos de Eucaliptus
Table 1. Calorific Value of Eucalyptus Hybrid Clones

Clones	Variable	n	Media [cal g^{-1}]	D.E.	CV	Min. [cal g-1]	Máx. [cal g-1]
GC INTA 24	PCS	5	4.192,47	128,79	3,07	3.968,71	4.286,06
GC INTA 24	PCI	5	3.855,77	130,88	3,39	3.628,42	3.957,71
GC INTA 27	PCS	5	4.247,15	107,36	2,53	4.155,53	4.431,85
GC INTA 27	PCI	5	3.904,47	110,02	2,82	3.821,21	4.091,56

De acuerdo con la Tabla 1, se muestra que el PCI varió entre 3.855,77 y 3.904,47 cal g^{-1}, mientras que el PCS de los clones híbridos varió entre 4.192,47 y 4.247,15 cal g^{-1}. Los coeficientes de variación proporcionan una idea de la variabilidad relativa en los datos, en tanto, las medias, desviaciones estándar y valores máximos y mínimos, indican las características centrales y de dispersión de los datos en cada caso. El clon híbrido con el mayor poder calorífico fue el GC INTA 27, y su vez, el mismo clon demostró una variabilidad menor de los datos.

Tabla 2. Comparación de Medias por medio de la prueba de t Student.
Table 2. Comparison of Means by Student t test.

Variable	Grupo 1	Grupo 2	n1	n2	Media 1 [cal g^{-1}]	Media 2 [cal g^{-1}]	Var. 1	Var. 2	p-Hom Var	t	p	Prueba
PCS	GC24	GC27	5	5	4.192,47	4.247,15	16.586,59	11.526,70	0,7329	0,73	0,4867	Bilateral
PCI	GC24	GC27	5	5	3.855,77	3.904,47	17.129,53	12.103,65	0,7447	0,64	0,5420	Bilateral

La Tabla 2 muestra el resultado de una prueba t para muestras independientes, donde se comparan GC24 y GC27, en función de las variables PCS y PCI con un tamaño de muestra de 5, respectivamente, además de otros datos estadísticos.

En cuanto al PCS, se puede observar que la diferencia de medias entre los grupos es 54,67 con un valor t asociada de 0,73 y un p-valor de 0,48 y por otra parte el PCI tiene una diferencia de medias de 48,7 con un valor t asociada de 0,64 y un p-valor de 0,542, evidenciando en ambos casos la homogeneidad de sus varianzas, como puede observarse en la figura 2.

En síntesis, los p-valores son relativamente altos (mayores que 0,05), lo que sugiere que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que las medias en ambos grupos son iguales. En otras palabras, no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en términos de las variables PCS y PCI.

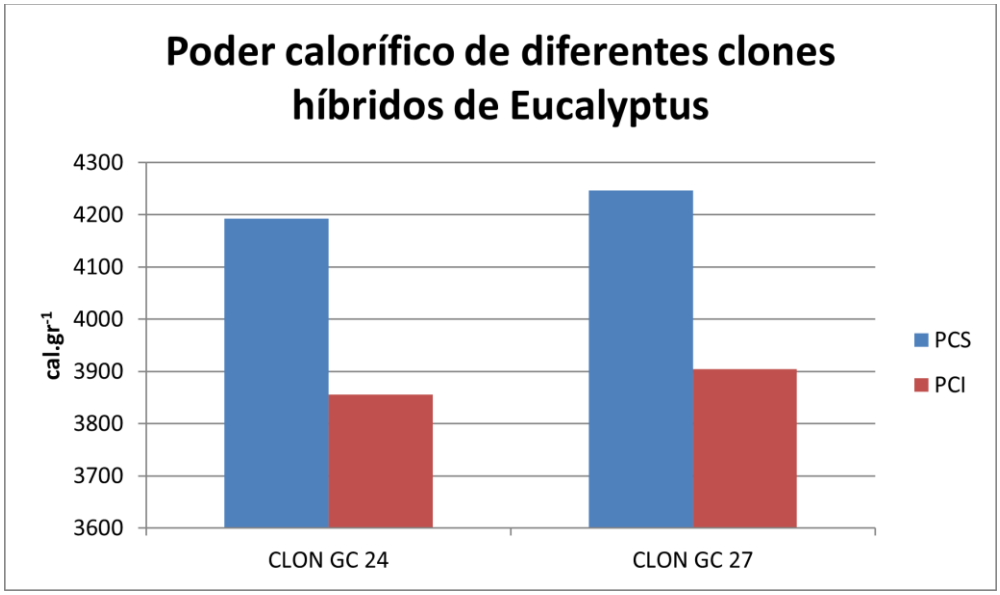


Figura 2. Promedio de valores de poder caloríficos
Figure 2. Average heating value

En estudios similares dentro del género *Eucalyptus*, se reportaron valores similares. Figueredo et al. (2019), en *Eucalyptus grandis* han encontrado PCI y PCS de 3.856 cal g^{-1} y 4.140 cal g^{-1}, respectivamente. En cambio, Gauna et al. (2022), para los mismos materiales evaluados, GC 27 y GC 24, pero con edad de 7 años, obtuvieron un PCS de 4.650 cal g^{-1}, superior al obtenido en el presente trabajo. Magalhães et al. (2017), evaluaron clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* de 7 años y encontraron valores medios para el PCS de 4.466 cal g^{-1}. Estos valores de poder calorífico y sus similitudes pueden estar influenciados por factores de composición de

la madera, estos parecidos contenidos en carbono, lignina hidrogeno y extractivos, se comportan de manera positiva a esta variable (Simetti et al., 2018; Magalhães et al., 2017).

Conclusión

En el presente trabajo se pudo determinar el poder calorífico de dos materiales genéticos de clones híbridos, procedente del cruzamiento de *E. grandis x E. camaldulensis* (GC), denominados GC INTA 27 y GC INTA 24. El PC es una propiedad importante, ya que determina su potencial como biomasa energética.

Los resultados de este trabajo muestran que los clones híbridos evaluados son una fuente de biomasa atractiva para su uso como combustible, donde el clon que presentó mayor potencial calorífico superior fue GC 27 con 4.337,0 cal g^{-1} por sobre el clon GC 24 de 4.192,4 cal g^{-1}.

Los valores de poder calorífico de los materiales evaluados se ubicaron de manera similar a los reportados en otros estudios sobre este género botánico. Si bien los valores de ambos clones se asemejan mucho, sería conveniente aumentar el número de muestras y variables para una mejor comprensión y comprobación de los resultados hallados.

Los resultados de este estudio son alentadores y abren la posibilidad de explorar relaciones entre el Poder Calorífico Superior (PCS), el Inferior (PCI) y la densidad. Aunque dicha relación no se establece de forma concluyente aquí, el análisis conjunto de humedad y carbón fijo aporta información útil para caracterizar térmicamente estos clones híbridos. En este sentido, Pereira et al. (2013) encontraron que una mayor densidad básica en *Eucalyptus*. tiende a asociarse con un mayor contenido de carbono fijo, lo que influye en el poder calorífico del carbón. Esta línea podría enriquecer futuras evaluaciones del potencial dendroenergético, con aplicaciones domésticas e industriales.

Referencias bibliográficas

ASTM (American Society for Testing and Materials), N° 143/52.

FAO (2019). *Informe sobre la factibilidad del aprovechamiento de la biomasa forestal de campo*. (Colección Informes Técnicos N.° 7).

FAO (2020). *Potencial de desarrollo de plantaciones dendroenergéticas en la Argentina*. (Colección Documentos Técnicos N.° 18). Casellas, K., Lupi, A., Olemberg, D., Gyenge, J., Fernandez, R., Fassola, H., Zaderenko, C. & Navarro, M.

Figueredo, I., Bragañolo, A., Villalba, P., Suirezs T. M., & Zaderenko C. (2019). Poder calorífico de seis especies implantadas en la provincia de Misiones, Argentina. En Facultad de Ciencias Forestales (UNaM) & INTA (Eds.), *XV Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales,* (pp 437-439).

Gauna, J. M., Raffaeli, N., Tonello, M. L., Harrand, L., Mastrandrea, C. A., Martinez, M. S., & Barotto, A. J. (2022). *Potencial de especies, clones puros e híbridos de Eucaliptos para elaboración de carbón vegetal*. Repositorio Institucional INTA. https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/14038#

Griffa, B., Marcó, L., & Goldstein, E. (2018). Producir electricidad con biomasa: beneficios, experiencias y actualidad en argentina. *Revista de la facultad de ciencias económicas – UNNE*, *19*, 67-79.

Hernández Tavico, K. (2018). *Análisis de eficiencia energética a través de la determinación del poder calorífico de la biomasa forestal en forma de briqueta de la especie Eucalyptus grandis, para la región del municipio de Palencia en el departamento de Guatemala*. [Tesis d grado. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala].

IRAM. (1960). Norma 17016. *Carbones. Método de determinación del poder calorífico.*

Kloster, D. (2021). *Planta generadora de energía eléctrica de 4.5MW a partir de biomasa forestal.* [Trabajo final Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica Nacional].

Magalhães, M. A., Carneiro, A., Vital, B. R., Silva, C. M. S., Souza, M. M., & Fialho, L. (2017). Estimates of mass and energy of different genetic material eucalyptus. *Revista Árvore*, *41*(3). https://doi.org/10.1590/1806-90882017000300002

Menucelli, J., Amorim, E., Freitas, M., Zanata, M., Cambuim, J., Teixeira de Moraes, M., Minoru Yamaji, F., Gomes da Silva, F., & Longui, E. (2019). Potential of Hevea brasiliensis clones, Eucalyptus pellita and Eucalyptus tereticornis wood as raw materials for bioenergy based on higher heating value. *Revista Bioenergía, 12*, 992–999.

Olguín, F., Goya, J., & Graciano, C. (2009). *Plantaciones forestales mixtas: una alternativa productiva y generadora de servicios ambientales*. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires. Redfor - Argentina Forestal. Recuperado el día 15 de marzo de 2022, de: https://www.argentinaforestal.com/2019/07/14/plantaciones-forestales-mixtas-una-alternativa-productiva-y-generadora-de-servicios-ambientales/

Rocha, M., Vital, B., De Carneiro, A., Carvalho, A., Cardoso, M., & Hein, P. (2016). Effects of plant spacing on the physical, chemical and energy properties of eucalyptus Wood and Bark. *Journal of Tropical Forest Science*, *28*(3), 243–248.

Pereira, B. L. C., Oliveira, A. C., Carvalho, A. M. M. L., Carneiro, A. C. O., Santos, L. C., & Trugilho, P. F. (2013). Chemical composition of eucalyptus wood and its effect on gravimetric yield and charcoal properties. *BioResources*, *8*(3), 4574–4592.

Sánchez Acosta, M. (2012). *Caracterización de la madera del nuevo híbrido Eucalyptus grandis, Hill ex Maiden x Eucalyptus tereticornis, Smith, su aptitud de usos en Argentina.* [Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid].

Sánchez Acosta, M. (2016). *Características y posibilidad de empleo de la madera del hibrido Eucaliptus grandis x Eucaliptus tereticornis*. XXX Jornadas Forestales de Entre Ríos. Recuperado el 07 de Abril de 2022, de: https://www.jornadasforestales.com.ar/jornadas/2016/6_SanchezAcosta_JFER2016.pdf

Simetti, R., Bonduelle, G. M., & Da Silva, D. A. (2018). Wood quality of five Eucalyptus species planted in Rio Grande do Sul, Brazil for charcoal production. *Journal of tropical forest science*, 30(2), 175-181. https://doi.org/10.26525/jtfs2018.30.2.175181

Suirez, T. (2021). *Características físicas y capacidad de absorción de maderas provenientes de clones puros e híbridos de Eucalyptus grandis y E. grandis x E. camaldulensis provenientes de dos zonas geográficas*. (Código 16/F133).

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Lo que el NAT nos dejó. Una sistematización de la experiencia de los nodos agroecológicos territoriales en el Alto Paraná misionero (2023)

What the NAT left us. a systematization of the experience of the territorial agroecological nodes in the upper Paraná region of Misiones (2023)

DOI: https://doi.org/10.36995/j.yvyrareta.2025.005
Recibido 5 de agosto 2024; aceptado 16 de octubre 2025

Jonathan Von Below [1, 2], Delia Ramírez [3]

[1]Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio de Etnobiología y Desarrollo Comunitario. Misiones. Argentina. jonathan.vonbelow@fcf.unam.edu.ar

[2]Becario posdoctoral de CONICET en Fundación Bariloche. Rio Negro. Argentina.

[3]Investigadora del CONICET en la Escuela Interdisciplinaria de Ciencias sociales (EIDAES) de la Universidad Nacional de San Martin (UNSAM). deliaramirezf@gmail.com

Resumen

Este artículo presenta una sistematización de la experiencia del Nodo Agroecológico Territorial (NAT) en el Alto Paraná misionero, Argentina, implementado en 2023 por la Dirección Nacional de Agroecología (DNA). Se analiza la realización del NAT como referente empírico para comprender las tensiones entre diferentes modelos de producción y las posibilidades que brinda la agroecología para construir sistemas alimentarios más justos y sostenibles. Se utiliza un enfoque teórico que integra la ecología política y la sociología económica para analizar las disputas por el control de los recursos naturales, la distribución del poder y los impactos ambientales del modelo agroindustrial. Los resultados de la sistematización muestran las principales preocupaciones de los actores locales del Alto Paraná misionero que participaron en la conformación del NAT, incluyendo el acceso a recursos, la capacitación, las políticas públicas y la dinámica de los mercados. Se discute la importancia de la agroecología como alternativa al modelo agroindustrial dominante en la región y se identifican oportunidades y desafíos para su expansión en un contexto de crisis ambiental y social.

Palabras clave: Agroecología; Modelos de producción; Territorio; Sistemas alimentarios sostenibles; Espacios de articulación.

Abstract

This article presents a systematization of the experience of the Territorial Agroecological Nodes (NAT) in the Alto Paraná region of Misiones, Argentina, implemented in 2023 by the National Agroecology Directorate (DNA). The implementation of the NAT is analyzed as an empirical reference to understand the tensions between different production models and the possibilities of agroecology to build fairer and more sustainable food systems. A theoretical approach that integrates political ecology and economic sociology is used to analyse the disputes over the control of natural resources, the distribution of power and the environmental impacts of the agroindustrial model. The results of the systematization show the main concerns of local actors in Alto Paraná, Misiones, who participated in the formation of the NAT, including access to resources, training, public policies and market dynamics. The importance of agroecology as an alternative to the dominant agro-industrial model in the region is discussed and opportunities and challenges for its expansion in a context of environmental and social crisis are identified.

Keywoords: Agroecology; Production models; Territory; Sustainable food systems; Articulation spaces.

Introducción

La agroecología se basa en principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas, promoviendo la diversificación productiva, la conservación de la biodiversidad, el uso eficiente de los recursos naturales y la reducción de insumos externos. Además, se considera que la misma tiene un fuerte componente social, al promover la participación de los agricultores, la equidad de género y la construcción de mercados locales y solidarios (Altieri, 1995; Rosset y Martínez-Torres, 2012).

En las últimas décadas, la agroecología se ha presentado como una propuesta científica y política de sostenibilidad ambiental y justicia social en América Latina, en el marco de los sistemas alimentarios, y también se ha configurado como una alternativa al modelo de agricultura industrial dominante (Altieri y Toledo, 2010; Sarandón y Flores, 2024). La proliferación de iniciativas y discusiones en el campo de la agroecología plantea nuevas inquietudes en relación con los escenarios productivos, económicos, ecológicos e institucionales. En Argentina, el proceso de institucionalización, con la creación de la Dirección Nacional de Agroecología (DNA) en 2020[1], ha recogido las experiencias vinculadas a los productores familiares organizados, destacándose la articulación en torno Movimiento Agroecológico Latinoamericano (MAELA) creado en 1992. También ha influido la vertiente de actores asociados al campo académico/científico: aquí puede mencionarse a la producción de las universidades, la Sociedad Científica Latinoamericana (SOCLA, 2007), la Sociedad Argentina de Agroecología (SAAE) (2018), el Congreso Nacional de

[1] Resolución 1441/2020 del Boletín Oficial el 11 de agosto, gobierno de Alberto Fernández. https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/233443/20200811

Agroecología (el primero realizado en Córdoba, en el año 2019), entre otros eventos importantes (Pérez y Gracia, 2021).

La DNA promovió una definición de agroecología como paradigma que impulsa el "diseño y gestión de sistemas de producción agropecuaria, recolección, pesca, elaboración, comercialización, consumo y comensalidad, económicamente viables, socialmente justos y ambientalmente sostenibles, caracterizados por una mayor resiliencia socio-ecológica y orientados a fortalecer el buen vivir de toda la sociedad"[2]. La perspectiva de esta definición es holística en la medida en que se piensa a la agroecología como práctica, como ciencia y como movimiento, recuperando distintas vertientes prolíficas y complementarias en Argentina. Entre sus funciones se encontraba "intervenir en el diseño e instrumentación de políticas, programas y proyectos que promuevan la producción primaria intensiva y extensiva de base agroecológica en todas sus escalas", articulando con productores, organizaciones agrarias y gobiernos municipales y provinciales[3].

Los Nodos Agroecológicos Territoriales (NAT) fueron impulsados por la Dirección Nacional de Agroecología (DNA) en conjunto con la Sociedad Argentina de Agroecología (SAAE) y la Red Nacional de Municipios y Comunidades que fomentan la Agroecología (RENAMA). Su objetivo principal fue promover innovaciones institucionales y el escalamiento de la agroecología en los territorios. Los NAT fueron concebidos como espacios de construcción colectiva, diversos, participativos y horizontales, destinados a la articulación intersectorial, interinstitucional y transdisciplinar. Buscaron fortalecer el tejido social y las capacidades técnicas y organizativas locales, permitiendo que los actores involucrados en la agroecología construyeran formas colectivas de organización para abordar las demandas vinculadas a la transición agroecológica. La implementación de los NAT formó parte de un programa más amplio con la creación de Nodos en diversas provincias y regiones del país, como Santa Fe, Comarca Andina (Río Negro), Salta, Jujuy y Tucumán, entre otros. En Misiones, el lanzamiento del NAT se realizó en abril de 2023 con actividades en Eldorado, Oberá y Posadas, involucrando a múltiples actores como la Universidad Nacional de Misiones, organizaciones de productores, cooperativas e instituciones de ciencia y técnica.

Este artículo adopta un enfoque teórico que integra la ecología política y la sociología económica para comprender la complejidad de las relaciones entre la

[2] Documento del Marco Conceptual de la Agroecología de la Dirección Nacional de Agroecología, Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca, Ministerio de Economía.

[3] https://www.agribio.com.ar/noticias/se-creo-la-creacion-de-la-direccion-nacional-de-agroecologia

agricultura, la naturaleza y la sociedad. Se trata de una sistematización de experiencia que apunta a recuperar las principales consideraciones de los actores locales del Alto Paraná misionero que participaron de la conformación del nodo. Tomaremos la implementación del NAT del Alto Paraná misionero como referente empírico para analizar las tensiones entre diferentes modelos de producción y las posibilidades de la agroecología para construir sistemas alimentarios más justos y sostenibles.

Institucionalización de la agroecología.

En América Latina, la agroecología ha avanzado de manera heterogénea, con diferentes niveles de desarrollo en los distintos países. En Cuba y Brasil, la agroecología ha tenido un mayor desarrollo, impulsada por políticas públicas y movimientos sociales. Cuba, por ejemplo, ha implementado la agroecología como respuesta a las crisis económicas y políticas, promoviendo la seguridad alimentaria y la soberanía (Vázquez, 2017). En Brasil, la creación de la Política Nacional de Agroecología y Producción Orgánica (2012)[4] refleja la influencia de un amplio movimiento que defiende la agroecología, integrado por organizaciones de agricultores familiares, movimientos por la reforma agraria y grupos ambientalistas (Guéneau et al., 2019).

En las últimas décadas se ha evidenciado un progreso en la consolidación de redes de actores, incluyendo grupos de agricultores, organizaciones de apoyo, investigadores y funcionarios públicos sensibilizados con la agroecología en América Latina. Se observa un creciente reconocimiento por parte de la administración pública de la agroecología y la agricultura orgánica, abriendo espacios para la participación, la consulta y la negociación (Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, El Salvador y Nicaragua). Sin embargo, aún persisten limitaciones, como la orientación de las políticas hacia el agronegocio y las exportaciones, la falta de coordinación entre movimientos que promueven la agroecología y la agricultura orgánica, y la falta de datos sobre los agricultores y los mercados agroecológicos (Sabourin et al., 2018).

En Argentina, en la década de 1990, las políticas neoliberales promovieron un cambio agrario que favoreció la expansión de los agronegocios, con impactos negativos para las capas medias y subalternas de la agricultura (Chazarreta, et al.,

[4] En Brasil, el Decreto nº 7.794/2012 instituyó la Política Nacional de Agroecología y Producción Orgánica (PNAPO), con el objetivo de "integrar, articular y adecuar políticas, programas y acciones que induzcan la transición agroecológica, la producción orgánica y la base agroecológica, como contribución a la sostenibilidad el desarrollo y la calidad de vida de la población, mediante el uso sostenible de los recursos naturales y el abastecimiento y consumo de alimentos saludables". Uno de los principales instrumentos del PNAPO es el Plan Nacional de Agroecología y Producción Orgánica (PLANAPO), conocido como Brasil Agroecológico.

2015). En este contexto, las organizaciones sociales y los movimientos campesinos iniciaron una lucha por la defensa de la agricultura familiar, la soberanía alimentaria y la agroecología, reivindicando los saberes tradicionales y la producción sin agrotóxicos. A partir de la década de 2000, con el ascenso de gobiernos progresistas, se produjo un cambio en el discurso y las políticas públicas para la agricultura, con un mayor reconocimiento de la agroecología como alternativa al modelo agroindustrial (Altieri y Toledo, 2011). El perfilamiento de una política estatal se realizó alrededor de la "agricultura familiar" como actor de referencia de una ruralidad heterogénea vinculada a la producción y provisión de alimento (Serpe, 2022).

La institucionalización de la agroecología en Argentina se ha desarrollado de manera gradual y compleja, pasando por diferentes etapas y actores; ha combinado distintas proyecciones y definiciones, no solo de los técnicos y extensionistas sino también de los territorios locales portadores de sus propias tradiciones y paisajes productivos[5]. En esta dirección, es muy interesante observar la articulación que se ha dado en territorios donde la agricultura de pequeña escala -la agricultura familiar- goza de preeminencia. En esos casos, donde la organización colectiva se presenta como una estrategia de la reproducción social de las familias rurales, la colaboración entre los distintos actores implica también la transformación de los mismos y sus entornos (Auer et al., 2020; von Below et al., 2021). Entonces, la adopción de la agroecología hay que comprenderla también en términos de subsistencia frente a los procesos de despojo motorizados por el agronegocio (Serpe, 2022).

La creación de la Dirección Nacional de Agroecología (DNA) en 2020 marcó un hito para la actividad en Argentina[6]. La DNA tenía como objetivo promover la agroecología como política pública, apoyando la producción agroecológica, la investigación, la capacitación y la comercialización de sus productos. La política pública estaba pensada en términos de transición: esto implica "un proceso de cambio gradual de los sistemas de producción, elaboración, comercialización y consumo"[7]. Sin embargo, esta Dirección enfrentó desafíos importantes para su

[5] Una restitución sintética y bien lograda acerca de los orígenes de la agroecología en Argentina se encuentra en el texto: "Breve historia de la agroecología en la argentina: orígenes, evolución y perspectivas futuras" de Sarandón y Marasas (2015).

[6] La Resolución 163/2020, en el marco de las acciones de la Dirección Nacional de Agroecología (DNA), estableció el Programa de Promoción del Trabajo, Arraigo y Abastecimiento Local (PROTAAL). Este programa tenía como fin impulsar la transición agroecológica en la agricultura familiar, campesina e indígena (SAFCI) mediante, entre otras estrategias, la conformación de "Unidades Productivas Asociativas de Agricultura Familiar" (UPAF). Estas UPAF fueron concebidas como figuras asociativas para que los productores pudieran organizarse, acceder a apoyos, fortalecer sus prácticas agroecológicas y mejorar su capacidad de producción y comercialización, contribuyendo así al abastecimiento local y al arraigo.

[7] Documento del Marco Conceptual de la Agroecología de la Dirección Nacional de Agroecología, Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca, Ministerio de Economía.

consolidación, como la falta de presupuesto, la resistencia de sectores del agronegocio y la falta de consenso sobre la definición y las estrategias para la implementación de la agroecología. Infelizmente la política del gobierno de Javier Milei truncó el proceso de continuidad institucional de la agroecología, en función del perfil político-empresarial definido para la agricultura[8].

En síntesis, aunque se ha producido un avance significativo en los últimos años, en Argentina la agroecología aún enfrenta desafíos para su consolidación. Para lograrlo, se requiere un cambio de paradigma en la formación de técnicos y funcionarios de las administraciones agrícolas, que ya está ocurriendo, pero con diferentes intensidades dependiendo del territorio local.

La Agroecología en el Alto Paraná misionero

En el Alto Paraná misionero se constituyó un frente extractivo (Abínzano, 1985) que avanzó sobre la selva -sin la consideración de los originarios- y desarrolló la explotación maderera en la medida de las necesidades del puerto de Buenos Aires, entre finales de siglo XIX y principios del XX. Con la consolidación del proyecto nacional desarrollista -a mediados del siglo XX- se apuntalaron las industrias madereras y de celulosa, que fueron el principal atractivo para una población obrera migrante de países limítrofes. Estos obreros, principalmente paraguayos, no solamente se integraron a las fábricas sino que conformaron colonias rurales (Ramírez, 2019a; 2019b).

A partir de la década de 1990, el Alto Paraná misionero fue afectado por los procesos de modernización agrícola y expansión del agronegocio forestal (Ramírez, 2017). Allí se observa un mayor impacto en el paisaje, las migraciones rurales y la emergencia de nuevos actores empresariales a partir de una proliferación de plantaciones con destino industrial. Con la desarticulación de economías de renta a partir del trastocamiento de las cadenas agroindustriales, la pequeña producción de base familiar se volcó hacia la producción y comercialización de alimentos frescos, con la constitución de mercados alternativos (Schiavoni, 2022).

Pero la expansión del agronegocio forestal no se ha dado sobre una llanura política, por el contrario, emergieron resistencias locales en la defensa de las agriculturas familiares y de los pueblos originarios. Las causas ambientalistas fueron banderas aglutinadoras de las resistencias organizadas, destacándose el movimiento

[8] Un pasito pa' delante, dos pasitos pa' atrás: La gestión de Vilella en Agricultura decidió eliminar el área específica que fomentaba la Agroecología, https://bichosdecampo.com/un-pasito-pa-delante-dos-pasitos-pa-atras-la-gestion-de-vilella-en-agricultura-decidio-eliminar-el-area-especifica-que-fomentaba-la-agroecologia/ ingreso junio de 2025.

antirrepresas, como uno de los más importantes en la defensa de los territorios (ríos y ecosistemas) y en su capacidad de interpelación a los proyectos de desarrollo estatales-empresariales (Melón, 2022). La investigación del PP-AL -https://www.pp-al.org/es- (Sabourin et al., 2017) destaca la importancia de los movimientos sociales, las respuestas a la crisis y las iniciativas públicas como factores clave en la formulación de políticas que favorezcan a la agroecología. Este quizás sea uno de los aspectos más distintivos que hace que Misiones sea considerada, por muchos actores de otras regiones, como un faro de la producción agroecológica.

En el Alto Paraná misionero varios de los dirigentes, líderes y lideresas de las organizaciones, que se han formado en el seno de la iglesia de la teología de la liberación, han mantenido su compromiso social en sus comunidades (Reck y Ramírez, 2024). La combinación de activismos, militancias, iniciativas productivas y actividades de subsistencia hizo surgir distintos espacios para pensar la cuestión productiva y ambiental "desde abajo". Uno de los más importantes, en esta dirección, resultó la Red de Agricultura Orgánica de Misiones (RAOM), que en el 2023 cumplió 30 años de existencia. Esta red surgió en mayo de 1993, durante un encuentro de agricultores, técnicos e instituciones realizado en la Escuela Agrotécnica de Eldorado. También cabe destacar la influencia de referentes inscriptos en espacios gubernamentales, trabajando desde políticas públicas destinadas a asistir situaciones de pobreza rural, como ha sido en Programa Social Agropecuario (PSA). La interrelación entre RAOM y el PSA gestó un trabajo de articulación, combinando conocimientos técnicos con ancestrales (Reck y Ramírez, 2024). El programa ProHuerta del INTA, implementado en 1995, ha sido muy importante en la promoción organizativa de las mujeres productoras (Schiavoni, 2022), facilitando el pasaje de una producción de autoconsumo a una con fines de venta directa.

En 1996, se creó el Movimiento Semillero, organizador de la Feria provincial de semillas (Perez et al., 2018). El acontecimiento fundacional sucedió en la localidad de San Vicente en 1997 con un intercambio para la promoción y creación de un "banco de semillas" situado en las chacras de los agricultores. De esa primera Feria participaron 200 agricultores de Misiones, Chaco, Entre Ríos, Corrientes, Santa Fe y Formosa y se inscribieron más de 500 variedades de semillas (Reck y Ramírez, 2024). Otro espacio que ha abonado a la definición de agroecología en Misiones ha sido el Movimiento Nacional de Salud Laicrimpo, una construcción nacional y latinoamericana, que aporta una mirada sensible asociada a la salud popular y comunitaria. Allí se observa una fuerte apuesta mística que se nutre de la recuperación de saberes de los pueblos guaraníes en diálogo con las experiencias y

prácticas de jóvenes que migraron de la ciudad hacia la ruralidad y están en la búsqueda de una alimentación distinta.

Finalmente, en los últimos 15 años ha sido fundamental la implementación de políticas públicas nacionales destinadas al sector de la agricultura familiar (Pérez y Gracia, 2021). En este marco, técnicos comprometidos con el trabajo territorial se han articulado con organizaciones de base, algunas de larga trayectoria y otras surgidas en el nuevo milenio. Algunas de las organizaciones de productores/as que trabajaron junto con los técnicos fueron el Movimiento Agrario de Misiones (MAM), Productores Independientes de Piray (PIP), Unión de Trabajadores de la Tierra (UTT), Movimiento de Trabajadores Excluidos (MTE) rama rural, Productores Unidos de Delicia (PUD), Productores Unidos de Santiago de Liniers (PUSALI), la Comisión Central del Trabajo Agrario (CCTA), entre otros. La interacción entre organizaciones de agricultores familiares -con demandas vinculadas al acceso a la tierra y narrativas ambientalistas - y los técnicos de agricultura que facilitaron las herramientas para el acceso a los recursos del Estado favoreció a una gestión del desarrollo territorial alrededor de la producción de alimentos sin agrotóxicos. Tal como manifiesta Serpe (2022), frente a la falta de empleos formales en la zona surge una “agroecología por necesidad” (pp. 284). Con este concepto se subraya que, para muchos productores, el cambio hacia la agroecología no es solo una elección ideológica, sino una respuesta pragmática a presiones económicas, sociales y ambientales, fundamentalmente en contextos forjados por el agronegocio. La agroecología emerge, como una estrategia de supervivencia y reproducción.

Pero la narrativa política de la agroecología a veces encuentra limitantes culturales en los territorios, ya que muchos agricultores aprendieron a producir con los “venenos”, tal como podemos apreciar en el testimonio de una productora, referente de una organización social:

> (...) yo veo que son las mujeres las que abrazan esa bandera de las producciones sin agrotóxicos, que en las chacras no se use los venenos porque así le llamamos “veneno”. Entonces la parte colectiva que son las 17 hectáreas nunca se usó lo que es agrotóxicos, ningún veneno, siempre se hizo la producción de manera agroecológica y muchas familias también abrazan eso y defienden.
>
> Ahora lo que sí nos pasó después de 2 años de estar trabajando descubrimos que había compañeros que como el lote ya queda a lo último, bien a lo último, ponían como excusa de que el pasto que salía en la zona de ellos era demasiado grande y como que no podían controlar (...) Entonces ahí fue toda una discusión” (dirigenta de PIP, entrevista realizada en 2022).

En síntesis, la formación de los NAT propuesta por la DNA se inserta en la mencionada trayectoria organizativa y territorial de Misiones, que tiene diversas vertientes organizativas y colectivas, con las particularidades históricas (políticas, económicas y culturales) que tiene la región altoparanaense. Esto brinda una impronta específica a las actividades, a los participantes y a las discusiones en el marco de este espacio que refiere a una articulación de heterogeneidades de organizaciones y liderazgos.

La construcción de un modelo agroalimentario agroecológico en Misiones, así como en Argentina y América Latina, exige una transformación profunda del sistema actual y un compromiso sólido por parte de los diferentes actores sociales. El camino hacia un sistema alimentario más justo, sostenible y resiliente requiere de la articulación entre los movimientos sociales, las instituciones públicas y los consumidores.

Materiales y métodos

Para este estudio se utilizó la técnica de Sistematización de Experiencias que se orienta a recoger aprendizajes críticos implicando la clasificación, organización e interpretación de la experiencia reconstruida. No es una mera recopilación de datos, se trata de una técnica desarrollada por la educación popular, que se orienta a recoger aprendizajes críticos (Jara Holliday, 2012).

La sistematización de experiencias implica, por un lado, la clasificación y organización de la información, por otro, la interpretación de la experiencia reconstruida. La investigación, la sistematización y la evaluación son procesos que se retroalimentan y que apuntan a mejorar la calidad de nuestras prácticas. El objetivo final es construir “productos del conocimiento científico que se incorporan a sistemas se deben continuar enriqueciendo permanentemente con los aportes de la comunidad científica” (Jara Holliday, 2012:).

Una de las cuestiones importantes para el desarrollo de esta técnica, es que los/as sistematizadores estén comprometidos con el proceso participativo. Pues bien, como docentes e investigadores de la universidad pública, fuimos partícipes de la iniciativa convocada por la DNA contribuyendo en la logística, como también en el diseño de técnicas metodológicas participativas para el diagnóstico que ha permitido recuperar opiniones y percepciones de los distintos participantes (agricultores, técnicos y representantes de organizaciones sociales). Esa vinculación comprometida se produjo a raíz de nuestro interés por aportar al fortalecimiento de la agroecología en la región y en contribuir con los procesos organizativos del sector de agricultura

familiar, teniendo en cuenta además que las mismas organizaciones de base, con frecuencia, solicitan la contribución en la sistematización de los procesos y experiencias de sus trayectorias.

Para la conformación del NAT se realizaron tres talleres preparativos que involucraron también a las demás regiones:

Taller General: Se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Forestales (FCF) de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) el 15/11/2022. Participaron estudiantes, docentes e investigadores de la UNaM, técnicos del INTA y representantes de organizaciones sociales. Este taller fue fundamental para la construcción de un consenso sobre la importancia y las expectativas del NAT, y para definir la composición del comité impulsor.

Taller Comité Agroecológico Zona Sur: Se realizó en Posadas, Misiones, el 18/04/2023 en el comedor universitario de la UNaM. Participaron 53 personas de diferentes organizaciones sociales, movimientos, universidades, instituciones gubernamentales, no gubernamentales y particulares. Los temas tratados en este taller fueron las fortalezas, dificultades, desafíos y necesidades de la agroecología en la zona Sur.

Taller Comité Agroecológico Zona Norte: Se llevó a cabo en Eldorado, Misiones, el 17/04/2023 en la FCF de la UNaM. Participaron estudiantes, docentes e investigadores de la UNaM, técnicos del INTA y representantes de organizaciones sociales. El taller abordó diferentes temáticas, tales como la necesidad de recursos, conocimiento técnico, mentalidad/representaciones sociales/imaginarios, políticas públicas, mercados, mano de obra, cambio climático/ambiente/calentamiento global, presiones externas, financiamiento, certificación, y el nodo territorial.

Taller Comité Agroecológico Zona Centro: Se realizó en Oberá, Misiones, el 18/04/2023 en la Facultad de Artes y Diseño (FAyD) de la UNaM. Participaron técnicos del INTA, extensionistas, productores de yerba mate, organizaciones sociales, universidades e instituciones gubernamentales y no gubernamentales. En este taller se trataron las problemáticas y soluciones para el desarrollo de la agroecología, como también se presentaron propuestas para su implementación.

Para la sistematización de experiencias se utilizaron datos recopilados de diferentes materiales:

Registros del NAT: reuniones y talleres del NAT, incluyendo las principales expectativas, preocupaciones, fortalezas, dificultades, desafíos y propuestas de los actores locales. Estos registros se utilizaron para identificar las principales temáticas

que se abordaron en el NAT y las perspectivas de los actores locales sobre la agroecología y sus posibilidades de desarrollo en el Alto Paraná misionero.

Mapeo de actores: este mapeo permitió identificar las principales instituciones, organizaciones y actores sociales involucrados en el NAT. La información del mapeo se utilizó para comprender la estructura de participación y la diversidad de actores que conformaron el NAT.

La sistematización de experiencias del NAT se desarrolló en tres etapas:

Planificación previa: con la participación de la DNA y diferentes actores locales para la conformación del NAT, se definió la estructura, las temáticas a tratar en los talleres y las zonas geográficas a abarcar. Esta etapa fue crucial para garantizar la participación de los actores locales y la pertinencia del NAT.

Talleres zonales: los talleres se realizaron en modalidad presencial y se organizaron en grupos de trabajo. Los participantes fueron seleccionados en base a su experiencia y conocimiento en agroecología, así como a su representación de las diferentes organizaciones e instituciones. Se utilizaron diferentes técnicas metodológicas participativas, incluyendo lluvias de ideas, análisis de casos, elaboración de mapas y construcción de propuestas. Se realizaron tres talleres, uno por zona geográfica (Norte, Centro y Sur) del Alto Paraná misionero.

Análisis de información: la información recopilada en los talleres se analizó de manera sistemática, identificando los principales temas que se debatieron y las perspectivas de los actores locales sobre la agroecología. Se utilizaron técnicas de análisis cualitativo para interpretar los datos y elaborar conclusiones a partir de la experiencia del NAT.

Resultados y discusión

El análisis de los talleres realizados para la conformación del NAT en el Alto Paraná misionero revela una serie de preocupaciones (Tabla 1) y desafíos (Tabla 2).

Un primer eje se centra en el acceso a recursos básicos para la producción agroecológica, como la energía eléctrica, el agua, los caminos y la tierra. La falta de acceso a estos recursos representa un obstáculo crucial para la expansión de la agroecología, ya que limita la capacidad de los productores para desarrollar sus actividades y su productividad. Este punto se conecta con las ideas de la ecología política, que enfatiza las disputas por el control de los recursos naturales como un factor clave para comprender las relaciones de poder en el campo (Robbins, 2012). En el Alto Paraná misionero, la expansión del agronegocio forestal ha generado una

disputa por el control de la tierra y el agua, impactando en las condiciones de vida y de trabajo de los productores familiares, pero también están en juegos los recursos del Estado que garantizan o, por el contrario, perjudican el acceso a los recursos naturales antes mencionados. El modelo de desarrollo, a partir de la forestación intensiva, donde una empresa multinacional tiene preeminencia, ha configurado una situación de precariedad en la tenencia de la tierra para las familias productoras, limitando su capacidad de acceso a recursos y generando un escenario de vulnerabilidad (Ramírez, 2019b).

Tabla 1. Principales preocupaciones sobre el acceso a recursos para la producción agroecológica, identificadas por actores locales en los talleres del NAT del Alto Paraná misionero (2023)

. **Table 1**. Main concerns regarding access to resources for agroecological production, identified by local stakeholders in the NAT workshops held in the Alto Paraná Region of Misiones (2023)

Recurso	Preocupaciones
Energía Eléctrica	Falta de acceso en zonas rurales, limita el desarrollo de emprendimientos y procesamiento de alimentos.
Agua	Acceso limitado a agua segura y en cantidad suficiente, impacto de la expansión del agronegocio forestal.
Caminos	Falta de caminos en condiciones para transportar productos y comercializarlos.
Tierra	Dificultad de acceso a la tierra, precariedad en la tenencia, conflictos con empresas agroindustriales.

En segundo lugar, los datos revelan otra preocupación relacionada con la capacitación. La falta de conocimientos técnicos específicos y la resistencia al cambio dificultan la adopción de prácticas agroecológicas por parte de los productores. Aquí, la sociología económica nos aporta una mirada sobre las relaciones sociales que se establecen en el proceso de aprendizaje y transmisión de conocimientos (Granovetter, 1985, von Below et al., 2021). El rol de los técnicos y extensionistas es fundamental en la construcción de conocimientos y de una identidad agroecológica.[9]

[9] En el caso de Bermejo, Chaco, las experiencias de los programas ProHuerta y PSA, que incluyeron capacitaciones, insumos y asesoramiento técnico, fueron claves en la transformación

Tabla 2. Dificultades y necesidades en relación a la capacitación en agroecología, identificadas por actores locales en los talleres del NAT del Alto Paraná misionero (2023)

Table 2. Difficulties and needs related to training in agroecology identified by local stakeholders in the NAT workshops held in the Alto Paraná Region of Misiones

Categoría	Dificultades/Necesidades
Acceso a Información	Difusión limitada de prácticas agroecológicas, falta de información sobre los beneficios de la agroecología.
Interacción Productor-Técnico	Interacción compleja, falta de confianza o comunicación efectiva, falta de técnicos en campo.
Transmisión de Conocimientos	Dificultades en la integración de conocimientos diversos, formación deficiente en agroecología en las universidades.

La ausencia de políticas públicas de fomento de la agroecología y la competencia desleal con el agronegocio representan obstáculos importantes para su expansión y consolidación. La insuficiencia de mercados y de canales de comercialización, junto con las dificultades para que los productores agroecológicos accedan a precios justos, también se perfilan como desafíos a la hora de expandir esta modalidad. Los consumidores están cada vez más interesados en productos agroecológicos y están dispuestos a pagar un precio superior, pero la falta de infraestructura y de un marco regulatorio adecuado dificultan la conexión entre productores y consumidores (Sabourin et al., 2018). La experiencia del NAT evidencia la importancia de promover la creación de mercados locales y solidarios que permitan a los productores agroecológicos acceder a precios justos y productos de calidad.

Conclusión

Los NAT han permitido, por un lado, realizar un diagnóstico de los desafíos territoriales y, por otro, avanzar en articulaciones que en Misiones han comprometido a nuevos actores institucionales, por ejemplo, la Escuela Agrotécnica de Eldorado y la Facultad de Forestales de la UNaM, que hicieron explícito su interés por formar parte y contribuir con la consolidación del NAT. Si bien, cabe señalar que en la provincia hubo muchas instancias de encuentros autogestivos, no siempre se cuentan con

de la identidad de los productores familiares, quienes pasaron de ser trabajadores del ingenio a “pequeños productores en transición hacia la agroecología” (Serpe y Hernández, 2020).

registros y sistematizaciones que permitan recuperar las discusiones centrales y sus respectivas conclusiones. Es por ello que consideramos oportuno aprovechar los materiales proporcionados por la experiencia del NAT. Entendemos que es crucial analizar cómo la agroecología está siendo incorporada en las políticas públicas de la región, considerando su capacidad para proponer una transición hacia sistemas alimentarios más justos y sostenibles.

La sistematización de la experiencia del NAT del Alto Paraná misionero, implementado por la Dirección Nacional de Agroecología en 2023, revela algunas de las complejidades y desafíos que enfrenta la expansión de la agroecología en la región, al tiempo que demuestra su potencial como alternativa al modelo agroindustrial. El NAT permitió identificar, a partir de la percepción de los actores locales, las principales preocupaciones, oportunidades y desafíos para la expansión de la agroecología en la región, información crucial para la construcción de políticas públicas justas y sostenibles que permitan la transición hacia sistemas alimentarios resilientes y equitativos. Ahora bien, a pesar de su potencial, la agroecología en la Selva Paranaense enfrenta desafíos relacionados con el acceso a recursos, la capacitación, las políticas públicas y la dinámica de los mercados. Los agricultores agroecológicos a menudo tienen dificultades para acceder a semillas de calidad, insumos biológicos y financiamiento. Además, la falta de conocimientos técnicos específicos y la resistencia al cambio pueden dificultar la adopción de prácticas agroecológicas.

A nivel institucional, la ausencia de políticas públicas que fomenten la agroecología y la competencia desleal con el agronegocio representan obstáculos importantes. Sin embargo, también existen oportunidades para la expansión de la agroecología en la región: la creciente demanda de alimentos saludables y producidos de manera sostenible, el surgimiento de mercados locales y la articulación de organizaciones de productores agroecológicos ofrecen un panorama alentador. Asimismo, es importante destacar que en Misiones la agroecología tiene más historia “desde abajo” (movimientos sociales), que “desde arriba” (instituciones de estado). En este sentido, son muchos los actores colectivos intervinientes que han impulsado la agroecología en la región.

El NAT en Misiones se caracterizó por un alto nivel de expectativa inicial: se esperaba que la propuesta floreciera con el apoyo de la Facultad de Ciencias Forestales, la cual mostró una alta proactividad en la vinculación de actores y capacidades institucionales. Sin embargo, también se cristalizaron ciertas tensiones entre las diferentes grupalidades, lo cual generó dificultades la construcción de un espacio de diálogo y trabajo conjunto.

No obstante, la experiencia en Misiones dejó una percepción positiva en cuanto al compromiso de los actores locales, en función a sus convicciones por el buen vivir y una importante cantidad de iniciativas locales. Para el desarrollo ecorregional sostenido será fundamental fomentar espacios de encuentro donde las diferentes partes pudieran interactuar de forma sinérgica, aprovechando las experiencias y conocimientos de cada actor. La experiencia del NAT, si bien fue interrumpida por el cambio de gobierno nacional, evidencia la importancia de fortalecer la participación y la generación de un marco político sólido que fomente la agroecología en la región.

Referencias bibliográficas

Abínzano, R. C. (1985). Procesos de Integración en una sociedad multiétnica: la provincia argentina de Misiones. Universidad. Departamento de Antropología y Etnología de América.

Altieri, MA. (1995). Agroecology: the science of sustainable agriculture. Boulder: Westview Press.

Altieri, M. A., y Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587-612.

Altieri, M. A., y Toledo, V. M. (2014). *La revolución agroecológica de América Latina: Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO). https://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/ilsa/20130711054327/5.pdf

Auer, A., Von Below, J., Nahuelhual, L., Mastrángelo, M., Gonzalez, A., Gluch, M., y Paruelo, J. (2020). The role of social capital and collective actions in natural capital conservation and management. *Environmental Science y Policy*, 107, 168-178.

Campanello, P. I., Von Below, J., Hilgert, N. I., Cockle, K. L., Villagra, M., Di Francescantonio, D., y Goldstein, G. (2019). ¿Es posible el uso sostenible del bosque en Misiones?: Necesidades de manejo a diferentes escalas, investigación, intervenciones de alto impacto y más recursos económicos. *Ecología austral*, 29(1), 122-137.

Chazarreta, A., Poth, C., y Ramírez, D. (2015). Dinámicas estatales en la inserción de la globalización de la agricultura en Argentina: tensiones y recomposiciones institucionales. M. Svampa (Comp.), *El desarrollo en disputa. Actores, conflictos y modelos en la Argentina contemporánea*, 111-151.

Granovetter, M. (1985). Economic action and social structure: The problem of embeddedness. *American journal of sociology*, 91(3), 481-510.

Guéneau, S. G. E., Sabourin, E., Niederle, P. A., Colonna, J., Strauch, G. D. F. E., Piraux, M., y Schmitt, C. J. (2019). A construção das políticas estaduais de agroecologia e produção orgânica no Brasil. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 14 (2), 7-21.

Jara Holliday, O. (2012). Sistematización de experiencias, investigación y evaluación: Aproximaciones desde tres ángulos. *Revista Internacional de Investigación en Educación Global y para el Desarrollo, 1*(1), 56-70.

Melón, D. (2023). El movimiento antirrepresas en Misiones: el caso de la "Mesa Provincial No a las represas". *(En)clave Comahue. Revista Patagónica De Estudios Sociales*, *29*(28 Dossier).

Pérez, D., Seplovich, J., Gusman, N., y Vidal, V. (2018). Construcción de alternativas alimentarias en cuatro provincias de Argentina. *Revista Colombiana de Sociología*, 41(2), 21-40.

Perez, D., y Gracia, M. A. (2021). Sentidos en disputa: el proceso de institucionalización de la agroecología en Argentina. *Latinoamericana de Estudios Rurales, 6*(12), 1-29.

Ramírez, D. (2017). Un abordaje histórico de la actividad forestal en Misiones: del frente extractivo al agronegocio forestal. *Folia histórica del nordeste*, (30), 29-51.

Ramírez, D. C. (2019a). Más allá del despojo. Un análisis de las dinámicas del agronegocio forestal y las percepciones de los despojados en el Alto Paraná misionero (Argentina). *Población y Sociedad*, 26(2), 87-111.

Ramírez, S. (2019b). Conflictos territoriales en Misiones: una reconstrucción histórica de la ocupación espontánea de tierras privadas a finales del siglo XX. *Folia Histórica del Nordeste*, (36), 7-26.

Reck, I. y Ramírez, D. (2024). Las bodas de mandioca del Movimiento Semillero de Misiones, en Primo, F. y Ravlic, S (coord.) Ruralidad y ambiente. Repositorio UNR

Robbins, P. (2012). Qu'est-ce que la political ecology. *Environnement, discours et pouvoir. L'approche political ecology*. Paris: Éditions Quae, 21-36.

Rosset, P. M., y Martínez-Torres, M. E. (2012). Rural social movements and agroecology: context, theory, and process. *Ecology and society*, 17(3).

Sabourin, E., Le Coq, J. F., Freguin-Gresh, S., Marzin, J., Bonin, M., Patrouilleau, M. M., y Niederle, P. (2018). ¿Qué políticas públicas promueven la agroecología en América Latina y el Caribe?. *Perspective*, 45, 1-4.

Sarandón, S. J., y Flores, C. (2024). Agroecología. En J. Muzlera y A. Salomón (Comps.), *Diccionario del agro iberoamericano*. Teseo Press. https://www.teseopress.com/diccionarioagro/

Sarandón, S. J., y Marasas, M. E. (2015). Breve historia de la agroecología en la argentina: Orígenes, evolución y perspectivas futuras. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, *24*(1), 101–117.

Serpe, P. (2022). *"No usamos químicos, es todo natural". Transiciones agroecológicas desde la producción familiar y campesina en dos localidades del Chaco Húmedo (Argentina)* [Tesis de doctorado, Universidad de Buenos Aires].

Vázquez, L. L. (2017). El control biológico integrado al manejo territorial de plagas de insectos en Cuba. *Agroecología*, 12(1), 39-46.

Von Below, J., Nahuelhual, L., Eleuterio, A. A., y Laterra, P. (2021). Can participatory action research foster social learning in communities struggling for land tenure?. *Land Use Policy*, 101, 105192.

Anexo

Se presentan varias fotografías en los distintos puntos y días te los talleres que registran los distintos espacios de participación e intercambio que fueron registrados. Los/as participantes de los talleres dieron su expreso consentimiento para que se puedan compartir los registros fotográficos.

MISIONES
PROVINCIA
Soberanía Alimentaria

Normas Editoriales

La Revista **Yvyraretá** tiene como objetivo publicar artículos científicos originales, inéditos y de actualidad del campo forestal, agrario y ambiental, y de la educación en los mismos, con énfasis en la búsqueda de soluciones a los desafíos actuales en el manejo de los recursos forestales y agrarios. Se trata de un espacio abierto y gratuito para la divulgación de trabajos de investigación relevantes para la región y el mundo, buscando tender puentes entre la academia, el sector productivo y la sociedad en general, a través de un enfoque inter y transdisciplinario. Los trabajos deben ser originales, inéditos y de actualidad técnico-científica en las categorías de artículo científico, revisión o nota técnica.

Artículo científico: corresponde a trabajos originales e inéditos con resultados y conclusiones de una investigación avanzada o finalizada. Extensión máxima de 20 páginas.

Revisión: corresponde a trabajos que representan el resumen del estado actual del conocimiento sobre un tema de interés. Extensión máxima de 20 páginas.

Nota Técnica: corresponden a trabajos originales de divulgación de información técnica específica. Incluyen: la presentación de nuevos métodos, técnicas o protocolos; la comparación del funcionamiento de instrumentos; la descripción de actividades de extensión; y la elaboración de fichas técnicas de especies o productos. La extensión máxima será de 9 páginas.

Cualquiera sea la modalidad de trabajo, será sometido a un riguroso proceso de revisión por pares externos con sistema de arbitraje doble ciego.

FORMATO GENERAL

Todos los trabajos deberán ser presentados en hojas de formato A4, escritas a doble espacio e impresas en procesador de texto Microsoft Word para Windows. Cada página numerada en la parte inferior derecha, con márgenes izquierdo, superior e inferior de 2,5 cm y derecho de 2 cm. Todas las partes de la estructura deberán ir alineadas al margen izquierdo, en mayúscula y en negrita. Si hubiera subtítulos, en minúscula y negrita. Al comienzo de las oraciones dejar una tabulación de 1,25 cm. Fuente Montserrat 10.

Al momento del envió se deberán crear dos documentos, uno denominado **Página de Título** y otro denominado **Manuscrito**. En las secciones siguientes, se detalla el contenido que deberá contener cada documento.

Abreviaturas y nombres científicos: las abreviaturas de nombres, procedimientos, etc. deben ser definidos la primera vez que aparezcan. Las abreviaturas de carácter físico se escribirán de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI). Cuando una especie es mencionada por primera vez en el texto principal, deberá colocarse el nombre vulgar (si lo tiene) y el nombre científico (en cursivo) con el autor. Subsecuentemente, se podrá usar el nombre vulgar o científico sin autor. En el Título deberá incluirse el nombre científico con su autor.

Figuras y tablas: Las tablas y figuras (mapas, organigramas, gráficos, fotos) deben ir incorporadas en el lugar correspondiente en el texto, con numeración arábiga, en negrita, minúscula. Los títulos de las tablas en español e inglés van en la parte superior de la misma, mientras que el título de la figura en español e inglés debe ir en la parte inferior. En ambos casos deben ser lo suficientemente explicativos por sí mismos, tanto en castellano como en inglés. Las tablas deben ser hechas con la función Insertar Tabla, solo deben tener líneas simples horizontales en los encabezados de estas y al final. Las figuras enviarlas con una resolución de 300 dpi.

ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO CIENTÍFICO

Página de Título

Título: en castellano e inglés.

Autores: Nombre y apellido completo, centrado y en minúscula, en negrita, con llamadas numeradas. Debajo de los autores, alineados a la izquierda, colocar filiación (dirección completa) y correo electrónico. Todos los autores deberán contar con un número de identificador persistente (ORCID).

Agradecimientos: en esta parte se incluirán los agradecimientos a personas, instituciones, fondos y becas de investigación, etc.

Manuscrito

Título: en castellano e inglés, debe ser conciso indicando con claridad su contenido, en letra mayúscula solamente las letras que correspondan, negrita y centrado.

Resumen: es una síntesis del texto de hasta 200 palabras presentando los aspectos más relevantes del trabajo: problema estudiado, importancia, objetivos, materiales y métodos, resultados y conclusiones. No citar literatura ni hacer referencia a tablas y figuras.

Palabras Clave: son palabras que indican al lector los temas a los que hace referencia el artículo. Su número debe ser de cuatro a seis, y no deben estar contenidas en el título. Van después del resumen.

Abstract: versión en inglés del Resumen.

Keywords: son las mismas palabras enlistadas en Palabras Claves, pero en inglés. Se sitúan inmediatamente después del Abstract.

Introducción: debe indicar claramente el objetivo e hipótesis (si lo hubiera) de la investigación contextualizando la importancia del trabajo para el público lector destacando su relación con antecedentes de otros trabajos relevantes.

Materiales y Métodos/Metodología: requiere una clara identificación metodológica de la investigación. La descripción de los materiales y métodos o metodología debe brindar información clara y precisa sobre el abordaje del trabajo y el análisis de los resultados.

Resultados y Discusión: estos se presentarán en lo posible en tablas y/o figuras, que serán respaldados por cálculos estadísticos, evitando la repetición, en forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de resultados. Se explicarán los resultados obtenidos y se confrontarán con los de otros trabajos, así como con los conocimientos científicos existentes. Si el autor lo considera necesario los resultados y la discusión pueden tratarse por separado.

Conclusión: debe ser basada en los resultados obtenidos y ofrecer, si es posible, una solución al problema planteado en la introducción.

Referencias bibliográficas: deberá incluir únicamente la bibliografía referenciada, en orden alfabético, sangría francesa, siguiendo las normas de citación APA (American Psychological Association) Séptima Edición.

ESTRUCTURA DE LA REVISIÓN

Página de Título

Título: en castellano e inglés.

Autores: Nombre y apellido completo, centrado y en minúscula, en negrita, con llamadas numeradas. Debajo de los autores, alineados a la izquierda, colocar filiación (dirección completa) y correo electrónico. Todos los autores deberán contar con un número de identificador persistente (ORCID).

Agradecimientos: en esta parte se incluirán los agradecimientos a personas, instituciones, fondos y becas de investigación, etc.

Manuscrito

Título: en castellano e inglés, debe ser conciso indicando con claridad su contenido, en letra mayúscula solamente las letras que correspondan, negrita y centrado.

Resumen: es una síntesis del texto de hasta 200 palabras presentando los aspectos más relevantes del trabajo. No citar literatura ni hacer referencia a tablas y figuras.

Palabras Clave: son palabras que indican al lector los temas a los que hace referencia el artículo. Su número debe ser de cuatro a seis, y no deben estar contenidas en el título. Van después del resumen.

Abstract: versión en inglés del Resumen.

Keywords: son las mismas palabras enlistadas en Palabras Claves, pero en inglés. Se sitúan inmediatamente después del Abstract.

Cuerpo del trabajo: para esta modalidad de trabajo queda a criterio del autor los apartados necesarios para abordar correctamente el tema. Se recomienda comenzar por un apartado Introducción y finalizar con Conclusión.

Referencias bibliográficas: deberá incluir únicamente la bibliografía referenciada, en orden alfabético, sangría francesa, siguiendo las normas de citación APA (American Psychological Association) Séptima Edición.

ESTRUCTURA DE LA NOTA TÉCNICA

Página de Título

Título: en castellano e inglés.

Autores: Nombre y apellido completo, centrado y en minúscula, en negrita, con llamadas numeradas. Debajo de los autores, alineados a la izquierda, colocar filiación (dirección completa) y correo electrónico. Todos los autores deberán contar con un número de identificador persistente (ORCID).

Agradecimientos: en esta parte se incluirán los agradecimientos a personas, instituciones, fondos y becas de investigación, etc.

Manuscrito

Dado que las Notas Técnicas pueden abordar distintos tipos de contenidos, la estructura de los manuscritos puede adaptarse al objetivo del trabajo. Por ejemplo, la organización de una Nota Técnica centrada en protocolos diferirá de aquella orientada a comparaciones metodológicas, fichas de especies o descripciones de actividades de extensión. Si bien, la estructura podrá variar, los manuscritos deberán incluir en la introducción y en caso de que lo amerite, en la discusión una justificación clara de su relevancia. En estas secciones deberá explicitarse el aporte de la información presentada, el carácter novedoso de los métodos o técnicas propuestos, o la importancia de los protocolos, fichas o actividades descritas en relación con la información previamente disponible.

Título: en castellano e inglés, debe ser conciso indicando con claridad su contenido, en letra mayúscula solamente las letras que correspondan, negrita y centrado.

Resumen: es una síntesis del texto de hasta 200 palabras presentando los aspectos más relevantes del trabajo: problema estudiado, importancia, objetivos, materiales y métodos, resultados y conclusiones. No citar literatura ni hacer referencia a tablas y figuras.

Palabras Clave: son palabras que indican al lector los temas a los que hace referencia el artículo. Su número debe ser de cuatro a seis, y no deben estar contenidas en el título. Van después del resumen.

Abstract: versión en inglés del Resumen.

Keywords: son las mismas palabras enlistadas en Palabras Claves, pero en inglés. Se sitúan inmediatamente después del Abstract.

Referencias bibliográficas: deberá incluir únicamente la bibliografía referenciada, en orden alfabético, sangría francesa, siguiendo las normas de citación APA (American Psychological Association) Séptima Edición.

Cómo enviar material a la revista yvyraretá

Lugar de envío, requerimientos y forma de evaluación: Los manuscritos serán enviados al: Comité Editorial, Revista Yvyraretá a través de https://yvyrareta.unam.edu.ar/

➢ Todas las contribuciones serán evaluadas por pares anónimos nombrados por el Comité Editorial, quienes determinarán la calidad científica del material, la originalidad, la validez, la importancia del trabajo y la adaptación a las normas de publicación de la Revista YVYRARETA. Dicho Comité comunicará su aceptación provisional o su no aceptación para la publicación, así como las posibles

modificaciones sugeridas en un plazo máximo de dos meses a partir de su recepción. La redacción se reserva el derecho de suprimir ilustraciones y alterar el texto sin que ello modifique el contenido.

➢ Si fueran varios autores, aquel que mantendrá la correspondencia con el Comité Editor, al enviar el articulo para su evaluación, y en nombre de todos los autores, a modo de declaración jurada, acepta que:

1. Los datos contenidos son exactos y las afirmaciones realizadas son fruto de la cuidadosa tarea de investigación de los autores;

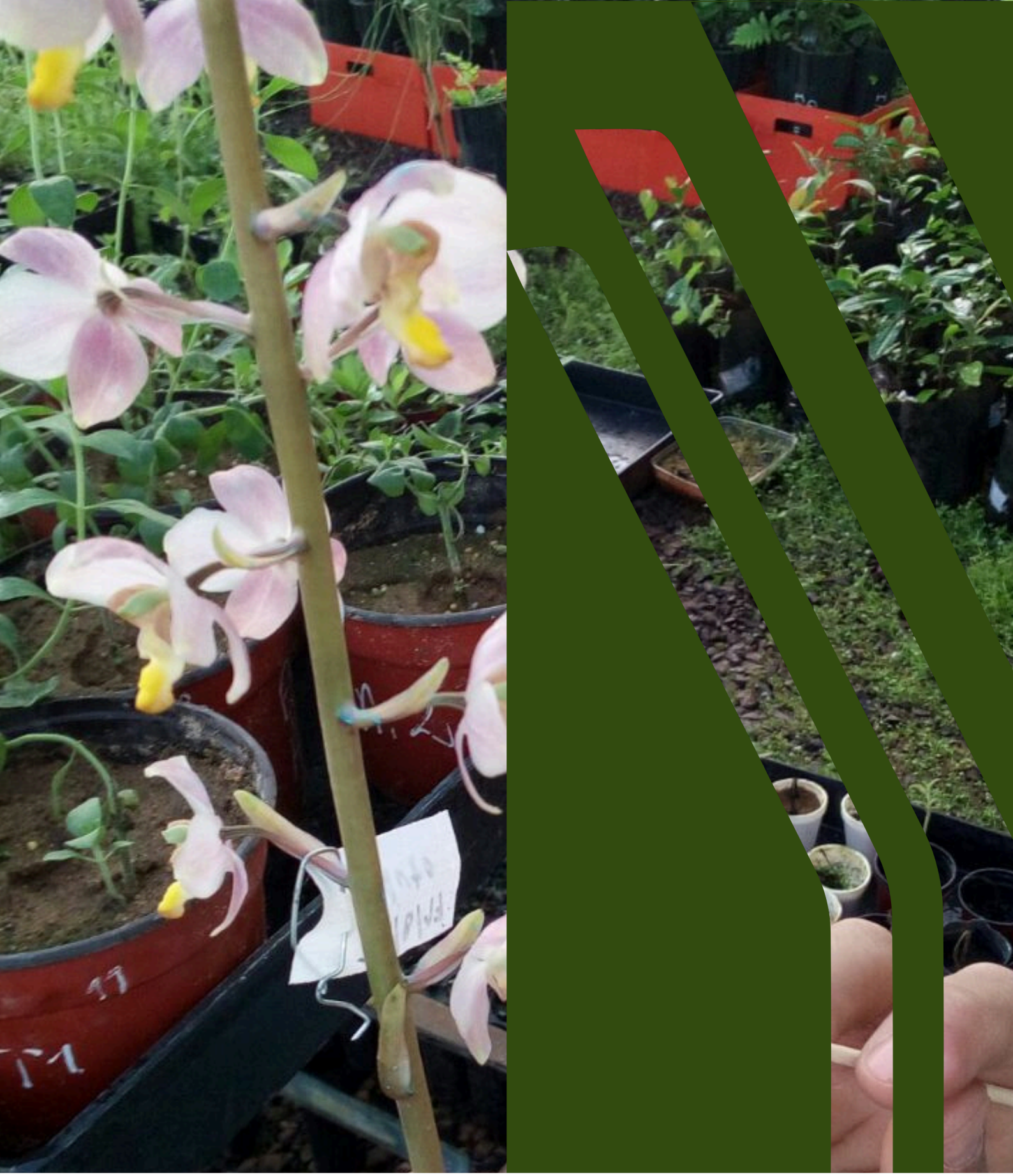
2. Todos los autores han participado en el trabajo en forma sustancial y asumen la responsabilidad por el mismo;

3. Los autores conservan los derechos de autor y ceden a la Revista Yvyraretá el derecho de la primera publicación de su obra.

4. Al enviar un artículo, los autores manifiestan la originalidad del mismo y aceptan que su trabajo será distribuido bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

5. Los contenidos vertidos en los trabajos son de total y exclusiva responsabilidad de los autores y puede ser distribuido, utilizado y adaptado en cualquier medio o formato, siempre que se reconozca de manera adecuada la autoría y la fuente original de publicación y con fines no comerciales.

6. La aceptación del artículo, nota técnica y revisión para su evaluación no implica que el mismo será publicado. Deberá ser evaluado y aprobado por los pares evaluadores para ser aceptado para su publicación.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

FCF FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

SECRETARÍA DE CIENCIA Y TÉCNICA
www.yvyrareta.unam.edu.ar

Yvyraretá

Revista país de árboles