

Ciencia y Tecnología Forestal en Argentina



Ciencia y Tecnología Forestal en Argentina

Lupi, Ana María

Ciencia y Tecnología Forestal en Argentina / Ana María Lupi ; Cristina Area ; Patricia Escobar. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Consejo Nacional Investigaciones Científicas Técnicas - CONICET, 2023.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-692-206-1

1. Bosques Nativos. 2. Innovaciones. 3. Producción. I. Area, Cristina. II. Escobar, Patricia. III. Título.

CDD 634.04

Ciencia y Tecnología Forestal en la Argentina

Editores: REDFOR.ar y ArgentinaForestal.com

Contenidos

I.	Presentación del libro Comisión de Comunicaciones REDFOR.ar y ArgentinaForestal.com	11
II.	Prólogo Coordinadores REDFOR.ar	13
III.	Revisores de las notas	15
A.	Notas de opinión	
1.	La importancia del censo forestal del arbolado urbano Ana Clara Cobas	19
2.	Chaco santiagueño: Las plantas, inadvertidas malabaristas del fuego Ana Carolina Santacruz García	25
3.	La relación entre los humanos y el bosque: relatos breves de Alejandro Dezzotti sobre cómo nos hicimos mutuamente Alejandro Dezzotti	29
4.	Las forestaciones en la cuenca del Río Uruguay y las nuevas tecnologías Fernando Dalla Tea	37
5.	Biorrefinerías: la oportunidad para la innovación en el sector forestal María Cristina Area	43
6.	Dos décadas de manejo forestal FSC® en la Argentina Esteban Carabelli	49
7.	Formosa: herramientas y métodos complementarios para la extensión forestal Miryan Ayala	55
8.	Formosa: el papel del nuevo Banco Universitario de Germoplasma en la conservación de la biodiversidad del Chaco Argentino Cecilia Paola Juárez y Elva Rosa Cappello	61
9.	La plantación y la restauración forestal: cuando la protección del bosque ya no alcanza Alejandro Dezzotti	65
10.	Ciencia y reforestación: ¿Especies exóticas en la restauración forestal? Vanina Chifarelli y Diana Albuja Carbonell	73
11.	Baños de bosque: Los beneficios de la conexión con la naturaleza y su ecosistema para la salud de las personas, la sociedad y el ambiente Rocio Ferraro	79
12.	La evolución de la seguridad laboral con los nuevos sistemas de cosecha forestal Cecilia Pizzini	87
13.	Enseñanza de la Ingeniería Forestal en el contexto del Siglo XXI: ¿El único problema es la baja matrícula? Fabio Germán Achinelli	91

14.	Herederos Silvopastoriles: La experiencia de sistemas de producción sostenibles en Colombia, una oportunidad para el relevo generacional Lina Paola Giraldo, Adrián Chindicué, Luis Chindicué y Julián Chará	99
15.	El bosque, el “pulmón” del planeta y el oxígeno que respiramos Alejandro Dezzotti	105
16.	Sobre datos forestales justos y abiertos Agustina Malizia y Cecilia Blundo	111
17.	Desarrollo sostenible: La foresto-industria, su aporte a la economía circular y carbono neutralidad Claudia Peirano	115
18.	Quebracho, la primera revista científica argentina de las Ciencias Forestales ya lleva 30 años de publicación ininterrumpida Myriam Ludueña, Fabián Zubrinic y Miguel Sarmiento	123
19.	Región Chaqueña: Aprendizajes adquiridos durante el muestreo de carbono acumulado en madera muerta y suelo en bosques nativos Antonio Díaz Zirpolo y María de los Ángeles Basualdo	127
20.	Santiago del Estero: Los avances de la provincia en la planificación estratégica de los Bosques Nativos en el marco de la Ley 26.331 Rocío Carreras, Andrea Escobar López y Noelia Zanichelli	133
21.	Desde la UNLP lanzaron el nuevo libro de cátedra sobre Tecnología e Industrialización de la Madera Natalia Raffaelli y Eleana Spavento	139
B.	Notas técnicas	
B1.	Tecnología	
1.	Ingeniería Argentina: conociendo la herramienta satelital argentina “SAOCOM” Álvaro Soldano	145
2.	Importancia de las herramientas genómicas para asistir a la conservación, restauración y el mejoramiento de especies forestales nativas Virginia Inza, Cristina Soldati, Florencia Pomponio y Susana Torales	155
3.	SIG: Evaluación metodológica para la identificación y cuantificación de los aprovechamientos de bosques cultivados en Argentina Daniela Herrera y Matías Gaute	163
B2.	Ambiente	
1.	Neutralidad de la degradación de la tierra en bosques nativos del Espinal Marcelo Germán Wilson, Emmanuel Gabioud, María Carolina Sasal, Natalia Van Opstal, Ramiro Pighini y Silvana Sione	171
2.	Cambio climático, silvicultura y efectos potenciales en la productividad y secuestro de carbono en bosques cultivados Rafael Rubilar, Rosa Alzamora y Juan Pedro Elissetche	177
B3.	Gestión, producción y manejo	
1.	Parque Chaqueño: la Palma Caranday como especie alternativa de producción de madera Carmen del Rosario Sosa Pinilla	183

2.	Restauración ecológica de ecosistemas boscosos nativos de zonas áridas en la Argentina Mariano Cony	187
3.	Algarrobo blanco: evaluación de parámetros de calidad en semillas y plantas de distintas procedencias María Laura Fontana, Víctor Ramón Pérez y Claudia Verónica Luna	193
4.	Quemas controladas como herramienta de prevención de incendios forestales: “El éxito de un fuego prescripto está ligado directamente a un conocimiento profundo del mismo y su dinámica” Fabio Abel Moscovich y Luis Besold	201
5.	Manejo de los sauces exóticos del Río Chimehuin: experiencia agroecológica local para un problema regional Nahuel Trípodi	211
6.	Sistemas silvopastoriles: una oportunidad emergente en la cuenca del Salado Germán Marcelo Milione, Juan Enrique Laddaga y Juan Francisco Bardi	217
7.	Restauración en bosques de lenga afectados por incendios forestales en Tierra del Fuego Martín Parodi y Dardo Paredes	223
8.	¿Se puede producir madera y conservar la biodiversidad? Micaela Medina, Magali Pérez Flores, Marcelo Arturi y Juan Goya	229
9.	Mortalidad de pinos en Corrientes: Cuando los pronósticos del cambio climático dejan de serlo y se convierten en actualidad María Elena Fernández, Gabriel Gatica, Nardia Bulfe, Norberto Pahr y Javier Gyenge	235
10.	El sauce, un forestal con amplio potencial para la producción y los servicios ambientales Teresa Cerrillo	243
B4.	Valorización	
1.	Conocer y valorar los productos naturales: Cuasinoïdes en <i>Picrasma crenata</i> (Palo amargo), un insecticida natural Viviana Spotorno, Micaela López, Sara Barth y Paola González	251
2.	Nuevas estrategias para mercados emergentes: Biorrefinerías integradas para la producción de pellets y productos de alto valor Nicolás Martín Clauser, María Evangelina Vallejos y María Cristina Area	257
3.	La valorización en cascada de la biomasa lignocelulósica como una de las claves para la economía circular Nicolás Martín Clauser, María Evangelina Vallejos y María Cristina Area	263
4.	El ubajay, un recurso forestal no maderable subutilizado con gran potencial de diversificación y producción sostenible Ignacio Povilonis, Silvia Radice y Miriam Arena	271

I PRESENTACIÓN DEL LIBRO

En el año 2018 la Comisión de Comunicación de la REDFOR.ar y el medio digital de información ArgentinaForestal.com (AF) acuerdan difundir las actividades y opiniones técnicas del sector a partir de contribuciones realizadas por los miembros de la Red, y de esta manera difundir el rol social, cultural e importancia ambiental y económica de los bosques.

La cantidad de material recibido en aquel momento permitió concretar en el 2021 el Primer Libro Digital de la REDFOR.ar Ciencia y Tecnología Forestal en la Argentina con la recopilación de 63 notas publicadas entre 2018 y 2020, que abarcan una gran diversidad temática.

Hoy, nuevamente gracias al aporte de los miembros de la red, hacemos realidad un nuevo desafío de la Comisión de Comunicación de la REDFOR.ar junto con AF; lanzamos el Segundo Libro Digital Ciencia y Tecnología Forestal en la Argentina.

Esta nueva edición compila nuevamente 2 años de publicaciones (2021 y 2022) sobre actividades de investigación de diferentes grupos del país y distintos enfoques de pensamiento sobre la ciencia y la tecnología forestal.

Pensamos que es un libro digital que puede ser aprovechado por diferentes lectores vinculados a la cadena de valor foresto-industrial, forestal y ambiental, consultores, profesionales de diversas disciplinas, estudiantes, funcionarios, y todo aquel que se interese por conocer cómo se trabaja en el país en investigación por el sector forestal próspero, innovador y sostenible.

Llevar la Ciencia a la sociedad es parte de nuestro reto. El conocimiento generado tiene un valor social ya que lo que publicamos tiene incidencia en la transformación cotidiana de la comunidad. Desde esta perspectiva la RED está ocupando un espacio que consiste en socializar resultados de las investigaciones, que muchas veces incluso generan debate entre las mismas disciplinas, debido a las visiones diferentes. Comunicar a la comunidad es fundamental en la sociedad actual, pero no es una tarea fácil. La ciencia desempeña un papel crucial en la comprensión del mundo que nos rodea y en el desarrollo de soluciones para los desafíos que enfrentamos.

La comunicación de conocimiento científico debe ser claro y accesible. Esto significa usar un lenguaje amigable evitando términos técnicos que puedan generar una barrera en la transmisión e interpretación del mensaje al público destinatario. Para los científicos es un aprendizaje lento, ya que no resulta simple llevar los textos elaborados en base a estructuras del ambiente científico, con metodologías rigurosas, redactadas para expertos; a un relato con lenguaje más simple con una buena narrativa que lo haga interesante y comprensible para todos.

Queremos destacar que la alianza REDFOR.ar- AF está fortalecida. La Red de Ciencia y Tecnología Forestal se creó en junio de 2016 reuniendo a las principales instituciones de investigación forestal de Argentina, con la misión de articular las capacidades científico-técnicas existentes en Argentina para atender las demandas del sector foresto-industrial del ámbito público y privado, en forma colaborativa e interdisciplinaria. AF es un medio digital especializado y general de toda la cadena productiva, abarcando segmentos que muchas veces no se conocen entre sí. Solemos ser fuente de noticias de otros medios, incluso para comunicaciones internas a través de newsletter y otros servicios. Su público es muy amplio, incluyendo lectores de países de Latinoamérica (Argentina, Paraguay, Brasil, Perú, México, Bolivia, Colombia, Uruguay, Chile), y lugares de EEUU, España, Alemania, Finlandia, siendo 57.6% varones y 42.40% mujeres, con un promedio de edades de 18 a +65, con pico entre 25 a 54 años.

El acuerdo entre la REDFOR.ar y AF con la generación de los dos libros Ciencia y Tecnología Forestal en la Argentina es una prueba de que estamos logrando ese diálogo fructífero en el cual podemos hacer conocer nuestro trabajo e ideas.

Ana María Lupi y María Cristina Area, Comisión de Comunicación de la REDFOR.ar

Patricia Escobar, Editora y periodista de ArgentinaForestal.com

II PROLOGO

Estimados lectores

Difundir los avances científicos en materia forestal no es tarea fácil. Hay pocos medios que nos dan la oportunidad tanto de difundir como de acceder a la información. La Red Argentina de Ciencia y Tecnología Forestal (REDFOR.ar) se constituye en uno de los canales de difusión y divulgación de los avances que se dan en diversas materias y regiones de Argentina. En esta oportunidad, el segundo volumen del libro de REDFOR.ar reúne 40 contribuciones entre las cuales hay 21 notas de opinión, 19 notas técnicas en diferentes áreas temáticas redactados por miembros y no miembros de la REDFOR.ar. Esta producción surge de la interacción con la revista digital Argentina Forestal que nos ha permitido cumplir con una de las misiones de la red.

Temas como la importancia del arbolado urbano, y la relación del bosque con las personas en las ciudades y en los campos o la relación entre las plantas y el fuego, el cambio climático, son tratados aquí. También se presentan nuevas líneas de investigación y opinión que reúnen a nuevas tecnologías de forestaciones, acceso a datos forestales, sistemas silvo-pastoriles, madera muerta, forestaciones en cuencas, planificación estratégica de bosques nativos, seguridad laboral en tareas forestales, extensión forestal, bancos de germoplasma, restauración forestal, baños de bosques, mejoramiento genético, cambio climático, secuestro de carbono, entre otras diversas líneas.

La parte tecnológica se presenta con contribuciones orientadas a biorrefinerías, foresto industrias y economía circular, carbono neutral, una publicación sobre tecnología de la madera, aprovechamiento forestal, normas FSC, por citar algunos puntos que se desarrollan en este libro.

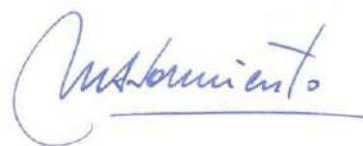
Otro tema importante es posibilidad de contar y discutir los avances y problemática de la educación y de la comunicación científica en las ciencias forestales.

A su vez, los artículos abarcan regiones y provincias muy diversas de nuestro país, representando tanto al sector público como al privado.

Es muy grato para este Consejo Directivo presentar este segundo producto obtenido de los aportes de los miembros y no miembros de la red y coordinados por la comisión respectiva junto a los revisores. Agradecemos a todos (autores, gestores, revisores y lectores) que gentilmente aportaron con sus escritos a difundir y hacer conocer y comprender tan amplia diversidad de temas en un formato accesible para el público interesado en estos temas.



Dr. Pablo Villagra
Coordinador Titular REDFOR.ar
CONICET



Dr. Miguel Sarmiento
Coordinador alterno REDFOR.ar
Facultad Ciencias Forestales UNSE

III REVISORES DE NOTAS

Todas las notas publicadas pasaron por un proceso de revisión que incluyó la lectura y opinión de dos especialistas que se ofrecieron desinteresadamente para la tarea.

Los participantes de este proceso fueron:

Andorno, Andrea Verónica
INTA. IMIZA. Buenos Aires

Aprea, Alberto Miguel
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Buenos Aires

Attis Beltran, Hernan
AUSMA. UNCOMA. Neuquén

Ayala, Miryan
Facultad de Recursos Naturales.
UNAF. CONICET.

Barth, Sara
INTA. EEA Montecarlo. Misiones

Behr, Maia Plaza
CONICET. UNT. UNLP. Buenos Aires

Broz, Diego
Facultad de Ciencia Forestales.
UNaM. Misiones

Caballé, Gonzalo
INTA. EEA Bariloche. Rio Negro

Carabelli, Francisco
Facultad de Ingeniería. UNPSJB. Chubut

Caron, Mercedes
CONICET. IMBIV. Córdoba

Casaubon, Edgardo
INTA. EEA Delta. Buenos Aires

Casco, Sylvina
CONICET. CECOAL. Corrientes

Cobas, Ana Clara
UNNOBA. LEMEJ. Buenos Aires

Chifarelli, Vanina
Facultad de Ciencias Forestales.
UNSE. Santiago del Estero

Delgado, Maria Isabel
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. CONICET. Buenos Aires

Denegri, Gerardo
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Buenos Aires

Diaz, Lucila
Facultad de Ciencia Forestales.
UNaM. Misiones

Domínguez, Guillermo
Facultad de Ciencias Económicas.
UNaM. Misiones

Flores, Graciela
Coordinadora Ambiental Unidad Ejecutora. Ministerio de Coord.de Gabinete.
Misiones

Friedl, Alejandro
Facultad de Ciencia Forestales.
UNaM. Misiones

Gowda, Juan
CONICET. INIBIOMA UNComahue. Rio Negro

Goncalves, Alejandra Lorena
CONICET- UNAM. Instituto de Biología Subtropical. Misiones

Gonzalez, Paola
INTA. EEA Montecarlo. Misiones

Grignola, Josefina
INTA. EEA Famaillá. Tucumán

Hernandez, Carmen Marcela
INTA. IMIZA. Buenos Aires

Hernandez, Patricia
Facultad de Ciencias Forestales.
UNSE. Santiago del Estero

Hildt, Eduardo
CONICET.Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Misiones

Ibañez Ojeda, Claudia Marcela
Universidad de la República. Laboratorio Forestal. Tacuarembó. Uruguay

Kees, Sebastián
INTA. EEA Sáenz Peña. Chaco

Keil, Gabriel
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Buenos Aires

Luna, Claudia
CONICET. IBONE. FAC. UNNE. Corrientes

Martinez, Claudia Fernanda
CONICET. INAHE. Mendoza

Mendez, Garabetti, Miguel A.
LICPaD UTN-FRM, CONICET.
UAA. Mendoza

Mielnichuk, Natalia
CONICET. ICT Milstein. Buenos Aires

Merani, Victor Hugo
Facultad de Ciencias Agrarias y
Forestales. UNLP. Buenos Aires

Mom, Pia
CONICET. INMIBO. UBA. Buenos Aires

Moscovich, Fabio
INTA. Santa Cruz

Pastorino, Mario
INTA. EEA Bariloche.
CONICET. Río Negro

Perez, Beatriz Alida
INTA IMYZA

Rodríguez, Juan Manuel
CONICET. UNC. IIBYT. Córdoba

Rodríguez, Sabrina Andrea
Facultad de Ciencias Agrarias y
Forestales. UNLP. Buenos Aires

Ruiz de los Llanos, Estefanía
Fundación CEBio. Jujuy

Schmidt, Walter A.
Facultad de Ingeniería. UNPSJB. Chubut.

Sharry, Sandra
Facultad de Ciencias Agrarias y
Forestales. UNLP. Buenos Aires

Soldati, Maria Cristina
INTA. IRB. CIRN. Buenos Aires

Soler, Rosina
CONICET. CADIC. Tierra del Fuego

Spavento, Eleana
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Buenos Aires

Speranza, Flavio
INTA. EEA Yuto. Jujuy

Suirezs, Teresa
Facultad de Ciencias Forestales.
UNAM. CONICET. Misiones

Tomanek, Emmanuel
INTA. EEA Ingeniero Juárez, Formosa

Vetter, Sabina
Dirección Nac. de Desarrollo Foresto
Industrial. SAGyP. Buenos Aires

Villacide, José
INTA. EEA Bariloche. Río Negro

Weigandt, Mariana
CONICET. INTA. EEA Bariloche.
Río Negro

Wilma, Amarilla
Ing. Forestal.
Profesional Independiente. Misiones



Ciencia y Tecnología Forestal en Argentina



A 1

LA IMPORTANCIA DEL CENSO FORESTAL DEL ARBOLADO URBANO

<https://www.argentinaforestal.com/2021/01/10/la-importancia-del-censo-forestal-del-arbolado-urbano/>



Autora: Ana Clara Cobas

Laboratorio de Ensayo de Materiales y Estructuras (LEMEJ), Centro Asociado de la CIC, Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA).

Cuando oímos la palabra “bosque”, las primeras imágenes que vienen a nuestra mente están generalmente vinculadas a los bosques nativos, formaciones boscosas cercanas, Parques Nacionales. Relacionamos este término con la idea de un conjunto de árboles de diversas especies que crecen naturalmente en espacios abiertos e interactúan con la flora y fauna natural. Sin embargo, en nuestras ciudades también tenemos nuestros propios bosques urbanos constituidos por el arbolado de alineación y el de las plazas y parques.

La estructura de estos bosques es muy diferente a los naturales, ya que se encuentran atravesados por la arquitectura urbana, las necesidades vecinales y las continuas modificaciones del hábitat donde crecen. Sin embargo, los beneficios que brindan los árboles son los mismos, sin importar el contexto.

Los árboles urbanos constituyen un patrimonio verde y natural de las ciudades. Además de embellecer y dar color a las calles y veredas, aportan oxígeno y desempeñan un papel importante en la mitigación del cambio climático, puesto que un árbol maduro puede absorber hasta 150 kg de gases nocivos al año. Pero sus beneficios no se agotan en éstos: funcionan como filtros para los contaminantes urbanos, tales como el polvo, la suciedad y el humo. Por otra parte, actúan como cortavientos que reducen los requerimientos de calefacción en invierno. A la vez, brindan sombra en los meses de verano, ayudando a enfriar el aire entre 2 y 8 grados centígrados, lo cual reduce el uso de los aires acondicionados (Foto). En definitiva, contribuyen a crear un ambiente más sustentable y a mejorar la calidad de vida urbana, pues vivir cerca de áreas verdes puede beneficiar la salud física y mental. Hasta impactan en el sector inmobiliario, ya que los paisajes urbanos que incluyen árboles aumentan el valor de la propiedad hasta en un 20%.



Foto: Efecto del arbolado sobre la temperatura, (extraída de <https://www.picuki.com/media/2049542241253729821>)

Por eso, es importante y necesario tomar medidas adecuadas para el correcto cuidado y mantenimiento del arbolado urbano. En este sentido, el Censo es un instrumento que brinda información estratégica y de utilidad para la planificación de la gestión del arbolado de alineación.

El Censo del Árbol Urbano constituye una actividad estadística que tiene por objetivo el relevamiento de un conjunto de datos básicos asociados a las características físicas y de localización de la población de árboles. Como no es una actividad frecuente, es natural asociarlo a los aspectos de estructura, tales como el conteo e identificación de la totalidad de árboles existentes en el área urbana y su ubicación geográfica. Sin embargo, también se puede emplear para evaluar el estado sanitario de los ejemplares, el deterioro de las veredas por acción de las raíces, los lugares posibles de plantación de nuevos ejemplares que puedan cubrir áreas despejadas.

Estos datos se compilan con el fin de obtener un conjunto de estadísticas básicas y oficiales sobre la estructura, estado, distribución y ubicación de la población, los cuales serán utilizados para la planificación de las acciones necesarias para mantener y mejorar el arbolado.

Para llevar a cabo el censo, se deben definir a conciencia los parámetros a medir, asociándolos al objetivo que se pretende lograr con esta información. La metodología tradicional implica que las personas que realizan las mediciones/observaciones (censistas) recorran las calles de la ciudad, deteniéndose en cada árbol de alineación que haya en cada cuadra, identificándolo con el nombre de la calle y el número de casa en cuya vereda está plantado. Luego, se identifica la especie, se mide el diámetro del fuste y la altura, se evalúa el estado del ejemplar

(presencia/ausencia de pudrición, grado de inclinación, necesidad de poda) y el tamaño de cazuela o estado de la vereda. Toda la información recolectada en papel es posteriormente ingresada a una base de datos.

Para facilitar la toma de información, muchos de los parámetros son codificados. Por ejemplo, cada especie se identifica con un número particular, se realizan escalas de grado de pudrición, de inclinación del fuste y de deterioro de veredas, como así también prioridad de extracción o poda (Cuadro 1).

<p>Estado sanitario, escalas de porcentaje afectado:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 0-15%: Bueno 2. 15-50% Regular 3. 50% en adelante: Malo <p>Estado de veredas, se estimará según porcentajes de roturas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 0% veredas sanas 2. Menor o igual: 40% veredas donde se puede circular sin problemas en más de su mitad por encontrarse en buen estado. 3. Mayor o igual: 60% veredas donde se puede circular, pero el área de paso es limitada y con interferencias. 4. 100% veredas completamente obstruidas tanto por roturas o deformaciones.

Cuadro 1: Posible codificación de parámetros.

Es importante remarcar que los conceptos aplicados deben estar claros y ser uniformes para todos los censistas, de manera tal que la toma de datos sea lo menos subjetiva posible. Esto se logra a partir de la capacitación y de pruebas de campo preliminares al censo.

Tanto la preparación, como la medición y transcripción de los datos lleva mucho tiempo. Para poder disminuirlo muchas veces se opta por tomar menos valores en detrimento de la evaluación general del arbolado.

Actualmente, el avance de la tecnología permite acortar algunos de los tiempos de trabajo, como es el caso del pasaje de la planilla en papel a Excel usando directamente en el censo una aplicación (App) para la carga de datos. Por ejemplo, con el programa Qgis, el censista puede subir los datos en un dispositivo móvil y georreferenciar el ejemplar evaluado, de manera que la información se guarde automáticamente en un formato digital que puede convertirse en una planilla Excel (Foto 2).



Foto 2: Los puntos amarillos indican los árboles que fueron censados.

Otro de los beneficios de estos programas es que son capaces de generar mapas con la información obtenida, permitiendo contar con imágenes del estado fitosanitario de los árboles o de la distribución de las especies sobre el ejido urbano, facilitando así la toma de decisiones (Foto 3).

Fresno y Fresno dorado

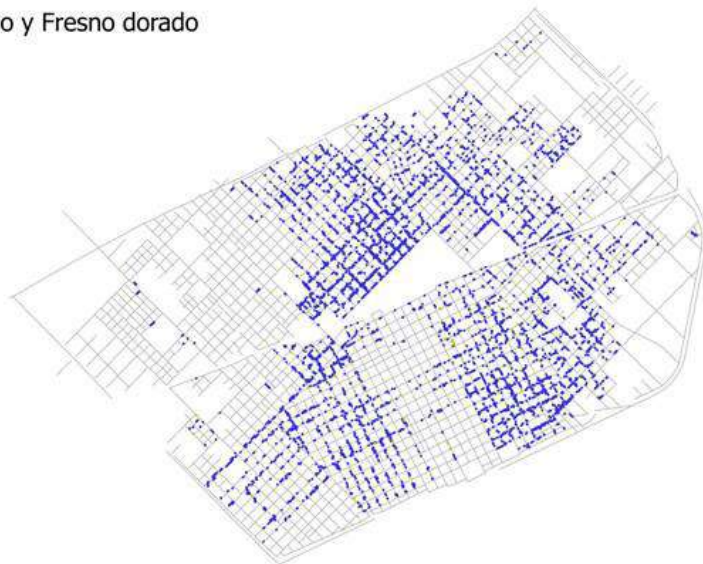


Foto 3: Mapa de la distribución de fresno y fresno dorado, ciudad de Junín. Realizado por Ing. Agr. Paula Melilli, INTA-Junín.

Los conceptos de sostenibilidad, calidad de vida, cuidado del medioambiente que están en la mira de la comunidad influyen sobre la idea de manejo del

arbolado urbano, tendiendo a que se apunte a una gestión sostenible. En efecto, empieza a tener relevancia la selección de especies adecuadas, con énfasis en el uso de plantas nativas de cada ecorregión, las técnicas de plantación y poda como estrategias de adaptación al espacio urbano (y no solamente por sacar las ramas que molestan). Dentro de este contexto, cobran importancia los datos que aportará un censo forestal que haya sido correctamente planificado, en el que se haya empleado la tecnología como herramienta de medición y evaluación del arbolado de alineación. No solo se trata de “juntar números” y saber cuántos árboles tiene un municipio, sino que también esto sirva para planificar las acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazo. En el corto plazo se podrían realizar las podas y extracciones que tengan prioridad de “urgente”, tratando de evitar situaciones más graves en un futuro cercano. En el mediano plazo, se repondrían ejemplares o se plantearían las potenciales zonas de forestación. En el largo plazo, la planificación debe continuar, definiendo un modelo de arbolado urbano a seguir, determinando qué especies se van a utilizar para la reforestación de árboles extraídos o para las nuevas urbanizaciones, definiendo de manera regular la poda de mantenimiento, capacitando a los operarios que realizan las podas, actualizando las ordenanzas municipales e integrándolas con las leyes provinciales sobre arbolado (Ley 12.276/99 Buenos Aires; Ley 13.836/19, Santa Fe; Ley 7.873/08, Mendoza; Ley 5478/04, San Luis; Ley 7172/13, Chaco), entre otras acciones posibles.

Cuando se observa el arbolado urbano no solo tendría que importar la cantidad de “verde” sino también su calidad. El censo sirve como una de las herramientas que permite evaluar estos dos parámetros. Las mejoras que puedan llevarse a cabo en el método de censado, medición y análisis de datos servirán para tener una mirada más integral, permitiendo que sea posible para el gobierno local gestionar y planificar el arbolado urbano y, con ello, contribuir en la calidad de vida de los ciudadanos.

A 2

CHACO SANTIAGUEÑO: LAS PLANTAS, INADVERTIDAS MALABARISTAS DEL FUEGO

<https://www.argentinaforestal.com/2021/02/03/chaco-santiagueno-las-plantas-inadvertidas-malabaristas-del-fuego/>



Autora: Ana Carolina Santacruz García

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET e Instituto de Ciencias Químicas, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero

Si me hubiesen preguntado hace quince años por “Santiago del Estero”, habría tenido que ir corriendo a buscar el atlas de la biblioteca para ver si existía ese lugar en el mapa, porque nunca lo había escuchado mencionar. ¿El atlas?, si el atlas, porque en esos tiempos poco se usaba la internet, ni pensar en la aplicación del Google Maps, en fin, yo era una bogotana, ciudadina, que había crecido entre muros y concreto, y que poco había salido de su ciudad a explorar el mundo. Y así como los tiempos cambian, y como ahora ya poco usamos los atlas, así terminé subida en un avión hace seis años con rumbo hacia el mismo Santiago del Estero, para investigar el impacto del fuego en las plantas nativas del Chaco Santiaguense.

¿El impacto de qué? Recuerdo que en ese trayecto de avión me preguntaba constantemente si había tomado una buena decisión, y si en ese pedacito de mapa iba a encontrar las respuestas que estaba buscando. La verdad es que siempre me apasionaron las plantas, y poder dedicarme a escucharlas e intentar comprenderlas e interpretarlas fue una etapa realmente maravillosa. Yo venía de vestir un guardapolvo, y de pasar mis días entre gradillas y tubos de ensayo y ahora, lo primero que tendría que hacer era ponerme ropa gastada y resistente para ir al “campo”, a esquivar espinas y mosquitos para no tragarlos, y a conocer a quienes se iban a convertir en mis mejores amigas durante los cinco años que duró el doctorado, esas plantas nativas de la región chaqueña que con ímpetu soportaban los fuertes calores y las escasas lluvias de la región, y se mantenían erguidas con una altivez y templanza admirable y casi envidiable.

Resulta que en esta región de la Argentina suelen usar el fuego con bastante frecuencia para limpiar campos y habilitar zonas para otros usos, como por ejemplo cultivos de soja y algodón, o también, para alimentar a las vacas y cabras proporcionándoles pastos frescos y tiernos. Además, se dice que este disturbio ha acompañado a la región desde tiempos pre-

colombinos¹, y con ello, ha forjado la presencia de ciertas plantas nativas que han aprendido a convivir y adaptarse con él. Sin embargo, cuando se usa en exceso como lamentablemente hemos visto en los últimos tiempos, se generan cambios importantes y negativos para la zona afectada, como, por ejemplo, la pérdida de especies nativas, la erosión del suelo, y a la vez, se incrementan las tasas de deforestación, y de contaminación ambiental, entre otras perversas consecuencias.

No obstante, no todo está perdido. Es de notable interés observar la persistencia de algunas plantas autóctonas después del fuego, para las que el viejo adagio “lo que no te mata, te hace más fuerte” parece tener sentido. Hay plantas que después del fuego parecen completamente devastadas, sin embargo, meses después podemos verlas “rebrotando”, es decir, volviendo a nacer después del fuego, con mayor ímpetu y vigor. Estas grandes sobrevivientes del fuego en el Chaco Santiagueño se caracterizan por haber desarrollado una serie de estrategias tanto internas como externas que les permiten responder más eficientemente al impacto de este disturbio. Para la licenciada Florencia del Corro, docente e investigadora de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, su estudio puede brindar información acerca de la respuesta de las plantas frente a un disturbio natural o a uno causado por el hombre, y al mismo tiempo el efecto que esa respuesta provoca sobre el ambiente.



Monte quemado y rebrote de quebracho blanco, un árbol estandarte de la región chaqueña, tres meses después de un incendio.
Imagen: Autoría propia

Aunque las plantas no tienen la agilidad de las gacelas para huir de su depredador, o los dientes del tiburón para atacar a quien las amenace, desarrollaron un set de estrategias para defenderse y adaptarse, sin tener que desplazarse. ¿Alguna vez han intentado robar una rosa y han salido lastimados en el intento? Las espinas son una estrategia clásica de defensa de las plantas, y en ambientes rústicos como el chaqueño, las usan para proteger sus hojas tiernas y no tan tiernas, de las vacas o algún otro herbívoro hambriento que se les acerque.

Respecto al fuego se pueden identificar dos grandes grupos de estrategias, unas relacionadas a las adaptaciones antes o durante el evento, las cuales, aunque asombrosamente predisponen a las plantas con mayor facilidad al fuego, las ayudan a recuperarse con mayor rapidez. Estas incluyen, por ejemplo, en los

¹“Históricamente el fuego ha sido empleado en la Región Chaqueña Occidental de Argentina como una herramienta para el manejo de pastizales desde tiempos precolombinos, también para la guerra, para la caza, para la comunicación entre tribus (Soares, 1990; Kunst et al., 2009).” Bravo et al. 2014. https://fcf.unse.edu.ar/archivos/publicaciones/cap4_bravo.pdf

árboles, la altura, ya que entre más altos sean éstos, podrán evadir mejor el efecto del fuego. También hay otras que en su mayoría siendo arbustos, se conocen como plantas “rebrotadoras”, las cuales prefieren quemarse y usar todas sus reservas para re-crearse nuevamente. Algunas otras más específicas, liberan unas sustancias, conocidas como compuestos volátiles, que así como la gasolina, contribuyen a que haya mayor combustión durante el evento. Y se preguntarán, ¿por qué una planta opta por quemarse como estrategia para sobrevivir al fuego? Resulta que éstas últimas realizan un proceso que se llama “quema a tu vecino”, liberan estos compuestos para quemar a las plantas que tienen a su alrededor, así una vez pase el fuego, pueden utilizar todos los nutrientes y recursos liberados para crecer a sus anchas, más robustas y fortalecidas.



El otro grupo de estrategias abarca los trucos para sobrevivir después del fuego. Al hacer un barrido por la composición química de las especies nativas, se encontró que tienen todo un arsenal químico que les ayuda a salir invictas o casi invictas frente al fuego. Unos de los grandes protagonistas son los pigmentos fotosintéticos, como las clorofilas y carotenoides, estos que proporcionan las tonalidades verdes, rojas, amarillas y naranjas a las plantas, también les ayudan a mantenerse en pie y a seguir produciendo la energía necesaria para recuperarse después del disturbio. En las plantas santiagueñas se encontró que un año después del evento, esta recuperación de pigmentos ya se había efectuado. Además, no podemos dejar de lado a los compuestos fenólicos, estos antioxidantes tan famosos y aclamados ahora en la lucha contra las arrugas y el envejecimiento, que estando presentes en las plantas afectadas, las ayudan a defender sus estructuras contra el ataque de herbívoros intrusos o del complicado y poco amigable ambiente post-fuego, incluso dos años después del disturbio.



Observar, conocer e intentar interpretar las estrategias de las plantas frente al fuego, puede contribuir a la formulación de protocolos de prevención de incendios forestales, que consideren los efectos de estos eventos sobre los ecosistemas a largo plazo. Además, aporta información que contribuye al manejo sustentable de los bosques nativos. Yo encontré en Santiago del Estero las respuestas que buscaba; sin embargo, estas respuestas, ahora abren más preguntas, en las cuales, estas asombrosas, resistentes y resilientes plantas nativas de la región chaqueña siguen siendo las grandes protagonistas.

A 3

LA RELACIÓN ENTRE LOS HUMANOS Y EL BOSQUE: RELATOS BREVES DE ALEJANDRO DEZZOTTI SOBRE CÓMO NOS HICIMOS MUTUAMENTE

<https://www.argentinaforestal.com/2021/02/23/la-relacion-entre-los-humanos-y-el-bosque-relatos-breves-de-alejandro-dezzotti-sobre-como-nos-hicimos-mutuamente/>

“La ciencia forestal puede proveer las herramientas para alcanzar una relación más armónica con la naturaleza y el bosque, pero es esencial dominar nuestra arrolladora ambición por someterlos”



Autor: Alejandro Dezzotti

Departamento de Ecología
Sede San Martín de los Andes
Universidad Nacional del Comahue

El bosque es un ecosistema complejo y dinámico que provee una enorme cantidad de valores culturales, bienes y servicios esenciales para el funcionamiento de la geósfera y la existencia de nuestra propia especie. La capacidad de la ciencia forestal y la silvicultura para comprender y resolver cuestiones actuales críticas sobre la conservación y el desarrollo sustentable asociada a estos ecosistemas, se incrementa a través del uso de un enfoque retrospectivo. La perspectiva ambiental histórica nos permite comprender de dónde venimos, dónde estamos, y albergar alguna esperanza de entender a qué lugar nos dirigimos.

La historia ambiental tiene dos grandes eventos que contar. El primero comenzó hace 70.000 años, cuando un grupo de humanos probablemente motivados por la curiosidad y la necesidad de alimento, atravesó el Mar Rojo y se marchó del Cuerno de África donde se había originado evolutivamente. Éste fue el comienzo de nuestra gran migración, un evento

extraordinario que determinó el poblamiento de todos los continentes, hasta finalmente alcanzar los extremos más apartados en Tierra del Fuego hace 10.000 años. Durante este proceso las civilizaciones divergieron, se alejaron unas de otras, crecieron sus diferencias y se alcanzó una enorme diversidad cultural. El segundo involucra un proceso relativamente reciente de intensa convergencia, solapada con el evento anterior, y se refiere a cómo las diferentes sociedades volvieron a entrar en contacto, intercambiaron rasgos culturales, imitaron formas de vida y se hicieron de nuevo más parecidos unas a otros a causa de la globalización.

A lo largo de esta historia de divergencias y convergencias, la interacción entre el ser humano y los ecosistemas forestales fue heterogénea y contradictoria, pero siempre firmemente arraigada a la forma de vida predominante de la sociedad en una época y lugar determinados. El bosque fue concebido como un sitio apacible e inspirador, pero también como un ambiente oscuro y amenazante, asociado con la indecencia, lo primitivo y el peligro, y un obstáculo al crecimiento y desarrollo. A lo largo de esta relación destruimos, creamos y transformamos ecosistemas forestales, y domesticamos las plantas, animales y hongos que allí crecían. Pero al mismo tiempo, el bosque nos modeló y domesticó a nosotros mismos. Lo que sigue son historias breves acerca de cómo nos hicimos mutuamente.



Los ecosistemas forestales son complejos y frágiles cuya conservación se debe basar esencialmente en principios de ética ambiental (bosque natural de *Nothofagus pumilio* en el Parque Nacional Lanín, Argentina)

Encuentro con una arborícola

En el norte de Etiopía se encuentra la región desértica de Afar, que forma parte del Gran Valle del Rift. Este valle, que miles de años atrás estaba ocupado por un lago, es un sistema de cuencas donde las placas tectónicas africana, india y arábiga se separan entre sí y se generan fracturas que exponen localidades fosilíferas. Las escasas pero intensas lluvias removieron el terreno y expusieron un fósil que se convertiría en el más icónico y una pieza clave para comprender

la evolución humana. El 30 de noviembre de 1974, un equipo internacional de paleoantropólogos encontró un conjunto de fragmentos óseos pertenecientes a un *Australopithecus afarensis*. Este pequeño espécimen constituido por 63 piezas óseas, que incluyen partes de brazos, piernas, costillas y cráneo, pelvis, vertebras, mandíbula y dientes, es un ancestro directo de nuestra propia especie. Se lo conoce popularmente con el nombre de Lucy y habría habitado el Este de África en los actuales Etiopía, Tanzania y Kenia.

El esqueleto muy completo y la datación precisa permitió asignarle a Lucy un cuerpo, una dieta y los hábitos, y las características del ambiente que ocupó durante el Plioceno hace 3,25 millones de años. En vida, Lucy era un individuo femenino adulto de unos 90 cm de altura, 30 kg de peso y 20 años de edad, que se alimentaba de plantas, pequeños animales y carroña. La locomoción bípeda y erguida se dedujo de la forma de su pelvis y la articulación de la rodilla, pero Lucy habría tenido menos estabilidad y un mayor balanceo al desplazarse que nosotros. Sin embargo, el tamaño y la robustez de los brazos, y la curvatura de las falanges de los dedos de las manos y los pies sugiere que Lucy tenía gran capacidad de trepar a los árboles y colgarse de las ramas. Probablemente esta especie haya sido el alimento para muchos predadores por no gozar de una locomoción perfecta, y por ello los árboles y el bosque representaban su protección y hábitat. El artista John Gurche reconstruyó una imagen tridimensional de Lucy y relató que "...ella era fuerte. Capaz. Un tanto precavida. Está bajando de un árbol y simplemente está cayendo en una postura erguida. Sin embargo, no hace esto de manera desprecupada. El suelo es un lugar peligroso".



Australopithecus afarensis fue un antecesor arborícola de nuestra especie (reconstrucción de una hembra que se encuentra en el Museo de la Evolución Humana de Burgos, España)

El fuego y el cerebro

La cuestión sobre qué hizo que un animal que aparentemente no destacaba para nada y que ocupaba un hábitat específico en la copa de los árboles de la sabana africana, consiguiera dominar prácticamente todos los ecosistemas del planeta, siempre ha ocupado mucho interés. Cuando Charles Darwin se refirió a la cocina como "probablemente el mayor descubrimiento, exceptuando

el lenguaje, jamás realizado por el hombre”, estaba pensando en la mejora de nuestro suministro alimenticio. Pero actualmente existe la idea que el aumento del tamaño del cerebro, un proceso dominante en la historia de nuestra especie, es consecuencia de la dieta y esto tiene una significación más amplia. La cocción hace muchas cosas que nos resultan familiares: hace más seguro, crea sabores agradables, aumenta el tiempo de conservación y reduce el desperdicio del alimento. Pero ninguna de estas ventajas es tan importante como un aspecto apreciado recientemente: la cocción descompone el alimento y en consecuencia reduce drásticamente el tiempo y la energía química y mecánica necesarios para su digestión.

El cerebro humano representa el 3 % del peso corporal pero consume más del 20 % de la energía. El mantenimiento de un órgano energéticamente tan costoso habría sido posible debido, por un lado, al carnivorismo, y, por otro lado, al incremento de la calidad de la dieta asociada a la cocción. Ésta es una forma tecnológica de externalizar parte del proceso digestivo, que habría actuado como una fuerza de selección para el extraordinario e incesante aumento del tamaño cerebral a lo largo de la evolución. La hipótesis del primatólogo Richard Wrangham sugiere que, al incrementar el valor energético de nuestra comida a través de la cocción, mejorando el balance entre la energía y el tiempo utilizados y obtenidos durante la digestión, hizo posible que un sistema digestivo más pequeño proporcionara las crecientes necesidades de energía de la evolución cerebral en un tiempo más breve.

La relación entre la alimentación y la anatomía sugiere que *Homo erectus*, la primera especie de nuestro linaje que extendió su hábitat más allá de África, usó leña para hacer fuego hace al menos 750.000 años. En esta especie, la reducción de la boca y los dientes, la presencia de un cerebro más grande y un intestino más pequeño, y la pérdida de las características que permitían trepar de manera eficaz, que marca el paso a dormir en el suelo, apoyan la idea que el control del fuego y la cocción del alimento fueron los factores clave de su evolución. Además, estos procesos habrían promovido una complejización profunda del comportamiento social: la especie liberada de las simples demandas biológicas de un largo día dedicado a masticar comida cruda, pudo dedicarse a otras actividades.

El pastor y el pantano

El hallazgo arqueológico de un hombre congelado en el glaciar alpino Similaun, en la frontera entre Austria e Italia, reveló con claridad la dependencia de los primeros humanos con los árboles. La perfecta preservación de sus ropas y pertenencias permitió una interpretación precisa de los múltiples usos dados a los árboles por los hombres y mujeres neolíticos. El Hombre de Similaun data de 3255 a.C., habría tenido 46 años, 1,6 m de altura y 50 kg de peso, y habría sido un forajido, un cazador, un guerrero, un sacerdote, un buscador de minerales o un pastor que utilizaba los pastizales durante el verano en el valle de Ötz. Él utilizó las fibras de la corteza de tilo como material de costura para sus zapatos y recipientes, y para fabricar la cuerda que formaba la base de la mochila y la funda de la daga. El marco de su mochila estaba construido con ramas de avellano y alerce europeo.

Una bolsa que portaba contenía cuchillos y un taladro de pedernal, un punzón de hueso de oveja o cabra, hongos de yesca para encender fuego y de abedul con características antibacterianas, y una rama de tilo con una clavija de

asta de ciervo para afilar el pedernal. El arco y el mango del hacha era de tejo, el mango de los cuchillos era de fresno y el marco de su mochila y el carcaj eran de avellano. Las flechas estaban hechas con barbadejo y cornejo y los recipientes que las contenían eran con corteza de abedul, mientras que la savia del abedul fijaba la hoja del hacha. En otra bolsa, construida con hojas de arce y corteza de abedul, llevaba carbón de abeto, alerce europeo, pino, aliso, olmo y sauce. En el colon fueron encontradas semillas y polen de endrino y ostria.

En el suroeste de Inglaterra, las tierras bajas de Somerset representan una región pantanosa que contiene una de las evidencias más antiguas de manejo forestal. En la profundidad de la turba se descubrieron estructuras cuya construcción data de 3500 a.C. Se trataba de carreteras hechas de troncos y ramas de aliso, fresno, avellano, olmo, acebo, tilo, sauce, álamo y roble, colocadas en forma paralela y aseguradas con estacas verticales para formar una ruta segura, elevada y seca en un amplio tramo de terreno anegadizo. El tipo de madera utilizado no sólo indica las características del bosque de la región, sino también la calidad del trabajo y el manejo de los árboles y el bosque para producir piezas de madera largas, cortas, rectas, gruesas y delgadas.

El bosque de los cedros de Dios

La crónica de un viajero egipcio de 1075 a.C. relata que el embajador egipcio Wenamun "...guiado solamente por la luz de las estrellas cruzó el Gran Mar de Siria", camino a Biblos, la capital de Fenicia en la costa de actual Líbano, para procurar a la flota egipcia de madera de los bosques de cedro de esa región. Al principio, el rey Zeker Baal no quiso recibirle, afirmando que prefería reservar sus bosques para su propio uso. Por fin, una noche el rey le envió la citación a Wenamun. "Lo hallé, dice Wenamun, sentado en su salón oficial, y cuando se giró de espalda a la ventana, las olas del gran mar de Siria rompían contra su nuca". Le dijo "He venido en busca de la madera para la construcción del grande y augusto barco de Amón, rey de los dioses". Apeló a los precedentes del padre y el abuelo del rey, que habían mandado madera a Egipto, pero al rey lo ofendió la insinuación de que debía la madera como tributo. El rey dijo: "Lo hicieron como una transacción comercial. Tendrá la madera cuando la pague. Si invoco en voz alta al Líbano que abre los cielos, la madera se hundirá en el mar". El embajador contestó: "¡Falso! No hay barco que no pertenezca a Amon. También el mar es suyo. Y este Líbano del cual afirmas es mío. Cumple su voluntad y gozarás de vida y salud". Los egipcios pagaron el precio fijado por Zeker Baal: cuatro tinajas de oro y cinco de plata, una cantidad de lino, quinientas pieles de buey, quinientas cuerdas, veinte sacos de lentejas y veinte cestas de pescado. "Y el gobernante quedó complacido y nos proporcionó trescientos hombres y trescientos bueyes. Y ellos talaron la madera, y dedicaron a ello todo el invierno, y la transportaron hasta el mar".

Desde 2700 a.C. el desmonte masivo de "El bosque de los cedros de Dios" proporcionó, a través de transacciones comerciales o expediciones militares, la madera más preciada de cedro del Líbano a Fenicia, Egipto, Asiria, Babilonia, Persia y Grecia, para la construcción de embarcaciones, herramientas de labranza, templos y palacios. Los egipcios utilizaron además su resina como conservante durante los embalsamamientos, y quizá Jesucristo fue crucificado en una cruz de madera de esta especie. A lo largo de esta larga historia, se estableció un fuerte vínculo cultural entre el árbol y los pueblos que de sus alrededores. Líbano adoptó el cedro como emblema nacional y lo lleva en su bandera. En

118 el emperador romano Adriano estableció reglas para proteger al cedro del Líbano e impedir la deforestación. En 1876 se construyó un muro de piedra para proteger a los renovales del pastoreo del ganado. En la actualidad, el bosque de cedro fue declarado Patrimonio de la Humanidad y permanece sólo en las áreas montañosas, formado por los pocos árboles que sobrevivieron a la tala masiva, el pastoreo y los incendios.

El bosque sagrado

La primera señal de la materialización de una de las invenciones humanas más extraordinarias ocurrió en Mileto, una antigua ciudad griega, el 28 de mayo de 585 a.C., cuando se produjo un eclipse total de sol anticipada por el filósofo Tales. Esta predicción astronómica fue una consecuencia de comprender el movimiento y la trayectoria de la Tierra, la luna y el sol, lo que finalmente determinó un salto conceptual y la inauguración de la ciencia y de una tradición filosófica que resuena hasta hoy. Los filósofos griegos clásicos que continuaron a Tales fueron los grandes maestros que intercambiaron saberes y conocimientos en lugares específicos: la plaza pública en el caso de Sócrates, la Academia en el de Platón y el Liceo en el de Aristóteles.

La Academia fue la escuela filosófica fundada por Platón alrededor de 387 a.C., en la que se enseñaba matemática, retórica, medicina, astronomía, gramática, lógica y música. Ese lugar estaba ubicado en el noroeste de Atenas, donde existía un bosque sagrado de olivos denominado “el Bosque de Akademos” o “Akademeia”, en honor al héroe legendario que allí tenía su tumba junto al río Cefiso y que siempre fue respetado por los espartanos en sus invasiones. Platón poseía una propiedad en los alrededores y allí reunía a sus discípulos. La Academia fue una institución de docencia e investigación que fue el centro de la vida intelectual durante muchos siglos, y es considerada el antecedente de la Universidad.

Los hijos de los árboles

“Los libros son hijos de los árboles”, escribió la filóloga española Irene Vallejo, para decirnos que los árboles, tal vez, son el más antiguo soporte de la palabra escrita. La palabra libro proviene del latín liber. El líber es la corteza interna de las dicotiledóneas leñosas que abastece de sabia a las distintas partes de la planta, y que posteriormente se transforma en la corteza externa protectora. Los romanos escribían en unas tablillas elaboradas a partir de esta corteza, antes de conocer los rollos egipcios de papiro y pergamino. Estos materiales desplazarían a aquellas antiguas “páginas de madera”, pero con el tiempo la hoja de papel se volvería a hacer a partir de los árboles. Y los términos germánicos book, buch y boek, que significan libro, hacen referencia al haya europea *Fagus sylvatica* cuya corteza servía para hacer tablillas de escritura.

Los romanos muchas veces revestían las tablillas con cera de abeja mezclada con resina, y sobre esa capa blanda se trazaban las letras con un estilete afilado de hierro o hueso. En el otro extremo, el punzón portaba una especie de espátula para alisar la cera y así poder borrar un error y reutilizar la tablilla. Vallejo cuenta que era habitual perforar pequeños orificios en una esquina de las tablillas para después atarlas con anillas, cordones o correas. A veces, se fabricaban dípticos o polípticos unidos por bisagras, que tenían el tamaño de un cuaderno, confeccionados con planchas de madera o tiras de abedul plegadas como un acordeón. La madera se extraía de los árboles en primavera, cuando

circula la savia por ellos y la madera es más flexible. Estos conjuntos de tablillas encuadradas como páginas de madera, los códices, representan los precursores del libro actual.

Una reflexión final



El haya europea fue utilizada en la antigüedad para la elaboración de tablillas de escritura (bosque de *Fagus sylvatica* en los Pirineos de España)

La especie humana ha establecido una extensa y continua dependencia con el bosque y ambos portamos rasgos de esa relación. El bosque ha sido imprescindible para nuestra sobrevivencia y la de nuestros ancestros, al proveer materia y energía vital en forma de hábitat, alimento, vestimenta, medicina, herramientas, transporte, vivienda, sombra, calor y protección. El Hombre de Similaun y las carreteras del pantano demuestran el profundo conocimiento que los hombres y mujeres del Neolítico ya tenían del valor y el uso de los diferentes árboles. Al mismo tiempo, los ecosistemas forestales tuvieron un papel evolutivo clave al modelar qué y cómo somos. Los árboles fueron el hábitat de nuestros ancestros, y la cocción de los alimentos, a partir del fuego generado por la combustión de la leña, habría contribuido al desarrollo del cerebro y la inteligencia humanas. Pero también es tentador pensar que el bosque y los árboles fueron el lugar donde florecieron y se imprimieron ideas y conocimientos que permitieron el desarrollo filosófico, científico y cultural de la humanidad.

La historia ambiental también es la historia de la degradación y destrucción de los recursos forestales. Este proceso ha ocurrido desde la antigüedad, pero ninguna época fue más desfavorable para los bosques que la actual. **La tala, los incendios y el pastoreo no regulados, la expansión de la frontera agrícola, las plantaciones forestales no sustentables y la urbanización representan las causas directas de la tragedia ecológica y social que estamos viviendo.** En tan solo 100 años la Argentina perdió la mitad de la superficie de los bosques naturales, un fenómeno que ha afectado particularmente a los tropicales y subtropicales y que amenaza la diversidad biológica y cultural del país. El bosque remanente es el resultado de siglos de arduo e incansable trabajo de personas que luchaban por sobrevivir en condiciones difíciles. A través del conocimiento tradicional que combinó prácticas y técnicas distintivas e ingeniosas, adaptadas localmente, se crearon paisajes forestales de extraordinaria belleza natural y cultural y produjeron bienes y servicios múltiples que han sostenido la calidad de vida de la población.



El paisaje forestal actual puede exhibir una extraordinaria belleza natural y cultural (cultivo de pinos y cereales en Castilla y León, España)

La conservación forestal se debe basar en aspectos éticos y filosóficos que reconozcan que el bosque tiene su propio valor independiente de cualquier apreciación en términos de nuestro propio bienestar. El estudio del pasado puede ayudarnos a orientar nuestras actividades presentes y futuras en una dirección más universal y menos peligrosa. A través de la historia aprendimos que el bosque es un sistema complejo y frágil cuya modificación, simplificación o destrucción puede desencadenar severos procesos de degradación del clima, el suelo y la vida, incluyendo la de nuestra propia especie. Sin embargo, continuamos irrefrenablemente reemplazándolo por enormes extensiones de desiertos, pastizales y ciudades, y el resultado es una huella ecológica cada vez más extensa y profunda, más pobreza y más inequidad. **La ciencia forestal puede proveer las herramientas para alcanzar una relación más armónica con la naturaleza y el bosque, pero es esencial dominar nuestra arrolladora ambición por someterlos.**

A 4

LAS FORESTACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO URUGUAY Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

<https://www.argentinaforestal.com/2021/03/16/las-forestaciones-en-la-cuenca-del-rio-uruguay-y-las-nuevas-tecnologias/>



Autor: Fernando Dalla Tea

Gerente de Operaciones Masisa Forestal Argentina

Los avances tecnológicos que impactan en los sectores agropecuarios y forestales se dan a tal velocidad que estamos en una constante búsqueda de nuevos conceptos: la Agricultura o Silvicultura sitio-específica pasó a Silvicultura de precisión, Forestación 4.0 y así seguiremos tratando de identificar etapas de grandes cambios o desarrollos que nos impactan. Es evidente que los avances en la agricultura se dan en plazos más reducidos y con resultados de corto plazo, mientras que en la actividad forestal la adopción de algunos cambios toma años y los resultados generalmente se ven al final de la rotación.

En el ámbito forestal, podemos intentar clasificar los desarrollos recientes en tecnologías silvícolas que están directamente relacionadas al cultivo y tecnologías de gestión que incorporan desarrollos que mejoran la administración de los proyectos forestales. En el sector agropecuario se consideran estos nuevos sistemas de gestión (entre las que se incluyen la internet de los datos, uso de drones, comunicación entre máquinas, etc.) como las causantes de la verdadera revolución tecnológica-digital de los últimos años y cuyo impacto a mediano plazo, desconocemos cuánto van a cambiar nuestra manera de trabajar y de administrar proyectos.

En particular, en este trabajo se resumen:

- Cambios que se han producido o están en proceso de adoptarse en la silvicultura del eucalipto de la cuenca forestal del río Uruguay (CRU), que incluye las plantaciones

del noreste de Entre Ríos y sudeste de Corrientes. Esta región cuenta con unas 160.000 has plantadas según los últimos inventarios provinciales que ya tienen más de 5 años (contar con un sistema de inventario continuo será un objetivo a incluir en esta etapa de Silvicultura 4.0).

- Líneas de investigación que deben reforzarse en los próximos años para atender demandas del sector productivo
- Desarrollos de esta revolución 4.0 que afectan a todos los sectores industriales y productivos y comienzan a incorporarse en la gestión silvícola.



En cuestiones de silvicultura, los principales cambios que se están dando son:

Clones

Se ha dado una creciente incorporación de clones en las nuevas plantaciones de la CRU. Este proceso se da lentamente si uno compara con el uso de la silvicultura clonal en Brasil y Uruguay, países donde domina ampliamente el uso de clones sobre las plantas de semilla. En Argentina, sólo un 10% de las plantaciones de eucalipto tienen origen clonal, aunque la oferta actual de plantines de los viveros de la región es de un 50% con clones y 50% a partir de semillas.

A raíz de las heladas ocurridas en años anteriores, se están incorporando híbridos de *E. grandis* x *E. camaldulensis* principalmente, con mayor tolerancia a las bajas temperaturas y buenos crecimientos iniciales. Los principales desafíos que tiene el uso de estos materiales son acertar con clones de buena aptitud aserrable y que no sean muy pesados/densos para no encarecer la logística de transporte.

Para avanzar con este tema, se proponen entre otras las siguientes líneas de investigación:

- Interacción genotipo ambiente
- Caracterización de la aptitud aserrable de los clones, especialmente de los híbridos. Potencial de otros usos, tal como postes, carbón y otros destinos
- Evaluación de sobrecostos logísticos con clones de mayor densidad
- Sistema de alerta sanitario por aparición de plagas y enfermedades

Densidades de plantación

Se ha dado en los últimos años una reducción significativa en las densidades de plantas/ha, ya sea desde el arranque en la plantación o conseguida a través de raleos. La mayor diferenciación de precios que se ha producido en el mercado entre la madera de diámetros (digamos >25 cm) y el aserrable fino o el pulpable, marcan claramente cuál debe ser el objetivo de nuestra producción. La búsqueda de mayor calidad y diámetros en turnos cortos sólo es factible con muy bajas densidades finales. Densidades finales menores a 500 plantas/ha o incluso inferiores deberán ser adoptadas para aspirar a mejores precios del producto final.

Temas para investigar:

- Combinación densidades de plantación-turno de cosecha-producto final
- Interacciones densidades/clones/sitio



Ensayos INTA. Clones x densidad de plantación x sitio

Silvicultura de establecimiento

Se ha generalizado el uso de cama de plantación (taipa o camellón) en la preparación del suelo. Evita encharcamiento y mejora supervivencia y crecimiento inicial del eucalipto, que no crece bien en sus primeros años con excesos de humedad. Esta elección de cama es algo lógica en regiones con alta pluviometría muy por encima de la evapotranspiración.

El control de malezas por medio de herbicidas también ha sido ampliamente adoptado, con sus inicios en empresas con altas tasas de plantación. La plantación de grandes superficies anuales exigía rápidas respuestas en el control de malezas, las que en primavera-verano deben ser adecuadamente controladas y no era posible lograrlo con pasada de rastras.

La reforestación también genera nuevos desafíos que requieren investigación:

- **Técnicas de manejo de residuos de cosecha que permitan reemplazo gradual de la quema de los mismos**
- **Desarrollo de maquinaria que se adapte a la preparación de suelo entre tocones con diferentes distanciamientos**
- **Control de malezas de especies principalmente de hojas anchas y algunas muy resistentes al glifosato, como la rama negra**

Cosecha

El proceso de mecanización de la cosecha forestal ha sido gradual en toda la región mesopotámica, especialmente en aquellas empresas con niveles de producción y/o consumo de madera digamos >4000 ton mensuales. Esto no se ha dado solamente con el objetivo de mejorar la productividad sino especialmente, por la necesidad de reducir los accidentes que ocurren en las faenas manuales. Faenas manuales tales como volteo y trozado con motosierra, descortezado con machete, movimientos de trozas, etc. son las actividades forestales con mayores índices de accidentes de la actividad.

Escasos recursos se dedican a la investigación de esta temática, se requiere:

- **Evaluar los nuevos riesgos de seguridad que aparecen con la mecanización**
- **Reducir los impactos ambientales que genera la maquinaria pesada**
- **Mejorar la disposición de los residuos post-cosecha especialmente en los sistemas de cosecha de árbol entero**



Foto ilustrativa

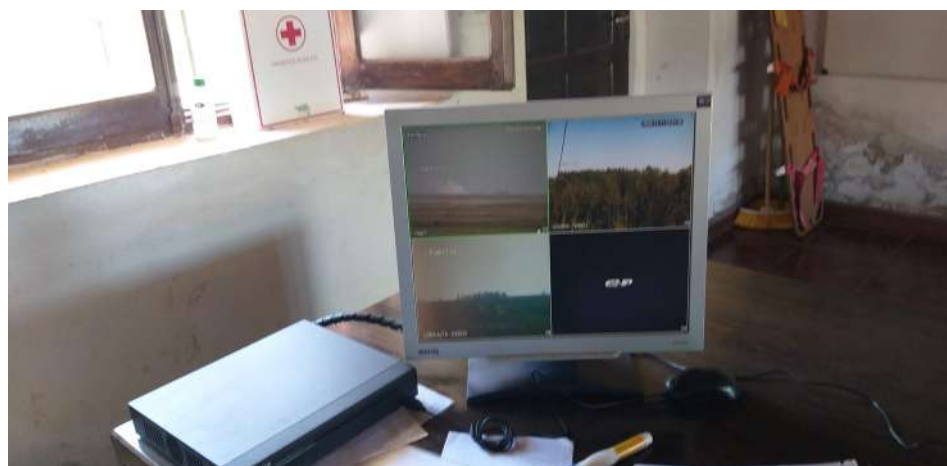
Tecnologías 4.0

Podemos resumir que la revolución que se da en el agro se basa en la digitalización y georreferenciación de los datos de producción. Son muchos y variadas las nuevas tecnologías, entre las que podemos mencionar el desarrollo de herramientas o hardware como por ej. uso creciente de drones, mejora redes de comunicación, maquinarias autónomas y por otro lado, uso de aplicaciones o sistemas de monitoreo como el LIDAR, otros sistemas de monitoreo de cultivo y de maquinarias, sistemas de información geográfica en línea, uso de los pronósticos del clima. Esta es la verdadera revolución del campo que paulatinamente llegará a lo forestal, a medida que esta cadena siga creciendo y que la conectividad de la cuenca forestal alcance el desarrollo que se está logrando en la región pampeana.

La utilización de drones no solo aplica para diagnóstico y monitoreo de cultivos (ejemplo, inventarios de supervivencia), comienza a difundirse su uso como herramienta de trabajo, para aplicación de agroquímicos al detectar plantas invasoras y/o plagas y enfermedades, para fertilización, etc.

La mejora de redes de comunicación es imprescindible para permitir la transferencia de información de campo en tiempo real con el uso de variadas plataformas y software. En la medida que mejore la disponibilidad de campo de internet, se generalizará el uso de estos sistemas en distintos niveles de productores.

El uso de sistemas de detección remota de incendios con cámaras ubicadas a distancia ha permitido centralizar la detección en oficinas o centros de despacho, mejorando los sistemas de prevención de incendios y eliminando el riesgo de operadores trabajando en altura en las torres.

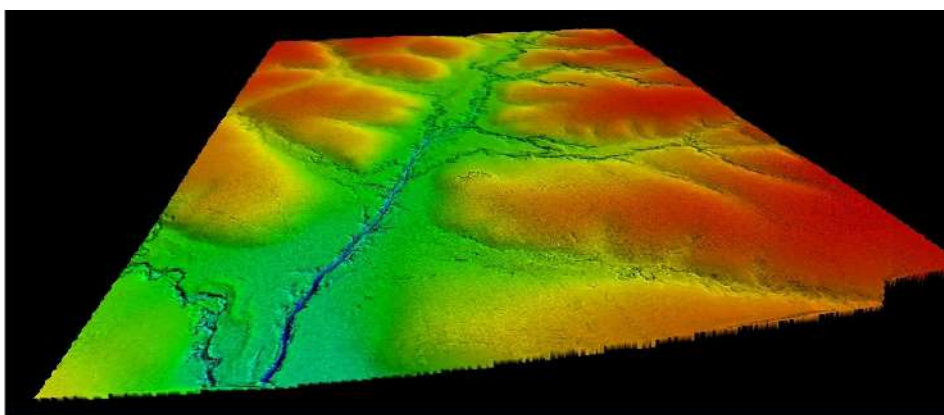


Central de operación con manejo de cámaras de detección remota.

Los sistemas de posicionamiento vienen incorporados a las maquinarias, tanto de preparación de suelo y plantación como en las de cosecha. Esto último ya se ha difundido especialmente en los nuevos procesadores, lo que permite contar con información tanto sobre el estado de la maquinaria como datos georreferenciados de producción y rendimientos. Lo mismo aplica para monitoreo de flota o camiones lo que tiene ya muchos años y ha permitido mejoras logísticas muy significativas.

El uso de maquinaria autónoma recién se está explorando en otros países como Brasil, pero el futuro de la silvicultura, como el de otros sectores puede estar en maquinaria prácticamente autónoma.

Entre los sistemas de monitoreo, el LIDAR (sistema de medición y detección de objetos por luz láser) se utiliza cada vez más para generar modelos digitales del terreno y/o de la vegetación, en este último caso sirve para estimaciones del inventario de madera disponible (número de árboles, altura y diámetros de los árboles). Un estudio detallado del terreno, su topografía y los flujos de agua contribuye a una mejor gestión de la cosecha. Asimismo, existe una gama creciente de datos públicos de las distintas administraciones nacional y provinciales, los que también sirven para enriquecer los datos privados que generan las empresas. El empleo de LIDAR no ha tenido tan amplia difusión en el sector forestal del país a pesar de tener vuelos de prueba en la zona desde hace varios años.



Lidar. Perfiles de vegetación campo sudeste de Corrientes

Los drones se usan cada día más en forestación para realizar tareas de vigilancia y mapeo del terreno cuando están equipados con sistema LIDAR. Pueden equiparse con sensores para detección de brotes de plagas y enfermedades o dar alertas tempranas en caso de incendio. Existen proyectos para emplear los drones en operaciones forestales, como la fertilización o el control de malezas en terrenos poco accesible.

El uso de las distintas aplicaciones del clima, tanto para el pronóstico meteorológico como el climático permiten planificar actividades diarias como la aplicación de agroquímicos, plantación, gestión logística, etc. como las de mediano largo plazo, planificación de cosecha por rodales, gestión de caminos, requerimientos de drenaje, fortalecimiento de programas de protección, etc. La mejora en precisión de estos pronósticos tendrá un gran impacto en la mejora de planificación y el resultado del negocio.

Por último y aunque no se trata de algo nuevo, es importante destacar la necesidad de seguir desarrollando herramientas que aseguren la sustentabilidad del negocio desde el punto de vista del medio ambiente. Por ejemplo, nuevas tecnologías de pulverización con dosis variable permitirán aplicaciones más eficientes y estudios de secuestro de carbono podrán generar un enorme incentivo a la actividad. Por otro lado, encontrar métodos prácticos y accesibles para el forestador que esté dispuesto a certificar su manejo puede tener un gran impacto en una región que se caracteriza por tener alto porcentaje de propiedades en manos de pequeños productores.

A 5

BIORREFINERÍAS: LA OPORTUNIDAD PARA LA INNOVACION EN EL SECTOR FORESTAL

<https://www.argentinaforestal.com/2021/04/16/biorrefinerias-la-oportunidad-para-la-innovacion-en-el-sector-forestal/>



Autora: María Cristina Area

Investigadora Principal del CONICET, Directora del Instituto de Materiales de Misiones, UNaM – CONICET. Directora del Programa de Celulosa y Papel, UNaM. Directora de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Materiales Fibrosos, UNaM. Profesora Titular en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNaM.

El desarrollo sostenible es el objetivo común de los conceptos actuales de bioeconomía y economía circular. En este sentido, las plataformas de biorrefinería son un factor estratégico para incrementar la proporción de la bioeconomía en el equilibrio económico. Las biorrefinerías involucran el uso integral de la biomasa disponible, incluidos los residuos, de bajo costo y alta disponibilidad. Esta materia prima renovable para la producción de materiales, químicos y energía, genera una base sustentable que puede dar impulso a las economías regionales.

Biorrefinerías

La industria de productos forestales ha sido, históricamente una industria conservadora, presentando una lenta modificación en los mercados y características de la demanda. Para movilizarse necesita implementar innovaciones de productos, procesos, configuración organizativa y modelos de negocio. **Para ello se están incorporando nuevos eslabones en la cadena de valor, entre los cuales las biorrefinerías aparecen como casos exitosos para el cumplimiento de esa modernización.**

A diferencia de las biorrefinerías de 1ra generación, cuyas materias primas son carbohidratos de fácil acceso (básicamente granos o caña de azúcar), las biorrefinerías de plataforma química y bioquímica de materias primas lignocelulósicas (2^{da} generación) se

basan en procesos de fraccionamiento que permiten la separación y el aprovechamiento integral de sus diferentes componentes químicos: celulosa, hemicelulosas, lignina y eventualmente extractivos e inorgánicos. Son estructuras que integran procesos de producción generando bioproductos (polímeros, químicos de plataforma), biomateriales (plásticos, textiles, materiales compuestos) y biocombustibles (como etanol o biogás). El concepto es análogo al de refinerías de petróleo pero se basa en el uso de recursos renovables.

Un análisis rápido de las posibles ganancias económicas que pueden obtenerse a partir de la biomasa indica que su uso directo para producir energía implica el menor valor, seguida de otros biocombustibles considerados *commodities*. Si se producen polímeros se duplica ese valor y la producción de materiales compuestos puede triplicarlo. El mayor valor corresponde a la fabricación de productos farmacéuticos, cosméticos y alimenticios.



Biorrefinerías y Desarrollo sostenible

La biorrefinería forestal se enmarca en los principios del Desarrollo sostenible. La base es la sostenibilidad de la materia prima y el procesamiento primario de la madera. A partir de ello, valoriza la materia prima generando productos tradicionales y una gama de productos de alto valor agregado mediante procesos amigables con el ambiente.

Desde el punto de vista económico, las biorrefinerías ofrecen nuevos productos a base de madera con nuevos mercados potenciales y mayor atracción para posibles inversores. Sin embargo, es imprescindible el desarrollo de procesos que permitan que los costos de producción sean más bajos que los de derivados del petróleo y que aseguren una menor toxicidad en los productos de cuidado personal o envases de alimentos.

También podrían ser ambientalmente beneficiosas, por la reducción del impacto de la materia prima en el ciclo de vida de los bioproductos. Asimismo, de acuerdo con las características deseadas del producto, pueden diseñarse para ser reciclables y biodegradables.

Desde el punto de vista social, las biorrefinerías de pequeña escala son más accesibles a inversiones locales y puede alentar la inversión en recursos nacionales. Además, aumentan el valor de la biomasa y puede fortalecer las economías rurales.



Nanofibrilar (CNF) pulpa marrón

Productos innovadores

Se presenta a continuación una pequeña muestra de los múltiples ejemplos de productos innovadores de alto valor que pueden obtenerse a partir de los diferentes componentes de la madera en el marco de una industria forestal integrada.

Celulosa

La celulosa compone el 40-50% de la madera. Está formada por polímeros lineales de unidades de glucosa que se organizan formando una estructura cristalina. Es fuente de múltiples productos con innumerables aplicaciones.

Los bioplásticos se encuentran entre los productos más interesantes que pueden obtenerse a partir de la biomasa lignocelulósica. Por ejemplo, a partir del

ácido láctico, se obtiene ácido poliláctico (PLA), que tiene múltiples usos, como films, resina termoplástica para extrusión y termoconformado, fibras textiles para prendas de vestir, tapicería, pañales, telas resistentes a la radiación UV para el uso exterior (toldos, cubiertas), implantes y suturas, entre otros.

- *Corbion, Uniper, RWE y Autoridad Portuaria en Rotterdam están instalando una biorrefinería para transformar biomasa leñosa en etanol, bioplásticos (PLA), calor y electricidad. <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/joining-forces-for-a-biorefinery-in-rotterdam>*

El ácido levulínico fue reconocido por el Departamento de Energía de USA como uno de los 12 productos químicos de base biológica del futuro. Entre sus aplicaciones se encuentran, entre otros, la fabricación de plásticos, productos fitosanitarios, abonos, aditivos para la alimentación y para combustibles, disolventes y polioles para espumas de poliuretano, reemplazo de plastificantes para la fabricación de PVC.

- *GFBiochemicals (Milán) en Caserta, Italia, montó una planta demostrativa de ácido levulínico a gran escala en 2008 y una planta comercial en 2015 con una capacidad de 2.000 TM / año, con escalado hasta 8.000 TM / año en 2017. <http://www.gfbiochemicals.com/company/>*

La celulosa microfibrilar (MFC), nanofibrilar (CNF) y nanocristalina (CNC) son productos sumamente interesantes con aplicaciones múltiples, como refuerzo de materiales, espesantes, fibras textiles, suturas quirúrgicas y refuerzo de regeneración del tejido dañado o implantes, pantallas de cristal líquido (LCD), películas ópticas, materiales compuestos y espumas, ingeniería de tejidos, recubrimientos resistentes a la grasa, electrodos de celdas de combustible, material antimicrobiano, mejoras de cemento, membranas y filtros. Para ser utilizados en medicina y cosmética, los biomateriales deben ser compatibles con los tejidos del cuerpo, evitando cualquier rechazo por parte del sistema y deben ser atóxicos.

- *GrowDex®- el hidrogel natural para cultivo celular 3D. El gel se puede utilizar, entre otros, para el cultivo de células 3D, en medicina personalizada, en medicina regenerativa, en modelos de órganos, en estudios de liberación de fármacos. <https://www.upmbiomedicals.com/for-life-science/growdex-hydrogels/growdex/>*
- *La Máscara de Nanohidratación para la piel es una máscara de ojos avanzada que brinda una hidratación intensa directamente a la piel (la nanocelulosa retiene grandes cantidades de agua), transfiere humedad a la piel y la enfría. También puede contener otros ingredientes que son transferidos profundamente a la piel brindando mejores resultados. <https://deleon-cosmetics.com/nanohydration>*
- *Cellufoam™ es un material de espuma ligero a base de fibras para embalajes protectores y acolchados, diseñado para reemplazar al polietileno expandido (EPE) y el poliestireno expandido (EPS). Puede usarse para equipos deportivos, aislamiento térmico en envíos y como medio de crecimiento en agricultura sin suelo, entre otros. Producto de una instalación piloto de Stora Enso en Fors Mill, Suecia, Cellufoam™ ganó el premio "Innovación en fibra de celulosa del año 2021" en la Segunda Conferencia In-*

ternacional sobre Fibras de Celulosa (2-3 de febrero de 2021). <https://www.paperadvance.com/news/international-news/cellulose-foam-by-stora-en-so-wins-%E2%80%9Ccellulose-fibre-innovation-of-the-year%E2%80%9D.html>

Hemicelulosas

Las hemicelulosas pueden constituir 15-35% de la madera dependiendo de la especie. Son polisacáridos (polímeros naturales de diferentes azúcares) de estructura amorfa, por lo cual son más reactivos que los otros componentes mayoritarios.

- *Se utilizaron hemicelulosas como sustrato de fermentación de bacterias lácticas para la producción de cerveza sour con un mejor control del proceso. De esta forma se redujo el tiempo de fermentación de 1-3 años a 4 semanas.* <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.9b05459>
- *Las hemicelulosas tienen capacidad prebiótica. Los prebióticos son ingredientes alimentarios no digeribles por el huésped que pueden cambiar la composición de la microbiota intestinal y las actividades metabólicas, beneficiando su salud.* <https://foodpharmacy.se/2021/01/got-wood>

Lignina

La lignina constituye un 20-35% de la madera. A diferencia de la celulosa y hemicelulosas, la lignina no está formada por azúcares, sino que es un polímero amorfo muy complejo de polifenoles, lo que le brinda características particulares de gran interés. Tiene múltiples usos tal cual como se extrae de la madera, los que dependen del proceso de extracción. También puede ser procesada, aumentando el valor de los productos finales.

- *Innventia AB, Suecia, desarrolló una fibra de carbono basada 100% en lignina, a partir de lignina con alto nivel de pureza. Es mucho más competitiva en costos que su alternativa fósil y cubrirá parcialmente la enorme demanda del mercado de materiales fuertes y livianos de la industria automotriz y muchas otras.* <https://www.yumpu.com/en/document/view/28522404/unfold-the-future-2050-roadmap-to-a-low-cepi-confederation-of>

Extractivos

Los extractivos varían en cantidad (1-10%) y composición química dependiendo de la especie. Son compuestos de gran interés, con aplicaciones interesantes para diferentes usos.

- *En Montinutra, Startup de Metsä Spring, han desarrollado los productos Sprucegum™ y Qusitol® a partir de los extractivos del aserrín de abeto. Sprucegum™ tiene potencial para el cuidado personal, cosméticos y alimentos como ingrediente emulsionante y estabilizador. Qusitol® ha demostrado ser beneficioso para la salud por su potencial para el tratamiento de los síntomas del tracto urinario inferior (STUI).* <https://www.metsagroup.com/en/media/all-news/Pages/News.aspx?EncryptedId=A8F-20886B40A57FB&Title=MetsaSpringinvestsinMontinutra,astartupthatcommercialiseswoodextract>

Fibras

UPM en Finlandia desarrolló el concepto *Biofore concept car*. Es un transporte sostenible, más ligero, con una fracción significativa de madera termoflexible, etiquetas autoadhesivas a base de papel y biocomposites en lugar de los tradicionales de base fósil. Su combustible es *BioVerno diésel* de madera. Se trata de un diésel renovable de alta calidad hecho en una biorrefinería de residuos del proceso de fabricación de pulpa celulósica, totalmente compatible con los motores a diésel. No compite con el sector alimentario ni crea presión adicional sobre la tierra. [https://www.yumpu.com/en/document/view/28522404/unfold-the-future-2050-roadmap-to-a-low-cepi-confederation-of-](https://www.yumpu.com/en/document/view/28522404/unfold-the-future-2050-roadmap-to-a-low-cepi-confederation-of)



Perspectivas en el país

La integración de nuevos eslabones a la cadena de valor de la industria forestal es fundamental para mantener la competitividad de las empresas del sector, ya que brinda una posibilidad única para mejorar su balance económico, disminuir la dependencia de las *commodities* y contar con productos de alto valor agregado para reducir las importaciones y aumentar las exportaciones. Los recursos lignocelulósicos son una fuente importante de productos valiosos, pero requiere la implementación de procesos de vanguardia para ser utilizado en todo su potencial.

Argentina presenta un importante potencial para la implementación de biorrefinerías a partir de residuos de la industrialización primaria de la madera. Sin embargo, los conceptos de Bioeconomía y Economía circular no se encuentran tan arraigados en la industria nacional como en otros países de cultura forestal. Esto, sumado a la falta de apoyo estatal específico (por ejemplo, del tipo Probiomasa), hace que la evolución hacia la instalación de biorrefinerías sea lenta. No obstante, existen en el país varios grupos de investigación de diferentes organismos trabajando en procesos de biorrefinería de 2da generación, que, de darse las condiciones, podrían concretar sus aportes en este sentido. **Un ejemplo es el Programa de Celulosa y Papel del Instituto de Mariales de Misiones (UNaM-CONICET) se está estudiando el uso de aserrines de pino y eucalipto (entre otros) para producir varios productos de base renovable, entre otros, nanocelulosa, bioplásticos, nanografeno, materiales compuestos, adhesivos y recubrimientos innovadores.**

A 6

DOS DÉCADAS DE MANEJO FORESTAL FSC® EN ARGENTINA

<https://www.argentinaforestal.com/2021/05/18/dos-decadas-de-manejo-forestal-fsc-en-la-argentina/>



Autor: Esteban Carabelli

Director FSC Argentina

Nuestra íntima relación con los bosques y los árboles se remonta a la prehistoria, tal como otros autores han desarrollado recientemente por este mismo medio. Los bosques son sin dudas valiosos para las sociedades y forman parte de nuestra cultura; al igual que en el pasado, nos siguen proveyendo bienes y servicios, tales como agua, vivienda, alimentación, medicina, herramientas, calefacción y la lista sigue. Su valor ambiental y ecológico continúa deslumbrándonos con los avances de la ciencia. Por todo es común escuchar que los bosques son esenciales, imprescindibles, insustituibles y demás. Sin embargo, hace décadas que perdemos superficie de bosques a causa de la deforestación y también ejercemos presión sobre ellos degradándolos. En consonancia con la visión de la REDFOR.ar, en FSC también buscamos que “los bosques adquieran cada vez mayor importancia en términos económicos, sociales y ambientales, tanto en la Argentina como en el resto del mundo”.

¿Qué es el FSC?

Tras la Conferencia de Río de Janeiro de 1992 y ante la falta de acuerdos vinculantes para detener la deforestación, un grupo de personas y organizaciones se propusieron crear una asociación no gubernamental y sin fines de lucro, con la misión de promover un manejo ambientalmente adecuado, socialmente beneficioso y económicamente viable para los bosques del mundo. La idea fue establecer estándares voluntarios de manejo para bosques y plantaciones forestales, y transformar el mercado al permitir que los consumidores elijan productos forestales con la garantía del manejo forestal responsable de un sello confiable. Luego de algunas reuniones preliminares en Canadá, en 1994 formalizaron la idea en México, y crearon el Forest Stewardship Council® (FSC®) que se traduce como consejo de administración forestal.



**La marca del manejo
forestal responsable**

FSC® F000234

Quizás la mayor innovación del FSC es su forma de gobierno en la que todas las voces son escuchadas y donde todas las decisiones son tomadas por consenso. La membresía se encuentra siempre abierta a todas las personas, organizaciones con o sin fines de lucro, sindicatos, instituciones educativas, etc. que comparten la misión por los bosques. Cada nuevo miembro es asignado a una de tres subgrupos o “cámaras” -como se los llama internamente- en función de su principal interés en relación con los bosques. A la cámara económica pertenecen los propietarios y administradores forestales, quienes participan en la etapa de transformación y comercialización, así como sus cámaras empresariales. Las organizaciones no gubernamentales con interés en el aprovechamiento sustentable, conservación y restauración, así como instituciones académicas o de investigación en temáticas ambientalistas, biológicas, ecosistémicas, ecológicas, etc. son asignados a la cámara ambiental. Con la misma lógica, organizaciones que trabajan por los derechos humanos, el desarrollo social, comunidades, pueblos originarios, así como sindicatos forestales y de la foresto-industria, entre otros, son asignados a la cámara social. Para asegurar que todas las voces sean escuchadas y tenidas en cuenta, cada cámara detenta el 33,3 % del poder de votación en todos los asuntos del FSC®, desde la elección de autoridades a la determinación de los requisitos normativos para la certificación, todos forman parte de la toma de decisiones. Esta estructura de gobierno inspiró a otros sistemas de certificación (ASC, MSC).

Esta estructura democrática, balanceada y basada en las diferencias motivó que el FSC sea una activa plataforma de diálogo sobre la amplia gama de temas relacionados con los bosques, las personas que dependen de ellos y la biodiversidad. Dada la abarcativa y diversa representación de intereses en torno a los bosques, los estándares que aprueba la organización son los más exigentes del sector forestal a nivel mundial. A la vez, la activa y directa participación de las organizaciones miembro, impulsa a estas a respaldar y promover el sistema FSC. Este apoyo por parte de prestigiosas organizaciones internacionales ha motivado la preferencia de los consumidores.



Las Asambleas Generales se celebran cada tres años y es la oportunidad en que se reúnen los miembros en persona a decidir sobre el futuro de la organización. Crédito: FSC GD

FSC a nivel global

Hoy en día la superficie total certificada superó los 220 millones de hectáreas y las 45 mil cadenas de custodia. La organización cuenta con una sede central en Bonn, Alemania y una red de oficinas nacionales y regionales alrededor del mundo. Hoy en día buscamos ser un proveedor de soluciones para empresas, gobiernos e individuos que compartan nuestro interés por el manejo responsable de los bosques.

Uno de los pilares que sostiene a la credibilidad es la transparencia. A modo de ejemplo se destaca la posibilidad que brinda info.fsc.org, el buscador público de certificados -vigentes y terminados- de manejo forestal FSC y de madera controlada FSC, así como los resúmenes de todas las auditorías de manejo forestal. Por su parte, el administrador forestal pone a disposición de sus partes interesadas un resumen de su plan de manejo y de los resultados de monitoreo.

¿Cuáles son los estándares del FSC?

La certificación de **manejo forestal FSC** confirma que el bosque se está manejando de manera que preserve la diversidad biológica y beneficia las vidas de las poblaciones y los trabajadores locales, asegurando al mismo tiempo que también sustenta la viabilidad económica. Existen diez principios a los que toda operación forestal debe apegarse antes de poder recibir la certificación FSC de manejo forestal, sean bosques nativos o plantaciones forestales, públicos o privados, dedicados al aprovechamiento de productos: maderables, no maderables o ambos. Estos principios cubren una amplia gama de cuestiones, desde la prohibición de convertir bosques nativos a otros usos y el mantenimiento de altos valores de conservación hasta las relaciones con la comunidad y los derechos laborales, así como el monitoreo de los impactos ambientales y sociales del manejo forestal y la adecuada gestión de agroquímicos. Los procesos de auditoría buscan evaluar las operaciones desde dos enfoques complementarios: el desempeño en campo y la progresiva sistematización del manejo y la gestión (planificar, ejecutar, monitorear, revisar). Esta es quizás la causa principal de porque los operadores forestales perciben un beneficio tangible con la certificación en el sentido de la mejora continua, más allá de la mejoría en el acceso a mercados.

Los Principios y Criterios (PyC) de Manejo Forestal FSC establecen los requisitos globales para el manejo forestal responsable; esto asegura consistencia y credibilidad global. A escala nacional es posible adaptar los indicadores con los que se evalúan dichos PyC; lo cual permite mejorar la relevancia a nivel local. Son los grupos de desarrollo del estándar (GDE) quienes adaptan una serie de Indicadores Genéricos Internacionales al nivel nacional para reflejar las diversas condiciones legales, sociales y geográficas. En el caso de Argentina dichos indicadores fueron remitidos al FSC Internacional para su aprobación, luego de haber sido discutidos y acordados por el GDE, el cual realizó diversas consultas a expertos, cuatro consultas públicas y una prueba de campo por una entidad de certificación.

Los **bosques pequeños y con manejo de baja intensidad** (SLIMF, por sus siglas en inglés) son elegibles para cumplir requisitos y procedimientos de auditoría simplificados que reducen los costos y esfuerzos de la certificación.

La certificación de **cadena de custodia FSC®** verifica que todo el material con certificación FSC® ha sido identificado y separado del material no certificado y no controlado a medida que avanza en las etapas de transformación. Los materiales recuperados post-consumo, y en algunas circunstancias también materiales pre-consumo, pueden ser incorporados como insumos para su uso en productos FSC una vez verificados adecuadamente.

La **madera controlada FSC** es material proveniente de bosques con un manejo aceptable que puede mezclarse con material certificado FSC en productos que llevan la etiqueta FSC Mixto. Los requisitos de madera controlada identifican cinco categorías de fuentes inaceptables de madera, las cuales no está permitido mezclar con material certificado FSC. Estas categorías son: Madera aprovechada ilegalmente; Madera aprovechada en violación de los derechos tradicionales y humanos; Madera aprovechada en bosques donde los altos valores de conservación (AVC) están amenazados por las actividades de manejo; Madera aprovechada en bosques que se están convirtiendo a plantaciones o a otros usos; Madera proveniente de bosques donde se plantan árboles genéticamente modificados. Cabe destacar que no está permitido el uso de las marcas registradas (etiquetas) del FSC en productos fabricados exclusivamente con madera controlada FSC.



Las tres versiones del etiquetado FSC: 100%, Mix y Reciclado. Crédito: FSC GD

En el caso de la **certificación grupal FSC**, varios propietarios y administradores de bosques pueden reunirse para formar un esquema de certificación en grupo y compartir sus esfuerzos en la planificación del manejo forestal, el

aprovechamiento, el monitoreo y la comercialización de sus productos. La certificación en grupo facilita, en particular a los pequeños propietarios, alcanzar la certificación FSC ya que permite que los miembros del grupo compartan los costos y la carga de trabajo de solicitar y conservar un certificado FSC. La certificación agrupada puede aplicarse también a varias organizaciones de transformación aplicando a la certificación de la cadena de custodia.

Finalmente, cabe destacar que desde 2018 es posible verificar los impactos positivos del manejo forestal en los **servicios ecosistémicos**. Este mecanismo busca recompensar las prácticas responsables de los titulares de certificados de manejo forestal FSC, creando un nuevo incentivo para protección y restauración de los servicios ecosistémicos del bosque. Los impactos que se pueden verificar se relacionan con: Conservación de la biodiversidad; Secuestro y almacenamiento de carbono; Servicios de las cuencas hidrográficas; Conservación del suelo y Servicios recreativos

¿Cómo funciona el FSC®?

A través de procesos consultivos, el FSC desarrolla estándares y políticas para el manejo sostenible de los bosques, además de los requisitos para acreditar a las entidades certificadoras que realizarán las evaluaciones a los candidatos a la certificación forestal. El marco normativo del FSC es establecido en cumplimiento con el Código de Buenas Prácticas del ISEAL, una asociación global, transparente y ambiciosa formada por los sistemas de certificación más exigentes, comprometidos con la mejora continua en el desarrollo de estándares de acreditación y etiquetado de sostenibilidad.

Las entidades de certificación son organizaciones independientes y son quienes realizan las evaluaciones de manejo forestal y cadena de custodia que conducen a la certificación FSC. Estas entidades rinden cuentas ante Assurance Services International (ASI), la organización independiente responsable de verificar la conformidad de las entidades de certificación con nuestras reglas y procedimientos. De la misma manera en que las entidades de certificación realizan verificaciones anuales a los titulares de certificados FSC de manejo forestal y cadena de custodia, ASI efectúa verificaciones anuales a las entidades de certificación a través de auditorías documentales y en el terreno. Esta verificación sistemática a sus entidades de certificación es un rasgo único de este sistema de certificación forestal.

La organización interesada en la certificación elige a una de las entidades de certificación (acreditadas ante ASI) para que realice una evaluación para verificar si la organización cumple los requisitos de uno o varios estándares del FSC. Superada la misma, se le otorga un certificado FSC®, el cual tendrá una vigencia de cinco años. La entidad de certificación llevará a cabo auditorías anuales para verificar el cumplimiento sostenido de los requisitos. Los auditores visitan las operaciones forestales, entrevistan a trabajadores, vecinos y comunidades aborígenes, recorren áreas de conservación, revisan informes de monitoreo, buscan activamente aportes de las partes interesadas, como autoridades locales, sindicales, ONGs, vecinos, etc.

El FSC® en Argentina

En el año 2001 las empresas Establecimiento Las Marías y Forestadora Tapebicué obtenían, por primera vez en el país, los certificados de manejo forestal y de cadena de custodia de sus industrias. Diversos desafíos han sabido superar año a año y gracias a un constante compromiso y esfuerzo lograron mantener dichos certificados hasta el presente.

El crecimiento del sistema en el país ha sido constante. La superficie con certificación de manejo forestal FSC creció desde aquellas primeras 25 mil hectáreas en Corrientes a las 470 mil hectáreas que actualmente se encuentran certificadas a lo largo de la Mesopotamia y del Delta del Paraná. La certificación de madera controlada FSC superó las 46 mil hectáreas. Es destacable que los certificados vigentes incluyen bosques nativos, humedales, pastizales y otros ambientes naturales en las áreas de conservación que todas y cada una de las empresas certificadas debe mantener; estas áreas de conservación superan las 190 mil ha., es decir, más de un tercio del área certificada está dedicada a la conservación. En materia de puesta en valor de los servicios ecosistémicos, ya se han logrado verificar cuatro impactos positivos del manejo forestal en la conservación de la biodiversidad, las cuales incluyen áreas productivas y áreas de conservación, posicionando a la Argentina entre los primeros 10 países en usar esta herramienta.



Breve cuadro de situación de la certificación del FSC en el país.

Legenda: En cuanto a las cadenas de custodia FSC, estas aumentaron de aquellas dos primeras a más de 120 hoy en día, que transforman la madera en materiales de construcción, pallets, paneles, celulosa, cartón, papel y finalmente en embalajes, libros y todo tipo de impresos. Cabe señalar que varias empresas y organismos de gobierno han manifestado en sus políticas de abastecimiento y/o sustentabilidad que prefieren productos certificados FSC.

Desde el punto de vista de la representación del FSC en el país, tuvimos en el país de manera intermitente personas físicas designadas por FSC Internacional a esta tarea. En Abril 2016 logramos el reconocimiento como Oficina Nacional del FSC, el cual se sustenta en un el acuerdo firmado entre esa institución y la A.C. Consejo de Manejo Responsable de los Bosques.

A nivel global la superficie total certificada superó los 220 millones de hectáreas y las 45 mil cadenas de custodia. La organización cuenta con una sede central en Bonn, Alemania y una red de oficinas nacionales y regionales alrededor del mundo. Hoy en día buscamos ser un proveedor de soluciones para empresas, gobiernos e individuos que compartan nuestro interés por el manejo responsable de los bosques.

A 7

FORMOSA: HERRAMIENTAS Y MÉTODOS COMPLEMENTARIOS PARA LA EXTENSIÓN FORESTAL

<https://www.argentinaforestal.com/2021/06/19/formosa-herramientas-y-metodos-complementarios-para-la-extension-forestal/>



Autora: Miryan Ayala

Facultad de Recursos Naturales,
Universidad Nacional de Formosa

Introducción

En esta presentación se rescatan las prácticas desarrolladas durante el cursado de las Asignaturas Extensión Rural y Forestal en las Carreras de Ingenierías Forestal y Zootecnista de la Universidad Nacional de Formosa. Cabe aclarar que ambas, pertenecen al grupo de la Formación Complementaria. El Ingeniero Forestal, debe estar preparado para desenvolverse en actividades relacionadas con la formación técnica específica, y también con aquellas que estén vinculadas con situaciones de la realidad. Para ello el profesional deberá contar con una formación básica en contenidos de Extensión Rural, métodos y técnicas a utilizar en reuniones con productores, funcionarios o técnicos, en actividades relacionadas con tareas educativas formales y no formales. También puede integrarse a equipos interdisciplinarios; o cumplir funciones relacionadas con la gestión en organismos, instituciones y empresas del sector público y privado; asesorar a productores individuales o asociados; formar y coordinar grupos para resolver problemas técnicos y/o comunitarios o elaborar proyectos para contribuir al desarrollo territorial. Estas competencias de carácter holístico e instrumental metodológico, ponen énfasis en la formación integral e integradora de los alumnos, corresponden al Área de la Formación Complementaria. Sus objetivos se centran en la capacidad del alumno para la elaboración y puesta en marcha de un proyecto de extensión mediante la familiarización con el uso de técnicas y metodologías; evaluación de técnicas de Extensión Rural desarrolladas en el trabajo de campo; conocimiento de la estructura agraria regional y realización de extensión en áreas rurales y urbanas; reconocimiento y aplicación de distintos enfoques de Extensión Rural en la producción agropecuaria y forestal en general y en particular.

El proceso de enseñanza-aprendizaje se organiza principalmente bajo la metodología de taller comprendiendo además, seminarios teóricos-prácticos; seminario de integración (proyecto); paneles; trabajo de campo donde se observan y analizan instituciones y experiencias de extensión. Esta propuesta – de carácter innovadora para los alumnos – que no cuentan en su formación con contenidos abordados por la misma, contribuye en gran medida a fortalecer sus aptitudes para el futuro profesional en su relación con los demás y es percibida por la gran mayoría como “diferente” a la técnica-específica tradicional, porque contribuye a desestructurar la formación tradicional, reflejada en los dibujos y evaluaciones que presentan los alumnos sobre la Asignatura al principio y final del cursado.

La formación centrada en el alumno

El proceso de enseñanza-aprendizaje se organiza principalmente bajo la metodología de taller comprendiendo además, seminarios teóricos-prácticos; seminario de integración (proyecto); paneles; trabajo de campo donde se observan y analizan instituciones y experiencias de extensión.

Los objetivos de la Asignatura se centran en la capacidad del alumno para la elaboración y puesta en marcha de un proyecto de extensión mediante la familiarización con el uso de técnicas y metodologías; evaluación de técnicas de Extensión Rural desarrolladas en el trabajo de campo; conocimiento de la estructura agraria regional y realización de extensión en áreas rurales y urbanas; reconocimiento y aplicación de distintos enfoques de Extensión Rural en la producción agropecuaria y forestal en general y en particular.

La carga horaria total 75 horas (100%), comprenden las siguientes actividades: Desarrollo de contenidos teóricos desarrollados en aula (33,33%); Resolución de problemas a Campo y en Interacción con el Medio Productivo (40,33%); Participación en Proyectos de Extensión (13,33%); en el siguiente gráfico puede apreciarse que la mayor proporción corresponde a la formación en interacción con el medio socioproductivo. No se realizan prácticas profesionales en extensión (0%) como tampoco actividades experimentales (0%) (Gráfico 1).



Gráfico 1: Distribución de la carga horaria por actividades (elaboración propia en base al Programa Año 2019).

Durante las clases teóricas se utilizan como apoyo material bibliográfico, tanto de la biblioteca como de la Cátedra, apuntes de cátedra, pizarra, tarjetas de papel y cartulina, papelógrafos, equipos auxiliares como DVD, TV, proyector multimedia y retroproyector, video, CD, películas, etc.

Además los cursantes de la Asignatura cuentan con los siguientes recursos multimedios (Fotografía 1) donde se cargan y comparten materiales según desarrollo del programa y de apoyo o complementarios, tanto para la teoría como para la práctica:

- <https://www.facebook.com/extension.rural.9> (Extensión Rural)
- <https://extensionruralfyz.wixsite.com/rfyz> (materiales según unidades temáticas del Programa; fotografías de actividades; eventos, etc).
- Grupo de WhatsApp: creado con todos los integrantes de la cursada para facilitar comunicación y también compartir materiales o novedades.



Fotografía 1: Resumen de Recursos Multimedios (Ayala, 2018)

En las clases prácticas, tanto en el aula como a campo se promueve la vinculación del alumno con el sector productivo, utilizando cámara fotográfica, filmadora, papelógrafo, lámina, etc. (Fotografía 2).



Extensión Rural

+ Agregar a historia

Estudia en FRN - UnaF

De Ciudad de Formosa

Ver tu información

Editar detalles públicos

Fotografía 2:
Herramientas (Ayala, 2018)

Esta experiencia – de carácter innovadora – es percibida por la gran mayoría de los alumnos como “diferente” a la técnica-específica tradicional de toda su carrera, porque contribuye a desestructurar dicha formación, reflejada en los dibujos y evaluaciones que presentan los alumnos sobre la Asignatura al principio y final del cursado, como el que puede visualizarse al final del presente texto en la fotografía 3. La gráfica indicada con el Título “Antes” muestra la percepción del alumno sin haber cursado la asignatura en tanto que la que corresponde a “Después” señala las incorporaciones que realizan luego de haber incorporado contenidos como técnicas de animación grupal elemento básico para la promoción de la participación en actividades de Extensión Rural, entendida como proceso educativo no formal para el desarrollo.



Fotografía 3:
Salida a campo (Ayala, 2018).

Conclusiones

El dictado de la Asignatura integrada por el equipo de ambas cátedras, resulta innovadora, a veces dependiendo del grupo, y de la predisposición de éste, la aceptación del formato propuesto (talleres, seminarios, paneles) se logra de manera rápida-al mes-, y otras no.

Evaluaciones realizadas de las expectativas al inicio y al final, demuestran notables cambios expuestos por los mismos alumnos tales como: ruptura de la representación que tienen acerca que el profesional es el único que posee los conocimientos, pasando de la no valoración del conocimiento del otro (productor) a la valoración del mismo; incorporando la unidad de producción a la familia en su totalidad y no sólo al factor productivo.

A 8

EL PAPEL DEL NUEVO BANCO UNIVERSITARIO DE GERMOPLASMA EN LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DEL CHACO ARGENTINO

<https://www.argentinaforestal.com/2021/09/29/banco-universitario-de-germoplasma/>



Autora: Cecilia Paola Juárez

Centro de Ecología y Biodiversidad del Chaco Argentino.
Facultad de Recursos Naturales.
Universidad Nacional de Formosa.



Autora: Elva Rosa Cappello

Centro de Ecología y Biodiversidad del Chaco Argentino.
Facultad de Recursos Naturales.
Universidad Nacional de Formosa.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2014) “un banco de germoplasma es un lugar que tiene determinadas condiciones para conservar material fitogenético en un medio controlado para conservar su vitalidad”. Es decir, son bancos destinados a mantener la diversidad genética de especies que a causa de la presión por diversos factores (por ej. físicos, antrópicos, biológicos, ambientales) corren peligro de extinguirse. Son diversas las formas en las que se puede conservar una especie de la flora nativa, por ej. en forma de semillas, esquejes o tubérculos. Siempre y cuando la conservación se realice a bajas temperaturas y con un manejo adecuado del contenido de humedad, podrán mantener su viabilidad.

Históricamente, los bancos de germoplasma estuvieron pensados para acopiar semillas de especies agrícolas de calidad para abastecer a los pobladores o campesinos rurales. Hoy en día conocemos que los bancos conservan semillas de todo tipo, como semillas nativas, campesinas, mejoradas, certificadas, transgénicas, etc. y por lo tanto los objetivos ya no son solo para abastecimiento sino también para conservación de la biodiversidad.

La pérdida de hábitats naturales mediada por la acción del hombre es una de las principales causas de la disminución en la biodiversidad en todo el planeta. La diversidad biológica representa un bien incalculable que necesita ser estudiado para comprender que alcances tiene, ya sea a nivel económico, ecológico, estético y cultural. Preservar la mayor cantidad de especies es la medida más segura para mantener la estabilidad de los ecosistemas de los cuales obtenemos los servicios esenciales para nuestro desarrollo humano. La realidad es que como seres humanos utilizamos los recursos que nos ofrece la naturaleza y, la conservación de la biodiversidad, es la herramienta fundamental para la permanencia del mundo vivo y para su utilización sostenible.

Cuando hablamos de conservación de la biodiversidad, hablamos de mantener la variedad de organismos vivos a lo largo del tiempo como responsabilidad fundamental que tenemos como seres humanos. Y aquí es donde pensamos en dos tipos fundamentales de conservación *in situ* y *ex situ*.

La provincia de Formosa cuenta con importantes recursos naturales, pero muchos de ellos no han sido suficientemente estudiados y se desconoce la magnitud de aprovechamiento y conservación de los mismos. Muchas de las descripciones de base en flora y fauna no se encuentran disponibles para consultas o cuidado en la provincia, sino que están dispersos en museos e instituciones de ciencia de otras provincias o el extranjero.

Un avance importante en el camino para la conservación *in situ* en la provincia de Formosa, es la promulgación de la Ley Provincial N° 1.673 de noviembre de 2018 sobre la creación del “Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas de Formosa”. En su Art. 4 algunos de los objetivos de la ley son: “a- proteger muestras representativas de la totalidad de los ambientes naturales para garantizar la tutela de poblaciones viables de especies de fauna y flora de la Provincia; b- contribuir a conservar “*in situ*” los recursos genéticos; c- propiciar la conservación “*ex situ*” de los recursos genéticos a través de bancos de germoplasma, viveros, centros de fauna o bajo cualquier otra modalidad o métodos que surja de los avances científicos y técnicos en materia de conservación”.

La Universidad Nacional de Formosa y la comunidad universitaria cumplen un rol social muy importante, porque son las responsables de informar al conjunto de la sociedad sobre, por ejemplo, los beneficios que se derivan de la conservación de la biodiversidad.



Avances del Centro de Ecología y Biodiversidad del Chaco Argentino (CEBiCA)

Así como en el año 2017 comenzó a gestarse en el ámbito de la Universidad Nacional de Formosa el Centro de Ecología y Biodiversidad del Chaco Argentino (C.E.Bi.C.A.). El C.E.Bi.C.A., es un laboratorio establecido físicamente en la Facultad de Recursos Naturales. El objetivo del mismo es contar con un espacio desde donde se configura una entidad concreta de investigación, transferencia, tecnología e innovación como herramientas fundamentales para el desarrollo y la conformación de redes interinstitucionales, exhibiendo diferentes aspectos relacionados con la biodiversidad local.

En este contexto, en el año 2021 se institucionaliza el Banco Universitario de Germoplasma y Conservación de Tejidos de Especies de la Flora y la Fauna Silvestres (B.Un.G.E.S.), un área dentro del C.E.Bi.C.A. El objetivo del Banco es diseñar, desarrollar y evaluar paquetes tecnológicos que permiten dar soluciones a problemas de conservación y preservación de germoplasma de especies nativas locales.

Desde el banco universitario concentramos diferentes objetivos: a- seleccionar, cosechar y conservar germoplasma de especies nativas de interés ambiental y socioeconómico de la Región Chaqueña; b- establecer protocolos de conservación adecuados para cada especie; c- proveer semillas identificadas con calidad fisiológica y genética para la producción, a programas de restauración y enriquecimiento, plantaciones comerciales, investigación y educación; d- establecer áreas o rodales semilleras "*in situ*" y huertos semilleros de plantas; e- establecer vínculos con grupos de investigación e instituciones relacionados a la conservación, propagación y mejoramiento de especies vegetales; f- generar acuerdos de colaboración con organismos provinciales, nacionales o extranjeros para desarrollar trabajos de investigación y conservación de especies amenazadas en la provincia de Formosa; g- continuar la formación de estudiantes en las diferentes carreras de la Facultad de Recursos Naturales y en las principales líneas que impliquen al banco.

Actualmente contamos con semillas de aproximadamente 25 especies forestales nativas de importancia para la conservación de los bosques chaqueños húmedos. Lo que comenzó como una línea de investigación que incluía recolección de semillas con fines de restauración para áreas degradadas, se amplió con la conservación de germoplasma de las principales especies del bosque alto del Chaco húmedo.

En general el proceso de conservación de una semilla en un banco de germoplasma inicia cuando se recolecta la semilla que se quiere preservar. Posteriormente se la limpia, se absorbe la humedad presente, se realizan las pruebas de germinación, se empaca y almacena para poder documentarla, conservarla y finalmente distribuirla.

Los que trabajamos dentro de B.Un.G.E.S, no tenemos una tarea fácil, ya que llevamos adelante todos los procesos según la disponibilidad de los RRHH en el laboratorio. Tenemos como actividades recolectar en el campo de productos ganaderos las semillas de acuerdo a las diferentes fases fenológicas. Cuando se retorna al laboratorio, se debe acondicionar el material colectado según sean semillas recalcitrantes u ortodoxas. Actualmente nuestros estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal, realizan ensayos de semillas de las especies

nativas (forestales y arbustivas principalmente) generando información valiosa. Y como parte de su formación y como objetivo de formación de RRHH, nuestros estudiantes presentan los resultados a la comunidad científica local sobre la diversidad y conservación de germoplasma en el banco universitario.

Nuestro caminar es lento pero constante, y actualmente formamos parte de la RED ARGENA (Red Argentina de Bancos de Germoplasma de Plantas Nativas). Esta red reúne representantes de los diferentes Bancos de Germoplasma e instituciones vinculadas al manejo y conservación de semillas de la Argentina. Dentro de este ámbito, el futuro colaborativo del B.Un.G.E.S. es prometedor, ya que al estar en contacto con especialistas de todo el país se realiza un aprendizaje en equipo. Siendo así que, en febrero del 2021, el comité ejecutivo del Consejo Interuniversitario Nacional (CIN), declaró de interés las actividades que desarrolla la Red ARGENA, invitando a que las diferentes instituciones universitarias y miembros del CIN participen de las actividades que la Red propone.

Todavía hay mucho por hacer en las colecciones de especies silvestres, en las colecciones estratégicas, y en el mejoramiento del mantenimiento estándar de los bancos. En ese sentido se tiene que mejorar la evaluación de las muestras ya sea con fines de conservación o de mejoramiento genético; el almacenamiento de datos y la obtención de la información de una manera más útil. Dicha información se obtiene mediante investigaciones sobre la biología de la reproducción de las especies y del estudio de sus modelos de variación entre y dentro de las poblaciones.

Actualmente, llevamos adelante estudios de poder germinativo, viabilidad, vigor y longevidad de semillas conservadas en el B.Un.G.E.S, como así también en líneas de investigación relacionadas con la dispersión de semillas por mamíferos como restauradores del bosque. Sabemos que el camino que estamos trazando es largo y recién comenzamos. Pero como equipo de trabajo apostamos a largo plazo y nos propusimos ser referentes en del tema en la Universidad Nacional de Formosa y en la provincia.

LA PLANTACIÓN Y LA RESTAURACIÓN FORESTAL: CUANDO LA PROTECCIÓN DEL BOSQUE YA NO ALCANZA

<https://www.argentinaforestal.com/2021/11/19/la-plantacion-y-la-restauracion-forestal/>

“La restauración forestal es parte de un conjunto amplio de prácticas. Sin embargo, la protección de los ecosistemas es fundamental, desde la ética ambiental, la conservación del patrimonio natural y cultural del mundo, y el sostenimiento del flujo de elementos materiales e inmateriales esenciales para el bienestar humano”



Autor: Alejandro Dezzotti

Departamento de Ecología
Sede San Martín de los Andes
Universidad Nacional del Comahue

Proteger no alcanza

El bosque tiene atributos singulares determinados por los del componente dominante, los árboles, que son organismos longevos de crecimiento lento y con un ciclo de vida que puede extenderse a lo largo de varios siglos. Este ecosistema tiene una historia de manejo que narra la forma cambiante de resolver éstas y otras particularidades, las cuales se relacionan con la competencia con la agricultura y el uso múltiple. El manejo forestal representa esencialmente la interacción entre la necesidad de regular el bosque para abordar estos temas y las limitaciones inherentes a su manipulación. El concepto moderno de manejo, cuyo origen se puede encontrar en el libro “Silvicultura económica” de H. C. von Carlowitz (1713), se expresa en términos que tratan estos aspectos. Sin embargo, la idea básica de obtener no más de lo que el bosque puede volver a proveer, dentro de un determinado período de tiempo, proviene de la agricultura.

Aunque la agricultura y la silvicultura son interdependientes, el aumento de la superficie para producir más alimento destinado a una población humana siempre creciente es la principal causa histórica directa de la deforestación. Alrededor de la mitad del área habitable del planeta se utiliza para la agricultura. Paralelamente, 1/3 de la superficie de bosque que había hace 10.000 años ya no existe más, la mitad de esa proporción se perdió durante los últimos 100 años y la pérdida neta anual se estima en más de 7 millones de hectáreas. Una infinidad de otros factores de presión directos, tales como la tala, los incendios y el pastoreo, y subyacentes, como la pobreza rural, que interactúan y conforman un clima cultural complejo, también provocan la degradación y destrucción del paisaje forestal.

Este proceso es otra expresión de la Gran Aceleración, un concepto que representa el aumento intenso y continuo de un conjunto amplio de indicadores de la actividad humana (e.g., tamaño poblacional, consumo de agua y fertilizantes, concentración atmosférica de gases de efecto invernadero, acidificación oceánica, declinación de las pesquerías), que ocurre ininterrumpidamente desde mediados del siglo XX. La narrativa paralela a la destrucción forestal es el surgimiento de la plantación y la restauración del bosque, como parte de un enfoque científico que intenta remediar el potencial de colapso ecológico, social y económico que está innegablemente asociado a este fenómeno.



Bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) y pehuén (*Araucaria araucana*) degradado por la tala rasa en el noroeste de Neuquén (fotografía A. Dezzotti)

Plantar árboles

Plantar árboles es una actividad recurrente en la historia de la humanidad, que comenzó hace más de 10000 años. El hallazgo arqueobotánico de higos subfossilizados provenientes de alrededor de 9300 a.C. en el Valle del Jordán, en Oriente Medio, indicaría que el cultivo de la higuera (*Ficus carica*) se practicó ampliamente y con anterioridad a la domesticación de cereales y legumbres. El hecho que estos frutos partenocárpicos (es decir, sin semillas) y que procedieran de individuos estériles, sugiere que la plantación fue intencionada. Estos higos, almacenados junto con otras plantas silvestres como la cebada (*Hordeum spontaneum*), la avena (*Avena sterilis*) y el roble (*Quercus ithaburensis*), muestran que la estrategia de estos agricultores del Neolítico era la recolección de plantas y frutos en proceso de domesticación. El olivo (*Olea europea*) fue otro árbol seleccionado y plantado tempranamente en las costas de Siria y Anatolia desde

alrededor de 4000 a.C. Posteriormente, esta especie fue trasladada a la región mediterránea oriental donde, por ejemplo, en Grecia su cultivo fue conocido en el 3000 a.C.



Ejemplares muertos de ñire (*Nothofagus antarctica*) debido al fuego y el pastoreo en el noroeste de Neuquén (fotografía A. Dezzotti)

El sistema de uso de la tierra que integra hierbas, árboles y animales se practicó durante miles de años, y fue un elemento clave del paisaje tradicional en las regiones tropicales y templadas de todo el mundo. Las primeras etapas de la historia agrícola estuvieron dominadas por el cultivo migratorio, que mantenía una estrecha conectividad espacial y temporal entre la agricultura, la ganadería y la silvicultura. Esto se transformó en sistemas más asentados que incluían el pastoreo en el bosque y la transferencia de fertilidad al cultivo a través del fertilizante de origen animal. El deseo de plantar árboles para obtener madera es probablemente más reciente; existen registros escritos de plantación de sauces (*Salix*), álamos (*Populus*) y pinos (*Pinus*) con propósitos constructivos en la Grecia Antigua de hace más de 2000 años. La motivación para plantar árboles siempre es variada, pero tiene consecuencias evidentes en la obtención de resultados exitosos.



Renovo de lenga (*Nothofagus pumilio*) plantado en un bosque natural en el noroeste de Neuquén (fotografía A. Dezzotti)

Regeneración natural de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) en una plantación forestal del centro de Neuquén (fotografía A. Dezzotti)

Restaurar el bosque

La plantación de árboles nativos suele considerarse una actividad equivalente a la restauración forestal. Sin embargo, ambas son diferentes, aunque la primera puede ser una parte clave de la segunda. La restauración forestal es una tarea deliberada que involucra el diseño, la planificación y la implementación de actividades de largo plazo, que contribuyen a la recuperación estructural y funcional de un paisaje forestal degradado o destruido, utilizando como referencia un ecosistema natural compuesto por árboles nativos. Este modelo de referencia es el objetivo que se pretende alcanzar, y cuyas características se derivan de fuentes variadas de información histórica y actual. Pero al mismo tiempo, el modelo puede implicar ajustes que representan los eventuales cambios ocurridos o predichos en las condiciones físicas y bióticas. De tal modo que un modelo apropiado para la restauración forestal se basa en la conceptualización de la comunidad como un sistema dinámico.



La restauración se basa esencialmente en plantar árboles, la denominada “restauración activa”, o promover su establecimiento y desarrollo, la denominada “restauración pasiva”. La elección de la estrategia depende de la intensidad y extensión de la degradación, el potencial de recuperación espontánea, los recursos disponibles, el marco legal y las características locales. La plantación extensiva, o en pequeños agrupamientos que mejoran la regeneración y reducen el costo de plantación, son las formas más eficientes de establecer árboles en áreas intensamente degradadas y donde la regeneración natural es más lenta que la deseada. La siembra o plantación de arbustos intolerantes a la sombra, que pueden actuar como “plantas nodriza” para facilitar la regeneración arbórea durante la sucesión, puede ser una estrategia eficiente en sitios donde los árboles nativos tienen la capacidad de rebrotar o colonizar rápidamente. La promoción de la regeneración natural, a través de la protección física del área y los renovales contra la herbivoría y el pisoteo, y el control de plantas competitivas, es la forma más adecuada de aumentar la superficie arbórea en sitios con fuentes cercanas de semilla y uso de la tierra menos intensivo.

Observar principios básicos

La plantación de árboles nativos a menudo se considera como el punto final de una iniciativa que consiste, básicamente, en cavar un pozo y colocar una plántula. Sin embargo, esta visión ingenua y de corto plazo ha resultado en proyectos de restauración forestal que han fracasado por completo. La plantación debe considerarse no como un fin en sí mismo, sino como parte de un proceso multidisciplinario que permite lograr objetivos de restauración claramente especificados. Este proceso permite tener en cuenta los riesgos y las compensaciones de cualquier iniciativa, sobre todo teniendo en cuenta que la plantación no es intrínsecamente buena: puede tener consecuencias negativas no deseadas a múltiples escalas (e.g., reducción de las tierras de cultivo y desplazamiento del uso agrícola a otras áreas).



Plantación de *Nothofagus pumilio* en un bosque natural del noroeste de Neuquén (fotografía A. Dezzotti)

Los principios y reglas básicas que mejoran el desempeño de los proyectos de restauración forestal, desarrollados a partir del resultado de diferentes iniciativas, son:

- Implementar proyectos de largo plazo y escala espacial mayor, particularmente la de paisaje, que representa el mosaico de unidades interactuantes con diferente valor, uso y tenencia
- Implementar un enfoque adaptativo para que los resultados de las diferentes acciones permitan llevar a cabo correcciones y ajustes
- Utilizar una variedad de perspectivas y herramientas basadas en el conocimiento científico y tradicional, y adaptadas al contexto ecológico y socioeconómico local
- Establecer indicadores que permitan medir el desempeño de las diferentes etapas del proyecto
- Identificar y eliminar o limitar las fuentes directas e indirectas de degradación forestal

- Priorizar la protección, restauración y expansión del bosque natural primario y secundario existente
- Involucrar a todas las partes a través de la gestión participativa, que permite, entre otras cosas, identificar la compatibilidad de los diferentes intereses
- Atender las múltiples funciones ecológicas, sociales y económicas del bosque
- Identificar las estrategias y los sitios más apropiados de restauración para lograr los diferentes objetivos
- Diseñar un mosaico que incluya unidades de restauración en las áreas donde el medio de vida de la población local depende de un paisaje alterado
- Priorizar la restauración de la diversidad, porque facilita el logro de otros beneficios ambientales y socioeconómicos
- Determinar qué especies plantar en función de la disponibilidad y el conocimiento sobre el crecimiento, la sobrevivencia, el ciclo de vida, el comportamiento ecológico, el valor de conservación, y el uso económico y cultural
- Priorizar la plantación de una mezcla de especies nativas durante la restauración de bosques mixtos
- Obtener semillas o plántulas con variabilidad genética y procedencia adecuadas para maximizar la resiliencia ecológica, que representa la capacidad del ecosistema de recuperarse luego de un disturbio
- Generar ingresos económicos para las diferentes partes, por ejemplo, a través de la comercialización de productos forestales madereros y no madereros y el ecoturismo; la sustentabilidad del proyecto puede depender de que estos ingresos superen los de los usos de la tierra alternativos

Conservar es necesario



Regeneración natural de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) en un área alambrada en el ecotono bosque - estepa de Neuquén (fotografía A. Dezzotti)

En muchas regiones del mundo, la pérdida de bosque continúa sostenidamente y, al mismo tiempo, la presión para que continúe proveyendo bienes y servicios ambientales y socioeconómicos ha alcanzado niveles insostenibles. ¿Es posible conciliar la demanda creciente por el bosque y la preservación del que aún persiste?, ¿sólo subsistirá el bosque que se encuentra en el área menos apta para la agricultura? La restauración forestal es parte de un conjunto amplio de prácticas (e.g., recuperación, rehabilitación, revegetación, remediación), diseñadas para intentar resolver estos dilemas. Sin embargo, la protección de los ecosistemas forestales es fundamental, desde la ética ambiental, la conservación del patrimonio natural y cultural del mundo, y el sostenimiento del flujo de elementos materiales e inmateriales esenciales para el bienestar humano. Además, el bosque remanente proporciona el material biológico y el modelo de funcionamiento destinados a la restauración. Lamentablemente, la protección por sí sola ya es insuficiente. Se debe asegurar una ganancia neta en la extensión y el funcionamiento de los ecosistemas forestales, invirtiendo además en la reparación ambiental.

A 10

¿ESPECIES EXÓTICAS EN LA RESTAURACIÓN FORESTAL?

<https://www.argentinaforestal.com/2022/02/27/ciencia-y-reforestacion-especies-exoticas-en-la-restauracion-forestal/>

“la restauración integral de un ecosistema no consiste únicamente en recuperar la biomasa nativa, sino que también consiste en un trabajo continuo junto con las comunidades locales para lograrlo”. Y finalmente, consideraron importante remarcar que “reforestar con especies exóticas puede mejorar características de algunos sitios, pero nunca podrá recuperar totalmente la integridad del ecosistema”



Autora: Vanina Chifarelli

Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina.



Autora: Diana Albuja Carbonell

Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad de Colombia.

La reforestación es una práctica que busca la recuperación de la cobertura forestal de un sitio donde se conoce que existió un ecosistema boscoso mediante la introducción de semillas o plántulas que promuevan la formación de bosque secundario (son bosques que se auto regeneran posterior a una perturbación antrópica o un evento natural significativo) y de ser posible bosque residual (son bosques que conservan la estructura y la composición florística de un bosque primario no intervenido, ya que la extracción de madera como producto principal no los ha modificado drásticamente). **Si pensamos en reforestación, hay que tener en cuenta al menos dos factores: el nivel de degradación y el potencial de regeneración natural del sitio.**

La reforestación con especies exóticas puede acelerar la recuperación de algunas características ecológicas del sitio más no su estructura y funcionalidad original. **En la restauración forestal la cual es proceso destinado a recuperar la integridad ecológica y mejorar zonas deforestadas o paisajes forestales degradados, se recomienda el uso de especies nativas, propias de la zona a restaurar.** El empleo de especies exóticas no es una práctica común y se propone su uso en casos excepcionales, tras el descarte de varias alternativas inviables. Durante años se ha registrado en el país la presencia de plantas exóticas, por lo que es posible encontrarlas en diferentes ecosistemas nativos, y por sus características adaptativas a diversos ambientes son consideradas como un recurso válido, particularmente en ecosistemas altamente degradados.

Cuando hablamos de especies exóticas hay una gran diferencia entre dos términos muy utilizados: naturalizada e invasora. Las especies naturalizadas son aquellas que se establecen en el área sin dificultad y cumplen sus ciclos de vida sin perjudicar al ecosistema. Si esa especie presenta un comportamiento agresivo de colonización y las condiciones ambientales favorecen su dispersión, estas pueden convertirse en invasoras, llegando a tener consecuencias devastadoras para las especies nativas y por lo tanto convertirse en una amenaza para la salud ecosistémica. La probabilidad de tener éxito como invasora depende de una variedad de factores genéticos, demográficos y ecológicos, entre el 5 y el 20% de las especies vegetales introducidas alcanzan la etapa de invasión.

En la figura 1 se puede visualizar un ejemplo previo y posterior a la restauración de un bosque riberño.



Figura 1. Antes y después de una restauración forestal
Foto: Gentileza del Dr. Alessandro Camargo Angelo.

Las barreras geográficas (figura 2) son aquellas interrupciones en el relieve que las especies deben superar para poder avanzar y consolidarse, esto incluye montañas, ríos, quebradas, etc. La introducción de especies exóticas para su cultivo es una práctica antigua y beneficiosa para el hombre. Estas han superado las condiciones del cautiverio/cultivo para sobrevivir por medio de estrategias adaptativas y eficientes necesarias para cada periodo fenológico. Cuando la

fase de reproducción resulta exitosa se alcanza la etapa de dispersión, en este caso, si la dispersión se convierte en una amenaza para el ecosistema entonces puede llegar a transformarse en especie invasora.



Figura 2. Etapas y barreras para la instalación de exóticas

El uso de exóticas tiene sus beneficios

- Rápido crecimiento para establecerse en un tiempo relativamente corto, abaratando costos de mantenimiento.
- Establecimientos en sitios de baja fertilidad o en condiciones extremas.
- Pueden llegar a mejorar las características edáficas
- Las exóticas arbóreas tienen potencial para la producción de madera y aceleran los procesos sucesional.
- En herbáceas los beneficios son: el uso de cercas vivas (delimitan el terreno/incorporan nutrientes/incorporación de perchas estas últimas son soportes construido por el hombre para albergar pájaros que ayudaran con la polinización y dispersión de semillas).Atracción de un amplio rango de polinizadores
- Abonos Verdes: suelo muy degradado o desnudo. Al cubrir el suelo con especies rastreras de rápido crecimiento mejoran la disponibilidad de nutrientes

Como también sus Inconvenientes

- Especies introducidas pueden comportarse como invasoras y evitar el establecimiento de especies nativas.
- El comportamiento invasor no está limitado/restringido a las especies exóticas
- Los efectos potenciales de una especie no nativa son impredecibles

y pueden llegar a ser devastadores, por lo que un control riguroso es de vital importancia, entre especies exóticas en Argentina que provocaron impacto en las nativas se puede mencionar Ligustro (*Ligustrum lucidum*), Lupino arbustivo (*Lupinus arboreus*), Tamariscos (*Tamarix* spp.), Fresnos (*Fraxinus* spp.), Sauce llorón (*Salix babylonica*) y Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) entre otras.

En algunos sitios las especies exóticas forman parte del ecosistema y su control resulta extremadamente complicado, dando lugar a los llamados neoeosistemas que son aquellos ecosistemas caracterizados por la presencia de comunidades vegetales dominadas por exóticas.

Como un aporte al desarrollo de los proyectos de restauración, en junio del 2000 la SER (sociedad de restauración ecológica) por sus siglas en inglés, publicó el documento "Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects" que contiene una serie sugerida de pasos a seguir para la creación de un plan de restauración en 6 etapas: planeación conceptual, tareas preliminares, planeación, ejecución, tareas posteriores y evaluación del proyecto. Éste y otros esfuerzos dentro de las ciencias de la restauración son un aporte para mejorar la ejecución de dichos proyectos.

Algunos investigadores consideran que el conocimiento de las comunidades locales es una fuente de información valiosa, como datos acerca de los hábitos de tolerancia a climas extremos, usos y comportamiento dentro de los sistemas productivos. Otro recurso a tener en cuenta es la información documentada disponible para realizar una línea de tiempo con base a la información compilada para identificar los elementos históricos tanto naturales como antrópicos.

Una actividad que puede ser de gran utilidad en la etapa de planeación del proyecto para un plan de restauración, son las pruebas de selección que consisten en ensayos que permiten evaluar el éxito de una especie particular en el terreno. Las especies escogidas se siembran y se monitorean con mediciones de crecimiento y supervivencia, también se pueden realizar pruebas de procedencia para identificar las más adaptadas.

Toda restauración ecológica busca hacer uso de especies nativas, propias de la zona a restaurar, pero existen casos excepcionales en donde el uso de especies exóticas es favorable y brinda alternativas para la recuperación. Si se opta por esta última, se sugiere elaborar un plan de control para su cultivo, con ayuda de la utilización de métodos tanto químicos como mecánicos. Por ello es importante identificar esta fase para mitigar sus efectos. El uso de plantas exóticas para restauración se focaliza en etapas iniciales, principalmente para el mejoramiento de las condiciones ecológicas del lugar (Características físico-químicas del ambiente que determinan donde puede un individuo sobrevivir, crecer y reproducirse) con el propósito de facilitar el establecimiento y desarrollo de las especies nativas.

En suelos desnudos y poco profundos una estrategia es el uso de exóticas rastreras, que ayudan a disminuir la erosión por viento y escorrentía, mejorando la infiltración y formación del suelo en etapas iniciales. Una alternativa sugerida, es el uso de métodos mecánicos para eliminar de forma paulatina las especies rastreras y permitir el ingreso de las especies a restaurar, este proceso debe continuar hasta eliminarlas por completo.

En la restauración de sitios muy degradados (Figura 3) es común trabajar con especies vegetales exóticas resistentes a condiciones adversas ya que mejoran las condiciones ecológicas del lugar, generando condiciones favorables para especies de estadios sucesiones secundarios y de esta forma avanzar en los procesos recuperación.



Figura 3. Proceso de restauración en sitios muy degradados.

Consideraciones finales

El uso de exóticas en restauración se debe considerar como una alternativa remota, pero hay que recordar que no todas las especies introducidas son invasoras, en ocasiones especies nativas se convierten en invasoras, por ejemplo, en la provincia de Córdoba-Argentina las especies: *Bauhinia forficata*, *Jacaranda mimosifolia*, *Lantana camara*, *Manihot grahamii*, *Phytolacca dioica* y *Schinus areira* llegaron a ser invasoras tras un manejo inadecuado. Además, se ha determinado que, en la mayoría de los casos, las especies exóticas, no consiguen adaptarse al medio y mucho menos proliferar (Lockwood et al., 2007) por lo que no suponen ninguna amenaza para los ecosistemas, ya que solo un pequeño porcentaje consigue aclimatarse, expandirse y ser perjudiciales.

Los planes de restauración no suponen una única receta, las características únicas de cada lugar hacen necesario evaluar los múltiples escenarios como se observa en figura 4. Los recursos humanos y económicos son los dos factores primordiales que sustentan la ejecución completa del proyecto. La restauración integral de un ecosistema no consiste únicamente en recuperar la biomasa nativa, sino que también consiste en un trabajo continuo junto con las comunidades locales para lograrlo.

Finalmente es importante remarcar que reforestar con especies exóticas puede mejorar características de algunos sitios, pero nunca podrá recuperar totalmente la integridad del ecosistema.



Figura 4. Antes 2000 y después 2002 de un proceso de recuperación ambiental en la mina Piçarrão, Brasil.

Bibliografía

Lockwood, M. Hoopes, Marchetti M. 2007. Invasion ecology. Blackwell Publishing. Malden, Massachusetts.

A 11

BAÑOS DE BOSQUE: LOS BENEFICIOS DE LA CONEXIÓN CON LA NATURALEZA Y SU ECOSISTEMA PARA LA SALUD DE LAS PERSONAS, LA SOCIEDAD Y EL AMBIENTE

<https://www.argentinaforestal.com/2022/02/22/banos-de-bosque-los-beneficios-de-la-conexion-con-la-naturaleza-y-su-ecosistema-para-la-salud-de-las-personas-la-sociedad-y-el-ambiente/>



Autora: Rocio Ferraro

Guía Certificada de Baños de Bosque y Profesional Certificada de Terapia de Bosque por Forest Therapy Hub. Baños de Bosque Argentina (@shinrinyokuargentina). Lic. en Comunicación.

La práctica de **Baños de Bosque** originalmente conocida en Japón como “**Shinrin Yoku**” (Inmersión en el bosque) es un paseo estructurado y planificado con diferentes secuencias de actividades eficaces que apoyan la experiencia de conexión de las personas con la naturaleza. Supone el uso de un espacio verde y/o azul con paisaje sonoro limpio donde se recorre menos de un kilómetro.

Esta práctica conocida mundialmente se implementa en instituciones públicas y privadas como hospitales, universidades, escuelas, granjas-escuela, empresas, reservas naturales, turismo, entre otras.

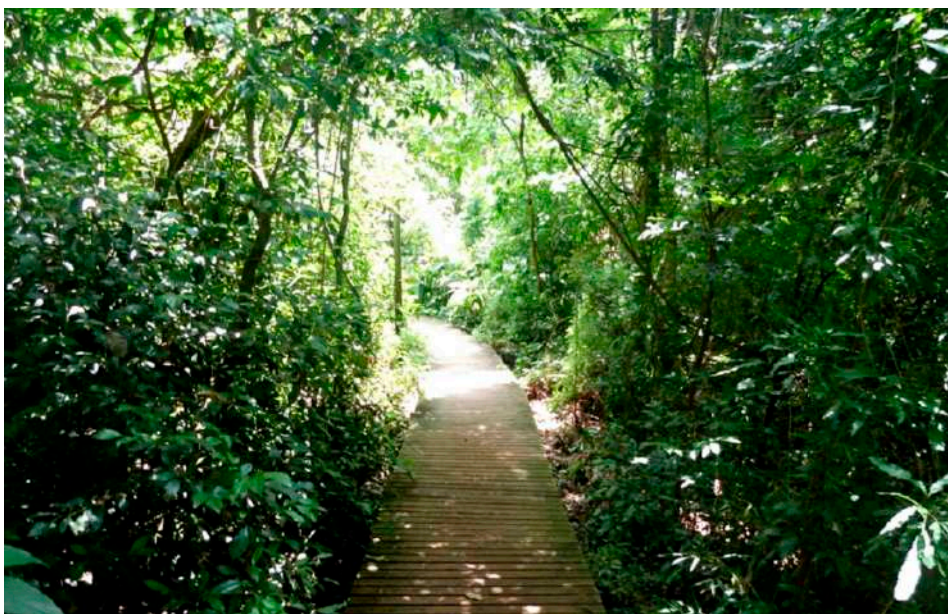


Los espacios verdes, áreas naturales en general, se benefician de la implementación de esta práctica ya que el uso social no-invasivo de la naturaleza que supone un *Baño de Bosque* tiene en las personas efectos de empatía y de conciencia ambiental que superan lo cognitivo: la práctica suscita en las personas respuestas emocionales profundas hacia la naturaleza. Y eso educa y talla: *“Vine toda mi vida a este bosque pero no lo había visto realmente”*; *“Siempre hago ejercicio en lugares con naturaleza pero nunca la había sentido así”*.

Podemos ver algunos “Testimonios” en <https://www.instagram.com/shin-rinyokuargentina/>

Los beneficios de los Baños de Bosque son un sólido cuerpo científico. Su mayor contribución es la prevención de enfermedades prevalentes derivadas del estrés como lo son: el estrés severo o burnout, cáncer, depresión, diabetes, obesidad, cardiovasculares, ictus, etc.

El ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca del Gobierno japonés y el Sistema Público de Salud recomiendan e impulsan los Baños de Bosque para toda la población, por el enorme ahorro que implica en el presupuesto de salud.



El poder de ahorro en dinero del uso de la naturaleza a través de los Baños de Bosque

Diversos estudios muestran el valor económico que supone pasar tiempo en la naturaleza gracias a su contribución al bienestar físico y mental. Según Swiss Re (Swiss Reinsurance Company Ltd, es la mayor compañía de seguros del mundo con sede en Zúrich, Suiza), suponiendo que pasar tiempo en espacios verdes o bosques redujera el impacto de los problemas de salud mental en tan sólo un 1% de aquí a 2030, el ahorro económico anual global sería de hasta 60.000 millones de dólares.

En el caso de las enfermedades cardiovasculares, el mismo escenario supondría un ahorro global de 10.000 millones de dólares anuales. Más información: <https://www.swissre.com/institute/research/topics-and-risk-dialogues/climate-and-natural-catastrophe-risk/expertise-publication-biodiversity-benefits-for-human-health.html> (Ver más adelante “Prescripción verde”).



Salud Mental

Entre los últimos estudios sobre salud mental y naturaleza realizados por la Universidad de York, se destaca el que afirma que las actividades basadas en la naturaleza en espacios verdes son efectivas para mejorar la salud mental de adultos, incluidos aquellos con problemas de salud mental preexistentes (Coventry et al. 2021).

Beneficios de los Baños de Bosque

Las pruebas científicas que respaldan la efectividad de los *Baños de Bosque* permiten enumerar los siguientes beneficios a la salud y el bienestar:

1. Mejora la salud y bienestar percibidos: la calidad de vida percibida, el bienestar psicológico y el bienestar de la población están positivamente correlacionados.
2. Fortalece el sistema inmunitario: aumento de la proporción de las células NK y desarrollo del sistema inmunitario, vinculado a la exposición a la diversidad microbiana y a los monoterpenos emitidos por los árboles (Li et al. 2009).
3. Ayuda a mantener la salud cardiovascular: reduce la presión arterial, reduce el ritmo cardíaco y produce una mayor variabilidad de la frecuencia cardíaca (Yao y Loke, 2020).
4. Posee un efecto co-terapeuta: Las terapias basadas en la naturaleza (nature-assisted therapy o NAT, en inglés) son eficaces e idóneas como recurso para la salud pública.
5. Contribuye a la salud mental:
 - Influyen en las emociones positivas y disminuyen el estrés subjetivo y las emociones negativas: depresión, fatiga, ansiedad generalizada e incertidumbre; y favorece niveles más bajos de irritabilidad, agresividad y depresión (Furuyashiki "et al". 2020).
 - Ayuda a restaurar la capacidad de atención y recuperarse de la fatiga mental.
 - La recuperación del estrés y restauración del bienestar y beneficios cognitivos a corto plazo.Una revisión científica de los beneficios de los Baños de Bosque para la Salud Mental puede encontrarse en artículos como el de Kotera "et al". (2020).



6. Fomenta la interacción y la cohesión social: el uso recreativo del bosque y espacios verdes promueve contactos sociales, actitudes prosociales, el desarrollo de nuevas relaciones y reduce los riesgos de problemas de salud mental, así como la participación y la creación de capacidad comunitaria.

- Fortalecimiento de las relaciones sociales
- Desarrollo de nuevas relaciones sociales
- Participación y creación de capacidad comunitaria

7. Disminuye las tasas de morbilidad y mortalidad

8. Reduce el sobrepeso y la obesidad

9. Es una herramienta eficaz contra el Covid

Muchas especies vegetales emiten compuestos volátiles biogénicos (COV) que, se ha demostrado tienen efectos inmunoestimulantes en el cuerpo humano y, por tanto, podrían ser útiles en la prevención y/o el tratamiento del COVID-19. Estar entre árboles también puede ayudar a aliviar el estrés y la ansiedad, reduciendo los niveles de cortisol (hormona asociada al estrés) (Roviello et al, 2021).



La Terapia de Bosque en el mundo: “Prescripción Verde”

Como Terapia de Bosque, según Forest Therapy Hub (organización internacional de investigación y de formación de Guías de Baños de Bosque y de Profesionales de Terapia de Bosque), se entiende a los Baños de Bosque operacionalizados para poblaciones específicas de salud física y mental.

Aquí veremos cómo el uso social de espacios naturales (un “uso” que supone recorrer, sentarse, oler, tocar sin modificar el paisaje de ninguna manera y dejando 0 rastro) son beneficiosos para todo el sistema forestal.

- En los Estados Unidos los médicos están autorizados a recetar inmersiones en la naturaleza, a través del sistema Park Rx America, una organización sin fines de lucro que anima a los profesionales de la salud a incorporar la naturaleza en sus planes de tratamiento. <https://parkrxamerica.org/>
- En 2010, el Consejo Nórdico de Ministerios y el Ministerio de Medio Ambiente de Noruega pusieron en marcha el proyecto Vida al aire libre y salud mental.
- Espectro autista (EEUU): “En el mundo natural, el sistema nervioso tiene la oportunidad de descomprimir y restablecerse”, dice Michelle Brans, que dirige Counting Butterflies <http://countingbutterflies.com/>, un centro de terapia para niños cerca de Toronto. “Eso es especialmente importante para los niños autistas, porque su sistema sensorial puede sobrecargarse mucho más rápido”. Carolyn Galbraith, una educadora australiana que ha investigado los beneficios y las barreras de exponer a los niños con autismo al mundo natural: “Para los niños autistas, la naturaleza salvaje es un lugar en el que pueden ser ellos mismos sin tener que ajustarse a las expectativas de los demás; en este mundo eso puede ser un bien escaso.” “Para algunas personas con autismo, pasar un tiempo a solas en la naturaleza puede ser espiritualmente transformador”, dijo Gonzalo Bénard, fotógrafo artístico y terapeuta de Cascais, Portugal. El Sr. Bénard no habló hasta los 7 años. <https://www.nytimes.com/2021/07/15/well/family/nature-autism-children.htm>

a. Implementación de los *Baños de Bosque*

Aquí van algunos de los más de 20 proyectos de Salud Mental y Salud Social* que incorporaron Terapia de Bosque y Baños de Bosque en poblaciones específicas: adultos mayores de 55, discapacidad mental, demencia, mujeres en situación de violencia doméstica y económica, niñez en exclusión.

Uno de ellos, junto con la Asociación AVIFES en el País Vasco que trata personas con **problemas de salud mental y sus familias**. Ver aquí metodología de la intervención y sus resultados: <https://www.xn--institutodebaosdebosque-4hc.com/wp-content/uploads/2019/06/Ba%C3%B1os-de-Bosque.pdf>

Adolescentes en riesgo de exclusión social (Portugal, 2016). Intervención de Terapia de Bosque: 5 sesiones de Baños de Bosque.

Intervenciones Basadas en la Naturaleza como Política Pública (Donostia-San Sebastián, España, 2019 - actualidad). Investigación, consultoría e implementación de 8 sesiones de Baños de Bosque para 3 grupos específicos: personas +55, mujeres en hogares-refugio y profesores universitarios con altos niveles de estrés.

Prescripción de Naturaleza. Intervención e investigación de poblaciones víctimas de violencia doméstica (Barcelona, España, 2020 - actualidad).

Implementación de Baños de Bosque como parte de la gestión “Municipio Saludable” de Sant Pere de Ribes, Barcelona, para grupos específicos y para la población en general. Intervención de Terapia de Bosque con grupos de personas víctimas de violencia de género; y selección de recorridos saludables para la población en general.

Video:

<https://www.facebook.com/santperederibes/videos/437653207328650>

Informe:

<https://www.santperederibes.cat/municipisaludable/sprparc/banysdebosc>

Salud mental y trabajadores sociales

Formación de 15 trabajadores sociales, psicólogos e investigadores y consultoría para llevar a cabo Intervenciones Basadas en la Naturaleza con poblaciones específicas con diversidad funcional que afectan a sus capacidades intelectuales, inteligencia y/o al comportamiento adaptativo. Intervención de Terapia de Bosque: 12 sesiones de Baños de Bosque con 5 grupos de personas con discapacidad intelectual. Posterior análisis de datos de las evaluaciones anteriores y posteriores a los Baños de Bosque. Granja-Escuela Gure Sustraiak en el País Vasco. <https://www.facebook.com/107098984467318/videos/1769318619917602>

(** En ellos han colaborado Guías de Baños de Bosque y Profesionales de Terapia de Bosque de FTHub).

Esto es sólo una muestra de lo que esta práctica puede aportar a la salud de las personas, al cuidado del Medioambiente, a la valoración y cuidado de los espacios verdes.

En cuanto a la responsabilidad social de las empresas del sector forestal, los Baños de Bosque constituyen una herramienta fundamental de sinergia con las **personas, al involucrarlas en el disfrute consciente de la naturaleza.**

Los Baños de Bosque son una oportunidad única y mundialmente exitosa para los servicios ecosistémicos culturales.

Son un producto forestal no maderero; y son una herramienta de recuperación y revalorización de los bosques y áreas naturales.

Se trata de darle a las áreas forestales, -desde los parques y reservas urbanas o periurbanas hasta las reservas naturales privadas, áreas protegidas, parques nacionales-, un sentido de propósito ligado a la salud de las personas, la educación ambiental, la salud del propio ecosistema.

Bibliografía

Coventry PA; Brown JVE; Pervin J; Brabyn S; Pateman R; Breedvelt J; Gilbody S; Stancliffe R; McEachan R; White PCL 2021. **Nature-based outdoor activities for mental and physical health: Systematic review and meta-analysis.** *SSM - Population Health*, 2021; 16: 100934 DOI: 10.1016/j.ssmph.2021.100934.

Li Q, Kobayashi M, Wakayama Y, Inagaki H, Katsumata M, Hirata Y, Hirata K, Shimizu T, Kawada T, Park BJ, Ohira T, Kagawa T, Miyazaki Y. Effect of phytoncide from trees on human natural killer cell function. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2009 Oct-Dec;22(4):951-9. doi: 10.1177/039463200902200410. PMID: 20074458.

Yau KK, Loke AY. Effects of forest bathing on pre-hypertensive and hypertensive adults: a review of the literature. *Environ Health Prev Med*. 2020;25(1):23. Published 2020 Jun 22. doi:10.1186/s12199-020-00856-7

Furuyashiki A, Tabuchi K, Norikoshi K, Kobayashi T, Oriyama S. A comparative study of the physiological and psychological effects of forest bathing (Shinrin-yoku) on working age people with and without depressive tendencies. *Environ Health Prev Med*. 2019;24(1):46. Published 2019 Jun 22. doi:10.1186/s12199-019-0800-1

Kotera, Y., Richardson, M. & Sheffield, D. Effects of Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy on Mental Health: a Systematic Review and Meta-analysis. *Int J Ment Health Addiction* (2020). <https://doi.org/10.1007/s11469-020-00363-4>

Roviello V, Gilhen-Baker M, Vicidomini C, Roviello GN. Forest-bathing and physical activity as weapons against COVID-19: a review [published online ahead of print, 2021 Sep 21]. *Environ Chem Lett*. 2021;1-10. doi:10.1007/s10311-021-01321-9



A 12

LA EVOLUCIÓN DE LA SEGURIDAD LABORAL CON LOS NUEVOS SISTEMAS DE COSECHA

<https://www.argentinaforestal.com/2022/04/29/la-evolucion-de-la-seguridad-laboral-con-los-nuevos-sistemas-de-cosecha-forestal/>



Autora: Forestal Cecilia Pizzini

M.Sc. en seguridad e higiene laboral y ergonomía.
Auditor Interno en Salud y Seguridad Ocupacional
OHSAS 18001 - ISO 19011.

Argentina posee 1.3 millones hectáreas aproximadamente de bosques cultivados* predominando las forestaciones de pinos, eucaliptos, sauces y álamos. El 80% de las forestaciones se concentran en la Mesopotamia y el Delta del río Paraná.

Los sistemas de cosecha fueron transformándose y evolucionando a través del tiempo; a fines de los '80 y principio de los '90 se realizaba de forma manual, donde se contaba con motosierras, tractores con cadenas o cables, cachapé y cargadoras frontales. No se obtenían volúmenes importantes de madera, era necesaria la intervención de un gran número de personas en la actividad y además eran frecuentes los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales; sin dejar de mencionar las irregularidades que el sistema tenía en cuanto a la falta de formalidad con estos trabajadores y las condiciones de vida en los establecimientos forestales, donde las personas permanecían hasta por 45 días. Para finales de los '90 y principio del 2000 llegaron los sistemas semi-mecanizados, donde se comenzaron a ver las primeras máquinas Feller Bell, utilizadas para volteo de árboles, además se contaba con miniskidder, motoarrastradores para la extracción del fuste entero y tractores con carreta autocargable para la extracción de la madera que se elaboraba dentro de los lotes. A borde de camino se podían ver maquinas como las cargadoras frontales, para

disponer la madera sobre camión. Entre los años 2008 y 2010 se implementaron los primeros procesadores, los cuales son máquinas con cabezales que voltean el árbol, lo desraman y cortan en diferentes medidas.



Actualmente, para el aprovechamiento de grandes volúmenes, se cuenta con sistemas de cosecha completamente mecanizados, con máquinas tales como Harvester; Feller, Forwarder, Skidder y Cargadoras con orugas. Con estos equipos se utilizan dos sistemas de cosecha denominados cut-to-length y Full Tree. En el primero las maquinarias utilizadas son Harvester y un Forwarder donde todo el proceso se realiza dentro de cada lote con el harvester y se va extrayendo la madera corta a borde de camino con el Forwarder. El segundo de los sistemas, trabaja la madera larga. Con un harvester o Feller se realiza el volteo del árbol, un skidder extrae la madera larga hasta el borde del cuadro de cosecha y en este lugar es procesada (desramada y trozada) por el equipo procesador, clasificándose los productos según los requerimientos de los clientes, para luego ser cargados sobre camión, con una cargadora de oruga.

Seguridad e higiene de los sistemas de cosecha



En el periodo 2002-2004, la cosecha de la madera encabezaba el ranking de incidencia de accidentes y de enfermedades profesionales por actividades en la Argentina, poniendo en relieve las condiciones y los peligros de esta ocupación. Cuando las actividades eran manuales, los accidentes eran diarios. La exposición de los operarios a las herramientas manuales, al tránsito dentro de cada sector de trabajo, generaba accidentes tales como caídas sobre el mismo nivel con lesiones en tobillos o muñecas. También lesiones con machetes o ganchos de descortezados con heridas corto punzante, y los más críticos que ocurrían eran los cortes con motosierra, generando heridas graves o fatales. Sin dejar de mencionar la exposición de los trabajadores a las condiciones climatológicas naturales tales como lluvias, vientos y temperaturas extremas.

La mecanización de las tareas

Con la llegada de la mecanización en las tareas forestales, los primeros maquinistas, fueron los mismos motosierristas que por medio de alguna inducción, prueba y error se convertían en operadores. Esto era un desafío para todos, ya que los primeros equipos eran básicamente máquinas viales adaptadas a la actividad forestal. Excavadoras con cabezal procesador o garras para carga de madera. La transición hasta lograr la mecanización definitiva de las tareas no fue nada fácil y presentó accidentes de la misma manera que la actividad manual, hasta lograr perfeccionar la tarea y cubrir con protecciones todos los equipos. Fue necesario pasar por algunos accidentes para lograr obtener medidas preventivas y finalmente poder anticiparnos a la ocurrencia de alguno de ellos.



Los desafíos de la mecanización y la seguridad

Los desafíos a la hora de enfrentar la mecanización están basados en la operación, supervisión, organización del conjunto total de actividades y logística. Podemos comenzar describiendo la necesidad de conseguir mano de obra calificada, actualmente este sigue siendo uno de los puntos críticos de la tarea ya que existen pocos operadores que califican para el puesto y son muy demandados por los empresarios. Por otro lado, se requiere contar con soporte técnico de post venta de los equipos y repuestos en los frentes de trabajo. Sabemos que estos no siempre están a pocas distancias de las urbes y se vuelve imprescindible resolver los inconvenientes directamente en el campo. El almacenamiento y abastecimiento de combustible es otro elemento que debe quedar resuelto en una faena forestal, debido a que estos equipos si bien producen grandes volúmenes de madera por turno, tienen un consumo de combustibles y lubricantes en concordancia con esa producción.

Las protecciones de los equipos. Sistema de protección FOPS Y ROPS

El sistema **F.O.P.S.**, sistema de **Protección contra Caída de Objetos**; consiste en un enrejado que detiene los posibles objetos que puedan caer o que puedan invadir el habitáculo y poner en riesgo la integridad física del operador. El sistema **R.O.P.S.**, Sistema de **Protección Antivuelco**, consiste en un refuerzo de la estructura de la cabina y en la inclusión de unas barras que evitan el hundimiento de esta en el caso de vuelco.



Los equipos Harvester, Forwarder, Skidder y Feller forestales ya vienen preparados con estas protecciones, pero además poseen lexan en lugar de vidrio. En las maquinas viales, la sugerencia es reemplazar todos los vidrios por lexan, a modo de blindar la cabina del operador, para protegerlo del disparo de diente de cadena.

El disparo de diente de cadena

Uno de los riesgos más significativos de la operación con los cabezales procesadores es el disparo de diente de cadena. La cadena se rompe por una parte y cuando uno de los extremos pasa por el piñón o la punta de la barra provoca movimiento de látigo lo que puede ocasionar la rotura por otro punto con la consiguiente proyección de elementos de cadena. Esta proyección puede ocurrir en cualquier dirección, pero principalmente se da en el plano de acción de la barra. Este riesgo **NO PUEDE ELIMINARSE**. Todo el personal en el frente de trabajo debe estar capacitado respecto a la existencia de este riesgo potencial manteniendo distancia de trabajo segura de por lo menos 100 metros.

Otra manera de encarar la seguridad

Sin dudas, la concientización y la capacitación constante son los pilares para disminuir los accidentes en la actividad forestal. Para lograr la mejora continua se necesita contar con personal fijo, que puede seguir un plan de aprendizaje y formación de competencias laborales. El haber mejorado actualmente las instalaciones forestales, contar con wifi, tv por cable, sala de lectura o juego para los días de lluvia y acercar al personal hacia su familia con periodos de trabajo semanales generan condiciones de vida más beneficiosas para el empleado y otorga al empleador un plantel asentado, formado y que se encuentra a gusto en su puesto de trabajo. Estas son las nuevas formas de encarar la seguridad, los equipos forestales incluyen la seguridad con sus protecciones, pero la persona debe estar preparada para enfrentar las nuevas demandas del sistema.



Los ingenieros forestales, son quienes tienen a cargo la planificación para poder lograr obtener el máximo rendimiento de un bosque, aprovechando todos los recursos disponibles. El conjunto de estos factores, son los que permitieron a lo largo de estos años, incrementar el volumen de madera cosechada y bajar los índices de siniestralidad de la actividad, buscando la perpetuidad de la actividad en el tiempo.

*Bosque cultivado: bosque plantado por el hombre, principalmente con Salicáceas, Coníferas y Eucalyptus. Una vez cosechado, la superficie vuelve a plantarse (reforestar).

A 13

ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA FORESTAL EN EL CONTEXTO DEL SIGLO XXI: ¿EL ÚNICO PROBLEMA ES LA BAJA MATRÍCULA?

<https://www.argentinaforestal.com/2022/04/13/ensenanza-de-la-ingenieria-forestal-en-el-contexto-del-siglo-xxi/>



Autor: Fabio Germán Achinelli

Cátedra de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP – Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC).

“La definición de la Ingeniería Forestal, entendida por muchos autores, es “la aplicación de principios, técnicas y prácticas ingenieriles en la producción sostenible de bienes y servicios forestales”.

Estaba en la Estación Experimental “Julio Hirschhörn” de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de La Plata cuando una colega de la REDFORar me propuso, a mediados de 2020, colaborar con un artículo para Argentina Forestal. Quizás el hecho de encontrarme allí sin estudiantes, pandemia mediante, me predispuso a reflexionar sobre ciertos temas vinculados con la docencia de grado en Ingeniería Forestal, su presente y su futuro. El resultado es esta nota, en donde he intentado sintetizar algunos de estas reflexiones. Se trata de opiniones personales, y con ellas no pretendo reflejar el pensamiento mayoritario de la Institución en la que trabajo, ni mucho menos el de todas las Facultades de Ingeniería Forestal de Argentina. A pesar de sus limitaciones, creo que estas líneas pueden enriquecer los debates necesarios para fortalecer la carrera en nuestro país.



Educación de grado en Ingeniería Forestal y algunos emergentes preocupantes: ¿el problema sólo es la baja matrícula?

En el ámbito universitario de la Ingeniería Forestal (IF) son recurrentes los debates sobre el bajo número de alumnos en la carrera, y su excesivo tiempo de permanencia; se trata de problemas discutidos y compartidos por otras Facultades del país, y en el caso del primero, uno de los que despiertan más preocupación en las autoridades. Sin desconocer su importancia, este artículo dirige la mirada hacia otros emergentes que resultan más difíciles de caracterizar, y que también se pueden apreciar en el día a día de las clases.

En mi labor docente vengo observando con inquietud y cada vez con más frecuencia, que estudiantes avanzados demuestran escaso interés por las producciones forestales tradicionales y, además, una baja motivación para realizar actividades productivas en campo. Suelen reaccionar con recelo a los términos *producción, rendimiento, agroquímico* (“agrotóxico”), *bionegocio, eficiencia, tecnología* y *empresa*, con una actitud crítica cuya magnitud es directamente proporcional a la escala de los mismos. En contrapartida, se entusiasman y movilizan por contenidos vinculados con la conservación de los recursos naturales, la ecología forestal, la investigación científica, los cultivos orgánicos, la agricultura familiar, los pueblos originarios y las especies nativas.



Lo singular de estas actitudes quizás sea la vehemencia e intransigencia con las cuales algunos estudiantes enfrentan, a priori, el abordaje de estos temas. Se hace notorio, por ejemplo, cuando sostienen que una plantación de pinos (*Pinus* spp.) no reúne los atributos mínimos para que sea definida como un bosque siendo, los principales argumentos en contra, que ha sido implantada por el hombre y está conformada por una especie exótica. En otra actividad práctica sobre mecanización forestal, he presenciado cómo un estudiante se niega siquiera a acercarse a una pulverizadora de arrastre aduciendo “una cuestión de principios”. Lo anterior también se refleja en el escaso entusiasmo que muchas veces demuestran al ser convocados a trabajos en campo, pese a que nuestra Facultad cuenta para ello con un predio de 62 ha, ubicado a sólo 10 km de la ciudad de La Plata, y en donde pueden efectuarse prácticas como plantaciones forestales, viveros, utilización de maquinarias e incluso procesar madera en un moderno centro tecnológico. En estos emergentes percibo ciertos sesgos ambientalistas, cientificistas y anti-empresa, para caracterizarlos de algún modo, y si bien estas situaciones no son permanentes ni generalizadas, tienen lugar con una recurrencia cada vez mayor.

Estas actitudes suelen manifestarse como un cuestionamiento hacia los contenidos que los estudiantes reciben. Lo curioso es que si consultáramos a los docentes de mi Facultad, es muy probable que encontremos un elevado consenso respecto de la importancia de los criterios de sostenibilidad (productivos, ambientales, sociales) a los que las buenas prácticas de producción forestal deben ajustarse; seguramente veríamos igual consenso en cuanto a la relevancia de los pequeños productores, la importancia de las especies forestales nativas y las comunidades originarias, y el valor de la investigación científica como fuente de conocimiento útil para la Ingeniería. Asimismo, la gran mayoría (sino todos) reconocería que el uso incorrecto de agroquímicos genera toxicidad y ecotoxicidad y, de modo similar, que el enfoque exclusivamente económico en la producción forestal conspira, precisamente, contra su sostenibilidad. Entonces me pregunté: ¿por qué razón aparecen estos emergentes?, ¿representan un problema?, en cuyo caso ¿qué implicancias tienen para la formación y el desempeño profesional futuro de los estudiantes?.



Un conflicto de identidad que debemos solucionar

La actitud irreflexiva que he observado en algunos casos, por ejemplo, al utilizar la denominación de “agrotóxico” para referirse a los agroquímicos en forma generalizada, es en sí misma un problema, ya que además de irreflexiva implica en varios casos incurrir en errores conceptuales. A su vez, si el estudiante aborda con prejuicios negativos un contenido (por caso, el control químico de malezas en una plantación forestal), su análisis y aprendizaje estarán fuertemente condicionados, privándolo a futuro de la posibilidad de recurrir a ese método de control cuando su uso esté técnicamente justificado. Más aún, estos sesgos ambientalistas y cientificistas tienen impacto en aspectos actitudinales que requieren un análisis más profundo: la conservación ambiental y la investigación científica aparecen con frecuencia como los principales motivadores, en detrimento de los desafíos tecnológicos y productivos. El principal inconveniente es que estos sesgos entran en colisión con la definición misma de IF, entendida por muchos autores como “la aplicación de principios, técnicas y prácticas ingenieriles en la producción sostenible de bienes y servicios forestales”. Una lectura cuidadosa de la definición anterior permite ver que la principal preocupación del Ingeniero forestal es la *producción*, y que ésta tenga lugar en forma *sostenible*. A su vez, para lograr su objetivo, el ingeniero debe resolver *problemas* en un contexto de *limitaciones* (tiempo, recursos); la *heurística ingenieril* tiene una base de conocimientos amplia que incluye al conocimiento científico, sin que sea necesariamente el único ni a veces el más importante.

En síntesis, los emergentes que vengo observando en los estudiantes reflejan, a mi entender, un conflicto de identidad respecto de los estudios de Ingeniería Forestal que están cursando. Se trata de una desavenencia que afecta desde la base la vinculación del estudiante con la carrera, y que tiene influencia posterior sobre todos los contenidos y etapas del plan de estudios.



Múltiples causas, ¿cuáles abordamos primero?

Últimamente, escuchamos con frecuencia de la multicausalidad de los fenómenos, enfoque que resulta aplicable para el tema de esta nota. Algunos sesgos que he mencionado pueden vincularse a un contexto que va más allá de la carrera de IF y de la situación de nuestro país. La sensibilidad por los problemas ambientales es quizás el más esperable, dado que la humanidad está atravesando una etapa en donde el calentamiento global, las pandemias y la degradación de los recursos naturales están adquiriendo magnitudes alarmantes. De modo similar, podríamos encontrar en la finalización de la guerra fría, la globalización y sus consecuencias, parte de los cuestionamientos al concepto de empresa por su vinculación con el capitalismo. El sesgo científicista es probablemente el más singular de los tres, pero tampoco escapa a tendencias mundiales. Es un fenómeno que tuvo lugar durante el siglo XX, período en el que los científicos adquieren más prestigio y notoriedad ante la opinión pública (ej. premios Nobel), opacando a los tecnólogos e ingenieros cuya reputación había descollado en el siglo XIX. Hay asimismo condiciones propias del país que, directa o indirectamente, influyen sobre los estudiantes. Podríamos mencionar múltiples factores, pero sólo para ejemplificar ¿no habría una percepción más definida y acertada del rol de la IF si el sector forestal argentino hubiera tenido un desarrollo similar al de nuestro vecino Uruguay en los últimos 15 años?.

Podemos reconocer entonces que el contexto mundial y nacional ayuda a entender una parte de los emergentes, pero no los explica por completo. Se hace necesario, creo, un análisis introspectivo del proceso formativo en la propia Facultad. He mencionado a los estudiantes, y muchos de los que cumplimos funciones académicas valoramos su frescura y capacidad cuestionadora, gracias a las cuales se interpelan y ponen a prueba la solidez de nuestros argumentos y conocimientos. Los párrafos anteriores no buscan depositar en ellos la responsabilidad de este “conflicto de identidad”, sino que por el contrario dirigen la atención hacia los docentes y la Facultad, quienes deberíamos analizarlo y discutirlo con ellos, para luego ensayar soluciones.

Por caso, algunas señales institucionales que reciben los estudiantes son como mínimo confusas: en la Universidad Nacional de La Plata, las carreras de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Forestal se estudian en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales: el propio nombre de la Facultad menciona ciencia y no *ingeniería*. Asimismo, y al momento de analizar en detalle el plan de estudios de dicha carrera en la UNLP, se pueden encontrar unidades temáticas de cursos introductorios dedicadas al método científico, mientras que por el contrario, la currícula carece por completo de contenidos formales dedicados a los fundamentos de la ingeniería, su epistemología, su método y objetivos.

Se argumenta con razón que el componente afectivo es fundamental en lo actitudinal, y que esa actitud es a su vez parte esencial del desempeño personal. En términos ideales, nuestros estudiantes deberían ser fervientes ingenieros, y sentir un profundo amor y convencimiento por su profesión ¿pero cómo es posible que logremos ese vínculo en ellos si la esencia y la entidad de la Ingeniería aparecen en la currícula en forma confusa y con escasa jerarquización?.

Estas ideas aparentan ser simples, pero cuando intentamos conceptualizarlas vemos que entrañan una complejidad considerable. Un ejemplo: el año pasado participé en un evento organizado por nuestro Centro de Graduados,

en el que un colega expuso sobre su actividad a cargo de un aserradero. Le pregunté qué opinaba sobre los principales aspectos formativos que a su criterio la Facultad debía cubrir, a lo que me respondió: desarrollar la capacidad de pensar como Ingeniero Forestal. Sencillo, pero a su vez complejo, porque ¿de qué manera “piensa un Ingeniero Forestal”?, y más aún ¿cómo se estructura ese pensamiento durante el recorrido curricular?.

En las escasas discusiones que he tenido al respecto con algunos colegas, se argumenta que a “ser Ingeniero se aprende estudiando y luego ejerciendo”, lo que da por sentado que el sólo tránsito académico es el que confiere al graduado de esta capacidad. Dicha postura es riesgosa por varios motivos, pero en primer lugar porque evade el abordaje formal del tema, y por ende la definición explícita del mismo (ej. ¿cuáles son las capacidades buscadas en el Ingeniero Forestal y cómo se van adquiriendo en el proceso de enseñanza – aprendizaje?). Otro de los riesgos es que dejamos que los estudiantes se eduquen sobre estos conceptos y habilidades en el campo de la “educación no – formal”, y con ello abierta a diversos rumbos e interpretaciones no siempre pertinentes con el título profesional.



Consolidando la educación en Ingeniería Forestal a través de sus fundamentos.

Las respuestas a estos problemas no se encuentran, tal como las necesitamos, en las actividades y alcances profesionales definidos para la IF por parte del Ministerio de Educación de la Nación, ni en los planes de estudio actuales. Requieren a mi parecer, de un trabajo específico en la Facultad, el cual debería comprender una etapa inicial de diagnóstico, seguida de talleres interdisciplinarios y de recomendaciones consensuadas que impacten en forma concreta sobre las asignaturas (ej. contenidos, trabajos prácticos dedicados y técnicas didácticas particulares, preferentemente en *los primeros años de la carrera*).

Para comenzar el debate, y a su vez concluir la nota, propongo a los lectores algunos disparadores básicos en formato de preguntas. Algunas parecerán muy elementales, aunque precisamente por ello es importante discutir las y clarificarlas.

Dado que el ingeniero forestal es en primera instancia un ingeniero, ¿cómo se define un ingeniero?, ¿Cuáles son sus principales habilidades?

- Puede decirse que es un resolutor profesional de problemas en contextos con limitaciones. Para el ingeniero, la tecnología, es un concepto central, al punto que algunos definen al ingeniero como una categoría especial de tecnólogo, cuyo rasgo distintivo es la capacidad de organizar procesos. En cuanto a sus habilidades, se destacan:

1. comunicación efectiva: para expresarse (forma oral, escrita) y para saber escuchar.
2. pensamiento creativo
3. adaptabilidad
4. pragmatismo
5. capacidad de trabajo colaborativa
6. liderazgo
7. conocimientos técnicos
8. capacidad de desarrollo independiente y actitud emprendedora

Los puntos de contacto (y las confusiones) son frecuentes entre ciencia e ingeniería. Por ello, los contrastes con la ciencia pueden ser útiles para caracterizar a la Ingeniería, por ejemplo, ¿la ingeniería es ciencia aplicada?

- No; la ingeniería aplica cualquier conocimiento que sea relevante para abordar un desafío particular, con independencia de su origen. En ese sentido, la totalidad del conocimiento disponible es en principio la base epistemológica de la ingeniería, que por supuesto incluye al conocimiento científico y al conocimiento empírico.



Entonces, ¿cómo se vincula la ciencia con la ingeniería?

- El conocimiento científico es una herramienta del ingeniero, y la tecnología es el factor que le permite transformar los recursos disponibles para satisfacer necesidades. Un ingeniero no es un científico, así como tampoco es un matemático, ni un sociólogo ni un escritor, pero puede recurrir y

utilizar el conocimiento de algunas o todas esas disciplinas para resolver problemas ingenieriles. Es un profesional que se desenvuelve en la interfase entre la ciencia y la sociedad.

Siendo el ingeniero un profesional metódico por antonomasia, ¿hay método en Ingeniería? ¿es el método científico?

Sí, pero mientras que el objetivo del científico es el conocimiento en sí mismo y su método es el método científico, el objetivo del ingeniero es utilitario (resolver problemas productivos) y su método es heurístico, no científico (figura 1).

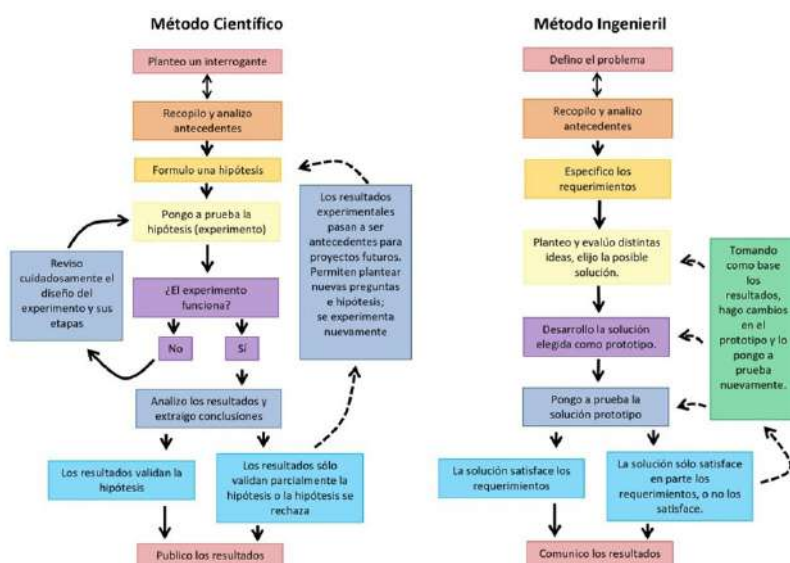


Figura 1. Diagramas conceptuales propuestos para el método científico (izquierda) y el método en ingeniería (derecha). Bajo una aparente similitud hay profundas diferencias, como por ejemplo, la solución de un problema por aproximaciones sucesivas en el método ingenieril (recuadro verde).

Otra confusión que se vincula con lo anterior tiene que ver con la investigación en ingeniería, ¿el Ingeniero investiga?, ¿qué investigaciones lleva a cabo?

Sí; pero sus investigaciones son principalmente tecnológicas, o incluso cualitativas; en ciertos casos lleva a cabo investigaciones científicas. Independientemente de ello, la necesidad de que el conocimiento sea útil determina fuertemente la naturaleza de la investigación ingenieril (orientada o dirigida). El conocimiento figura en la actividad de la ingeniería como *medio* para un *fin utilitario*; no es un fin en sí mismo.

En cuanto al aprendizaje de la ingeniería, ¿la práctica es importante?

- Sí; el aprendizaje mediante la realización de prácticas (“aprender haciendo”) es considerado un componente esencial de la educación en Ingeniería, aplicado por ejemplo en las técnicas de aprendizaje basadas en proyectos.

Llego así al final del artículo, convencido de que esta discusión es necesaria, y que una Ingeniería Forestal sólidamente fundamentada en sus principales objetivos y su método tendrá potenciada su aplicación en un rango diverso de organizaciones y contextos productivos.

A 14

HEREDEROS SILVOPASTORILES: LA EXPERIENCIA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLES EN COLOMBIA, UNA OPORTUNIDAD PARA EL RELEVO GENERACIONAL

<https://www.argentinaforestal.com/2022/05/11/herederos-silvopastoriles/>



Autora: Lina Paola Giraldo

Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles
de Producción Agropecuaria-CIPAV, Cali, Colombia



Autor: Adrián Chindicué

Empresa Agropecuaria El Volga. El Doncello, Colombia



Autor: Luis Chindicué

Empresa Agropecuaria El Volga. El Doncello, Colombia



Autor: Julián Chará

Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles
de Producción Agropecuaria-CIPAV, Cali, Colombia

Las comunidades rurales en Colombia y Latinoamérica en general enfrentan el reto de mantener activa la participación de nuevas generaciones como garantes de la continuidad de procesos productivos y de la seguridad alimentaria regional y local. En las últimas décadas la migración a las ciudades por parte de los más jóvenes, debido principalmente a falta de oportunidades en la agricultura y la ganadería, es un fenómeno creciente, común a toda la región, lo cual implica además, el envejecimiento de la población que atiende el sector. Esto es particularmente preocupante en los sistemas de producción agroforestales, silvopastoriles y de ganadería sostenible, en los cuales se requieren procesos continuos que permitan consolidar los beneficios a lo largo del tiempo.



Una de las principales acciones que se deberían considerar para mantener procesos productivos sostenibles y dar continuidad a los proyectos familiares de las zonas rurales, es el relevo generacional. Este se define como el “proceso de traspasar la sucesión (poder y gerenciamiento) y la herencia (bienes y capital) a la nueva generación”. Sin embargo, en los procesos de producción sostenible que llevan años de construcción, es importante que el relevo generacional incluya también el transmitir los conocimientos e inculcar desde niños el amor por su región y por la tierra a través del legado de principios y valores.



Con el fin de incentivar los procesos intergeneracionales, CIPAV, conjuntamente con otras instituciones en Colombia y otros países ha promovido iniciativas como los Herederos del Planeta y los Herederos Silvopastoriles. Se busca involucrar a niños y jóvenes, hijos de los propietarios rurales, con quienes se desarrollan trabajos de ganadería sostenible y sistemas silvopastoriles.

Un ejemplo de Herederos Silvopastoriles son los niños Aracelly (14 años), Gabriela (11 años), Juana Valentina (seis años), Rufino (cinco años) y Ariadne (tres años) pertenecientes a la tercera generación de la familia Chindicué Moreno. Ellos son propietarios de la empresa agropecuaria El Volga, ubicada en el municipio de El Doncello, Caquetá en el piedemonte Amazónico Colombiano. El Volga es una finca que desde hace alrededor de 20 años inició un proceso de reconversión de la ganadería tradicional (ganadería en amplias praderas, sin árboles) hacia modelos más amigables con el ambiente. Fueron incluyendo producción ganadera sostenible basada en sistemas silvopastoriles, producción de peces, producción de frutas, hortalizas y especies menores para la seguridad alimentaria, y procesos de restauración ecológica de bosques, y conservación de la biodiversidad, entre otros.



La Amazonía es una de las regiones con mayor biodiversidad del mundo, pero también con retos muy importantes en términos de deforestación y migración. Por esta razón, los modelos productivos desarrollados y la participación familiar se han convertido en un referente regional y nacional, que les ha permitido mejorar la producción y recibir visitantes (estudiantes, investigadores, campesinos, entre otros) de diferentes partes de Colombia y del mundo para conocer los procesos que se llevan a cabo en la finca.

Hoy, la familia Chindicué está conformada por los padres Rufino Chindicué, Oniris Moreno, dos hermanos Luis Chindicué y Adrián Chindicué, sus esposas Leidy Arias y Paola Rojas, y cinco niños que están recibiendo el legado del trabajo que por años han construido los adultos. Este tema es uno de los de mayor preocupación de la familia. Por esta razón, los niños se vinculan desde chicos al proceso productivo con pequeñas responsabilidades tanto en las labores de la finca, como en las investigaciones que allí se desarrollan y en la atención a visitantes.



Aracelly, Gabriela, Juana Valentina, Rufino y Ariadne, participan de manera activa en diferentes labores productivas como el cuidado de la huerta, la alimentación de aves de corral, cerdos y peces, y la preparación y despacho de alevinos cuando tienen pedidos. Además, cuando reciben visitantes, están encargados de la presentación del trabajo de seguridad alimentaria desarrollado en la empresa agropecuaria.



Gracias a este trabajo, los niños se han apropiado de los conceptos de sostenibilidad y comprenden la relación entre la producción y la conservación del medio ambiente. Por ejemplo, para Aracelly y Gabriela “los sistemas silvopastoriles son muy importantes para la producción del ganado. En ellos se combinan árboles, pastos y vacas de manera amigable con el medio ambiente pues brindan hábitat y alimento para plantas y animales nativos lo que permite un balance natural”.

Además de la parte productiva, la familia se vincula de manera activa en investigaciones realizadas en la finca, lo cual permite a sus integrantes aportar en los temas a investigar y apropiarse del conocimiento generado en su propio

predio. Recientemente los herederos de El Volga y sus padres participaron en una investigación realizada por CIPAV en el marco del proyecto IKI Estrategias Productivas Sostenibles. Se vincularon en los trabajos relacionados con la evaluación de la diversidad de plantas, aves y mamíferos, y en la medición de gases de efecto invernadero del ganado y del suelo, y de la captura de carbono por la vegetación.

En El Volga, además, se han realizado encuentros con jóvenes y niños de la región, lo cual ha permitido transmitir la experiencia y generar inquietud en niños y jóvenes de otras fincas respecto a la importancia de permanecer en la región. De acuerdo con la familia, así como hay trabajos con ganaderos, los proyectos siempre deben considerar vincular a las nuevas generaciones en las actividades que se desarrollan.

El papel protagónico de los niños en El Volga les ha permitido ir formando su actitud frente a lo que representa el campo, el lugar que habitan, la conservación de la naturaleza, la importancia de la seguridad alimentaria y la producción ganadera sostenible. Sin duda, en el futuro, todo el aprendizaje y formación que están recibiendo dará grandes frutos y el legado será transmitido a las nuevas generaciones. En sus propias palabras, sueñan que El Volga sea un lugar en donde se puedan seguir compartiendo la experiencia con los niños, jóvenes y adultos en un “trueque de conocimientos”.

La experiencia de El Volga y sus Herederos Silvopastoriles es un claro ejemplo de que el cambio de modelos de producción hacia sistemas sostenibles y el trabajo activo con toda la familia, son una oportunidad para evitar la desvinculación de las nuevas generaciones de las zonas rurales. A su vez, esta apropiación garantiza que a futuro los procesos de producción amigable con el ambiente se mantengan y crezcan en la región.

A 15

EL BOSQUE, EL “PULMÓN” DEL PLANETA Y EL OXÍGENO QUE RESPIRAMOS

<https://www.argentinaforestal.com/2022/05/29/el-bosque-el-pulmon-del-planeta-y-el-oxigeno-que-respiramos/>



Autor: Alejandro Dezzotti

Departamento de Ecología
Sede San Martín de los Andes
Universidad Nacional del Comahue

“...los árboles consisten básicamente en aire. Cuando arden, vuelven al aire, y con el calor ardiente se libera el calor ardiente del Sol que se concentró para convertir el aire en árbol. Y en la ceniza queda el pequeño residuo de lo poco que no salió del aire, sino que salió de la tierra sólida.”

Richard Feynman (“El placer de descubrir”, 1999)

La biósfera

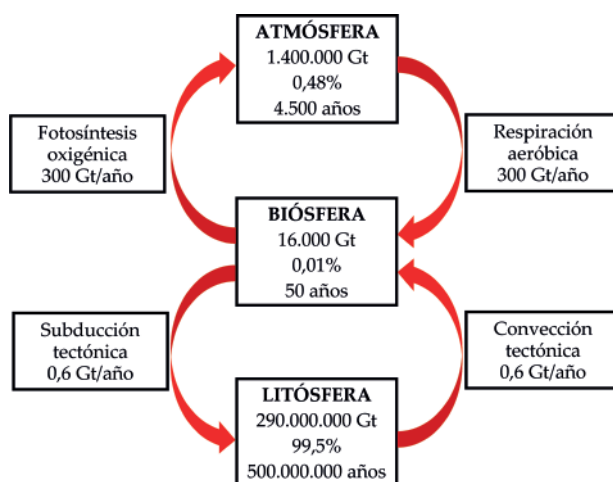
La Tierra es el único lugar conocido donde existe vida. Este fenómeno abundante y diverso se basa en tres ingredientes esenciales: una fuente primaria de energía (radiación solar y compuestos químicos inorgánicos), elementos químicos (fósforo, azufre, hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno y otros) y agua líquida. Sin embargo, sin el nivel actual de oxígeno molecular en la atmósfera (O_2), la vida sería completamente diferente. El O_2 permitió que los organismos experimentaran una sorprendente evolución y se alcanzara la diversidad actual de la biósfera. Esta “zona de la vida” es un concepto que integra a todos los seres vivos y los demás componentes de la geósfera (la litósfera, la hidrósfera y la atmósfera), acuñado por el geólogo austriaco E. Suess en 1875 y perfeccionado por el físico ruso V. Vernadsky a principios del s. XX.

La vida prácticamente existe en todos los lugares de la Tierra, incluidos las profundidades de la corteza terrestre y del hielo continental, y las partes más profundas del océano y más altas de la atmósfera. Poblaciones de microorganismos fueron descubiertas a 580 m del interior de rocas localizadas a 2.600 m del fondo del mar, en el interior de la corteza terrestre a 5.000 m y a 800 m por debajo del hielo en la Antártida. También se encontraron aves volando a 11.000 m de altura y peces desplazándose a 8.400 m de profundidad. Estos límites definen el tamaño de la biosfera, que es difícil de precisar con exactitud. Sin embargo, se estima que 99,5% de este volumen es inhabitable para el *Homo sapiens*, debido a la alta o baja presión atmosférica y temperatura, la ausencia o exceso de radiación solar y la falta de oxígeno.



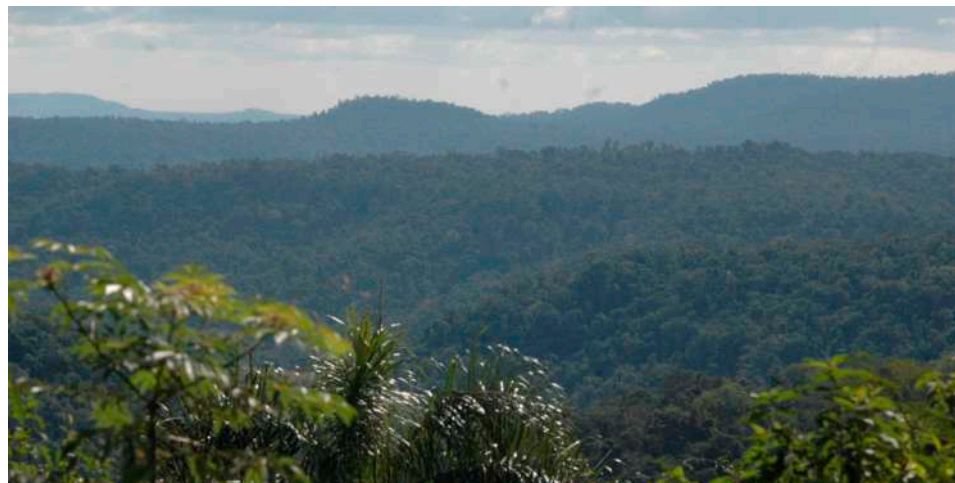
El oxígeno

El oxígeno es uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre, representa el 89% de la masa del océano y es el segundo elemento más abundante en la atmósfera, alcanzando el 21% del volumen total (Figura 1). Si todo este oxígeno se enfriara hasta el estado líquido, una capa de 6 cm de espesor de este elemento cubriría la superficie completa del planeta. Existe una mezcla uniforme de O₂ en la atmósfera hasta aproximadamente 80 km de altura, pero debido a la disminución exponencial de la presión con la altitud, la mayor parte se encuentra en los primeros 10 km. El O₂ es vital porque provee de elementos químicos para la fotosíntesis oxigénica y la respiración aeróbica (6CO_2 (dióxido de carbono) + $6\text{H}_2\text{O}$ (agua) + $h\nu$ (radiación solar) = $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glucosa) + 6O_2)).



Procesos y flujos de oxígeno a nivel terrestre

La vida comenzó en una atmósfera sin O₂ y estas condiciones se extendieron hasta hace aproximadamente 2.200 millones de años. Sin embargo, a partir de ese momento la aparición de las cianobacterias, capaces de sintetizar compuestos orgánicos a partir de la radiación solar y el poder reductor del agua, causó el “Gran evento de oxidación” que cambió por completo la biósfera. La fotosíntesis oxigénica convirtió la atmósfera y el océano en ambientes con una abundante cantidad biológica de O₂, que “envenenó» muchos organismos anaeróbicos. Sin embargo, el uso como fuente de poder reductor de un recurso abundante como el agua, implicó un aumento de la productividad primaria en un orden de hasta 1.000 veces, y la vida en el océano y la tierra firme comenzó a volverse abundante, diversa y compleja. La acumulación significativa de oxígeno en la atmósfera comenzó cuando el flujo de O₂ hacia la atmósfera, debido a la fotosíntesis de las cianobacterias y el enterramiento de carbono orgánico, sulfuro y minerales en los sedimentos, excedió el flujo asociado al sumidero de oxígeno debido a la oxidación de compuestos que provenían de gases y minerales reducidos volcánicos.



The collage consists of six news article thumbnails:

- Thumbnail a (BBC):** Titled "Amazon: Lungs of the planet". It features a satellite-style image of the Amazon basin and text stating: "The Amazon in South America is the largest, most diverse tropical rainforest on Earth, covering an area of five and a half million square kilometres (2.1 million sq mi)".
- Thumbnail b (Diario Clarín):** Titled "Alarmante Por qué el Amazonas es el pulmón del mundo". It shows a dense forest with a small boat in the foreground.
- Thumbnail c (National Geographic):** Titled "El verdadero pulmón del planeta está en los océanos". It features an aerial view of a tropical beach with two people in a boat.
- Thumbnail d (Diario El Confidencial):** Titled "Arde el Amazonas: están quemando el pulmón del planeta". It shows a satellite map of the Amazon region with a red area indicating fire.
- Thumbnail e (National Geographic):** Titled "El cambio climático está alterando al verdadero 'pulmón de planeta'". It features a satellite-style image of the Amazon basin with a blue overlay.
- Thumbnail f (Diario La Vanguardia):** Titled "El cambio climático está alterando al verdadero 'pulmón de planeta'". It shows a large fire burning in a forest.

Fig. 2. Algunos portales informan que el bosque y el océano representan los “pulmones del planeta”. a) BBC, b) Diario Clarín (23/08/2019), c) National Geographic (8/10/2019), d) Diario El Confidencial (22/08/2019), e) National Geographic (27/2/2021), f) Diario La Vanguardia (22/08/2019).

El pulmón del planeta

Los bosques naturales en general y los de la Amazonia en particular son extensamente retratados en forma figurada, en textos sobre información, educación y acción vinculada a la conservación ambiental, como los “pulmones del planeta” (Figura 2). Un *tweet* reciente del presidente francés Emmanuel Macrón tuvo el mismo sentido: **“Nuestra casa está en llamas. Literalmente. El Amazonas, el pulmón de nuestro planeta que produce el 20% de nuestro oxígeno, está en llamas...”**, escribió (Figura 3). Aunque el pulmón no produce oxígeno, sino que lo consume, igualmente se utiliza esta metáfora que encierra una equivocación mayor: la que plantea que el O₂ que respiramos proviene de la fotosíntesis. Esta afirmación implica que la destrucción del bosque nos priva de un elemento vital.



Fig. 3. Tweet del presidente de Francia E. Macrón que señala a la Amazonia como el “pulmón del planeta” (22/8/2019)

La falsedad de esta idea se verifica con el resultado de un experimento sencillo: la variación diaria de O₂ en un recipiente cerrado que contiene una planta adulta expuesta a la luz solar, es prácticamente nula. La fotosíntesis es el proceso principal que produce O₂, sin embargo, la respiración aeróbica ejercida por estos mismos organismos, lo remueve prácticamente en la misma cantidad (Tabla 1, Figura 1).

Proceso	Flujo (GtO/año)
Entrada	
Fotosíntesis oxigénica terrestre	165
Fotosíntesis oxigénica oceánica	135
Fotosíntesis N ₂ O y H ₂ O	0,013
Total	300
Salida	
Respiración aeróbica	230
Oxidación microbiana	51
Combustión de material fósil	12
Oxidación fotoquímica	6,0
Fijación natural y antropogénica de N ₂	20,2
Oxidación de gases volcánicos	0,1
Meteorización	0,5
Fijación de O ₃	0,1
Total	300

Tabla 1. Procesos y flujo del oxígeno de la atmósfera.

La comprensión del origen del O_2 que respiramos requiere analizar las fuentes, que aumentan su cantidad en la atmósfera, y los sumideros, que la disminuyen, y la relación de este gas con los demás componentes de la geósfera. El movimiento del oxígeno describe un ciclo en el que participan procesos biológicos (e.g., la fotosíntesis oxigénica y la respiración aeróbica), químicos (e.g., la meteorización) y físicos (e.g., el movimiento de la corteza terrestre y el vulcanismo), estrechamente relacionado con el ciclo de otros elementos químicos. La cantidad de O_2 está controlada, entre otros procesos, por el enterramiento tectónico de la materia orgánica que contiene carbono y oxígeno, originada por la fotosíntesis, en los sedimentos oceánicos profundos anóxicos (subducción por convergencia). Posteriormente, estos sedimentos se transforman en minerales y rocas (e.g., pirita, óxido de hierro, calcita, dolomita), que son sometidos a la meteorización que libera nuevamente O_2 , luego de ser elevados tectónicamente (expansión por divergencia).

El 0,1% de la productividad primaria forma parte del reciclado geológico de largo plazo del O_2 , mientras el 99,9% restante forma parte del reciclado biológico de corto plazo, determinado por la fotosíntesis y la respiración (Fig. 1). Al mismo tiempo, este flujo está controlado por mecanismos de retroalimentación negativa, que mantienen en equilibrio dinámico una cantidad estable de O_2 en el aire. Por ejemplo, la oxidación de las rocas depende de la cantidad de O_2 ; si es baja, la oxidación es baja también. Cuando la cantidad de O_2 es alta, la probabilidad de una mayor intensidad y cantidad de incendios de la vegetación naturales y antropogénicos también aumenta, que oxida la materia orgánica y disminuye la cantidad de O_2 .

El bosque

El oxígeno que respiramos se debe a las cianobacterias, que prosperan desde hace millones de años, y cuya evolución fue el gran acontecimiento de la historia de la Tierra. Sin embargo, para alcanzar la abundancia actual del oxígeno no alcanzó con el origen y la producción de estos microorganismos. La tectónica de placas, a través del enterramiento y la liberación de compuestos químicos, posibilitó la oxigenación original de la atmósfera y contribuye a mantenerla en el nivel estable actual. Este nivel podría cambiar como resultado de la combinación de procesos geológicos y biológicos, lo que probablemente llevaría millones de años.

El bosque no es responsable del oxígeno que respiramos, pero la preocupación pública sobre su extensión y estado de conservación está justificada. En los últimos 30 años, la deforestación global se produjo a una tasa de 0,25 %/año y alcanzó más de 300 millones de hectáreas, una superficie equivalente al tamaño de la Argentina continental. En nuestro país, durante ese periodo se deforestaron más de 7.300.000 de hectáreas a una velocidad de 0,71 %/año; esta tasa triplicó la mundial. Aquí, la deforestación es históricamente muy intensa: entre 1915 y 2020 se perdió en forma irreversible 74,6% de la superficie de los bosques naturales (Fig. 4).

El universo es infinito pero el espacio habitable con el que contamos en él es ínfimo, debido en parte al oxígeno que es vital. El bosque también es vital, no únicamente para nuestra propia existencia. Desde hace relativamente poco tiempo, dejamos de ser sólo seres biológicos para convertirnos también en agentes geológicos, capaces de ejercer un impacto sin precedente sobre la atmósfera, el océano y la capa superficial del planeta, que incluye al bosque. **Mientras respiramos profundamente, deberíamos reflexionar acerca de la tragedia ambiental y social que representa la destrucción forestal, y preguntarnos si no nos estamos convirtiendo en el hacha que tala nuestra propia raíz.**

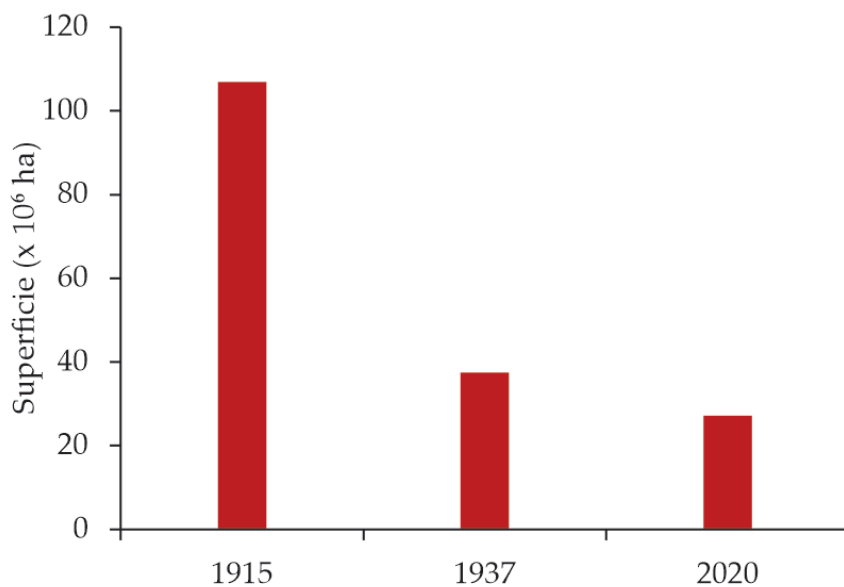


Fig. 4. Superficie de los bosques naturales de la Argentina entre 1915 y 2020.

Lecturas sugeridas

Canfield D. 2015. Oxígeno: una historia de cuatro mil millones de años. Editorial Crítica. <https://doi.org/10.1126/science.1063811>.

Kump L. 2008. The rise of atmospheric oxygen. *Nature* 451(17): 277-278. <https://doi.org/10.1038/nature06587>.

Wuebbles D. 2018. Oxygen cycle. En: *Encyclopedia of Ecology*. Pp. 146-153. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.00947-7>.

A 16

SOBRE DATOS FORESTALES JUSTOS Y ABIERTOS

<https://www.argentinaforestal.com/2022/07/19/sobre-datos-forestales-justos-y-abiertos/>



Autora: Agustina Malizia

Instituto de Ecología Regional (IER, UNT-CONICET)

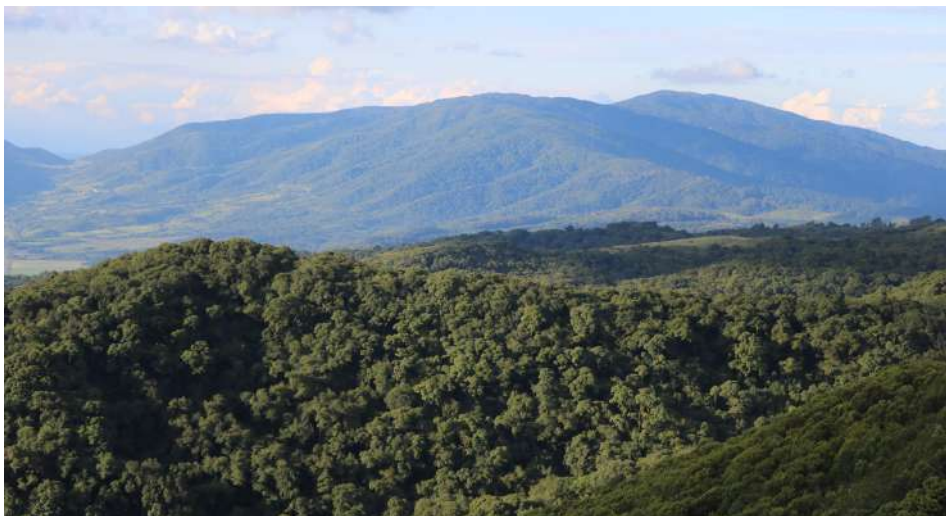


Autora: Cecilia Blundo

Instituto de Ecología Regional (IER, UNT-CONICET)

En esta opinión internacional sobre cómo es la situación de quienes generan los datos forestales en sitios tropicales y subtropicales participan Agustina Malizia y Cecilia Blundo del Instituto de Ecología Regional (IER, UNT-CONICET), y comentan sobre el tema. <https://www.nature.com/articles/s41559-022-01738-7>

La demanda de conocimiento sobre los bosques tropicales y subtropicales está en aumento en todo el mundo. La información sobre cuánto carbono acumula o sobre su biodiversidad es muy valiosa y diferentes actores como científicos, gobiernos, ONGs, etc., desean utilizarlos. Existe una opinión generalizada que para conseguir mejores resultados es necesario que los datos forestales sean *abiertos*, es decir que estén disponibles para toda la comunidad y se puedan compartir sin restricciones; y *justos*, es decir que sean localizables, accesibles, interoperables y reutilizables (del inglés FAIR: Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Sin duda, los datos abiertos pueden fomentar la transparencia e impulsar la innovación.



Sin embargo, generar datos forestales a largo plazo, implica medir e identificar en el terreno millones de árboles. Esto significa establecer, mantener y volver a visitar las parcelas permanentes una y otra vez, y curar los registros indefinidamente. Los árboles son organismos longevos, por lo que los bosques requieren décadas de seguimiento para inferir sus cambios. Por lo tanto, mantener los registros locales durante décadas implica un compromiso profundo y a largo plazo con las combinaciones adecuadas pero cambiantes de personas, instituciones, normativas e intereses que caracterizan a cada sitio forestal. Sin embargo, muchos trabajadores forestales incluyendo asistentes de campo, técnicos, becarios, estudiantes e incluso investigadores carecen de seguridad laboral y de una trayectoria profesional a pesar de la dedicación en el tiempo que requiere el monitoreo de los bosques. Incluso, en ciertas regiones están expuestos a grandes riesgos personales como secuestro y violencia. Estos costos que conllevan la adquisición y el mantenimiento de los datos son frecuentemente subvalorados. Esto resulta problemático teniendo en cuenta que los países que albergan bosques tropicales y subtropicales generalmente se encuentran entre los que menos pueden invertir en ciencia y desarrollo. No resulta sorprendente, entonces, que quienes más abogan para que los datos de los bosques tropicales y subtropicales sean abiertos, no sean quienes los monitorean en el terreno.



En este artículo se plantean recomendaciones basadas en las necesidades y perspectivas de quienes generan los datos forestales, para garantizar que los usuarios y los financiadores contribuyan adecuadamente. Esto incluye la financiación de los costos directos e indirectos de: (i) el trabajo de campo y el trabajo en laboratorio, incluyendo el apoyo a los herbarios; (ii) las prácticas de trabajo en el terreno, las condiciones de empleo seguras y formación para todos los trabajadores de los que depende la generación de los datos; (iii) los gastos generales (overheads) de las instituciones responsables de la entrega de datos. En conjunto, abordar estos costos reales pondrá a los financiadores en condiciones de garantizar que su apoyo conduzca a una ciencia más abierta a través de la publicación de datos. Adicionalmente, los autores y las editoriales de las revistas también pueden apoyar: (iv) revisando definiciones de autoría para incluir a quienes participan en la recopilación y gestión de datos, y (v) garantizando que los resultados se comuniquen en los idiomas de dichos autores, (vi) se necesitan acuerdos internacionales, que incluyan financiación, para apoyar la obtención de datos, la creación de capacidades y de carreras estables a largo plazo para potenciar las instituciones subtropicales y tropicales. Es esencial (vii) desarrollar colaboraciones a largo plazo y equitativas, que incluyan financiadores, generadores de datos y usuarios por igual. En este sentido, ya han surgido redes de investigación a nivel mundial y nacional que apuntan a generar, reunir y compartir datos forestales, al tiempo que ponen a quienes generan los datos en control de la gestión y el acceso a los mismos. Sin embargo, estas iniciativas aún heredan las asimetrías de la investigación científica, pero pueden tender puentes y desarrollar la próxima generación de líderes subtropicales y tropicales apoyándolos con datos, herramientas, conectividad y oportunidades para liderar resultados académicos y aplicados.

En resumen, para que los datos de los bosques tropicales y subtropicales sean *abiertos*, primero deben recibir un apoyo *justo* quienes generan los datos. No sólo es justo invertir en los trabajadores forestales y en su desarrollo, sino que también es mejor para los objetivos globales que todos queremos alcanzar.

Nota final: Para estudiar las selvas subtropicales de montaña del noroeste argentino el Instituto de Ecología Regional (IER, UNT-CONICET) junto a la Fundación ProYungas y el grupo de investigación CETAS-UNJu se ocupa de mantener la Red Subtropical de Parcelas Permanentes (RedSPP, <https://ier.conicet.gov.ar/red-subtropical-de-parcelas-permanentes-redspp/>) que cuenta con 79 parcelas (71.24 hectáreas) distribuidas por las Yungas en las provincias de Tucumán, Salta y Jujuy que se remiden periódicamente, por ejemplo cada 5 años. La base de datos de la RedSPP cuenta con 30 años de datos y más de 40.000 árboles identificados y medidos. Contribuye así al estudio de los factores y procesos que condicionan la estructura y dinámica de estos bosques, así como su respuesta futura a los cambios globales incluyendo cambio climático, cambios en el uso de la tierra, invasión de especies exóticas.

A 17

DESARROLLO SOSTENIBLE: LA FORESTO-INDUSTRIA, SU APORTE A LA ECONOMÍA CIRCULAR Y CARBONO NEUTRALIDAD

<https://www.argentinaforestal.com/2022/08/13/economia-circular-y-carbono-neutralidad/>



Autora: Claudia Peirano

Asociación Forestal Argentina

El sector foresto-industrial de Argentina tiene el potencial de crecer bajo el paradigma de economía circular y aportar responsablemente en la agenda de sostenibilidad y carbono neutralidad. Mientras que las plantaciones de árboles colaboran en la mitigación, el uso de la madera en sus múltiples aplicaciones permite el almacenamiento del carbono y la sustitución de productos no renovables e intensivos en Gases de Efecto Invernadero (GEI) al mismo tiempo que se crea valor, empleo y resuelven necesidades de las personas.

El sistema de producción y consumo actual está sobre-utilizando los recursos globales y las pérdidas en biodiversidad, impacto en el agua, en el suelo y en el clima son insostenibles. De acuerdo con la UE, el consumo mundial de materias como la biomasa, los combustibles fósiles, los metales y los minerales se duplicará en los próximos cuarenta años y la generación anual de residuos se incrementará en un 70 % de aquí a 2050. De mantenerse la tendencia actual de producción y consumo, se estima que se necesitarán los recursos de 3 planetas para el año 2050. Por ello, para revertir esta tendencia, se está impulsando revisar los sistemas lineales de producción actuales y el concepto de economía circular se está imponiendo como paradigma y método para lograr sistemas de producción y de consumo más sostenibles.

La Economía Circular comprende no solo gestionar el ciclo de vida de un producto desde “la cuna a la tumba”, sino que además incluye compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear valor agregado y reducir los residuos al mínimo. La transición hacia una economía circular y carbono neutro implica necesariamente una reconfiguración de los sistemas de producción y de consumo. Requiere cambiar los sistemas lineales actuales de extracción, producción, uso y disposición por otro que contemple el ciclo de manera circular, tal como se muestra en el gráfico 1. Esto implica considerar el ciclo de vida completo: la producción sostenible de materias primas; el ecodiseño, que debe contemplar el ciclo de vida del producto; la producción y reelaboración; la distribución; el consumo (con vida extendida a través de reparación y reutilización); la disposición y el reciclado. **El objetivo final es reducir los desperdicios al mínimo y optimizar el uso de los recursos en todo el ciclo de vida de un producto.**



Gráfico 1. Esquema que representa la economía circular

Fuente: https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/euoparl/circular_economy/circular_economy_es.svg

A la visión integral de la cadena productiva y de consumo se le agrega la necesidad de avanzar hacia sistemas productivos y de consumo que reduzcan su huella de carbono y contribuyan a la carbono-neutralidad requerida para evitar llegar a 2 grados de aumento en la temperatura media para el año 2050. **Por ello, la medición y contabilización del carbono como un atributo más de los productos y procesos será cada vez más mandatorio.** Este requerimiento tendrá profundas consecuencias en todas las cadenas productivas, pero principalmente en aquellas de uso intensivo de energía y/o basadas en petróleo y carbón (especialmente combustibles y plásticos), que actualmente son de uso masivo en prácticamente todas las instancias de consumo y parte de nuestro estilo de vida.

La países y bloques económicos, las cadenas globales de producción y las empresas financieras están convirtiendo estos conceptos en un plan de acción, requisitos y normativa específica para sus políticas de compra y financiamiento, con el objetivo explícito de avanzar hacia una economía limpia y carbono neutro y alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible para el 2030 y la carbono neutralidad para 2050.

La era de la transición

La transición hacia una economía más limpia y carbono neutro implica necesariamente una reconfiguración de los sistemas de producción y de consumo. Una pregunta importante es cómo realizar esta transición en forma inclusiva.

Es decir, que la transición se realice de manera gradual, generando empleos verdes y manteniendo el bienestar de las personas. La transición energética y la transición productiva requieren identificar sistemas de producción y de servicios que aporten a sistemas más sostenibles y que, al mismo tiempo, creen empleo y mantengan e incrementen el bienestar de la población.



En este contexto de urgencia en la agenda global, este artículo presenta los aportes del sector forestal y foresto-industrial en estos objetivos, tanto en lo que se refiere a contribuir a una economía circular como a la descarbonización de la economía de una manera sostenible e inclusiva.

La cadena foresto-industrial en la bioeconomía circular y mitigación del cambio climático

Los árboles son reconocidos ampliamente por su aporte a la mitigación del cambio climático, ya que se aceptan como el sistema basado en la naturaleza más eficiente para absorber CO₂ de la atmósfera en su proceso de crecimiento. Esto ha disparado diferentes políticas de plantación de árboles, como es el caso de la UE (3 Billion Trees Pledge), WWF (A Trillion Trees Initiative), Cordón Verde en África, etc. El Acuerdo de París, en su Art. 6, reconoció la importancia de desarrollar tanto mercados regulados como mercados voluntarios de carbono como forma de promover la gestión y mitigación. Estos mercados están en pleno desarrollo y el Art. 6 aún no está completamente reglamentado; pero, sin dudas, el aporte de los bosques y de los árboles a la mitigación del cambio climático es reconocido y una herramienta importante para las políticas de mitigación en todo el mundo.

Menos reconocido e investigado es el aporte que el uso de la madera realiza al sustituir productos no renovables y de uso intensivo de energía. La madera no solo tiene la capacidad de almacenar el CO₂ en sus usos sólidos, tal como en la construcción, muebles, pisos, entre otros, sino que además ofrece alternativas para sustituir productos de origen fósil, no renovables y/o de alto consumo de energía en sus aplicaciones a través de bioproductos y bioenergía. Por otro lado, en su disposición final, es renovable y reciclable. En Argentina, alrededor del 60% de la producción de papel se realiza a partir del reciclado. Estas características no solo aportan a la mitigación del cambio climático en toda la cadena productiva, sino también a una bioeconomía circular y, con ello, a opciones más

sostenibles para el crecimiento y desarrollo económico nacional y global.

Recientemente, una investigación realizada por el Comité Asesor en Industrias Forestales sostenibles (ACSF) para FAO ahondó en esta línea de trabajo con un documento que explora cómo los productos en base a la madera pueden sustituir a los de origen fósil e intensivos en uso de energía, reduciendo la huella de carbono de las cadenas de suministro, aportando a una bioeconomía circular global y colaborando en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de 2030 (ODS 2030).

OPORTUNIDADES PARA SUSTITUIR PRODUCTOS NO RENOVABLES Y DE USO INTENSIVO EN ENERGÍA POR PRODUCTOS DE BASE FORESTAL

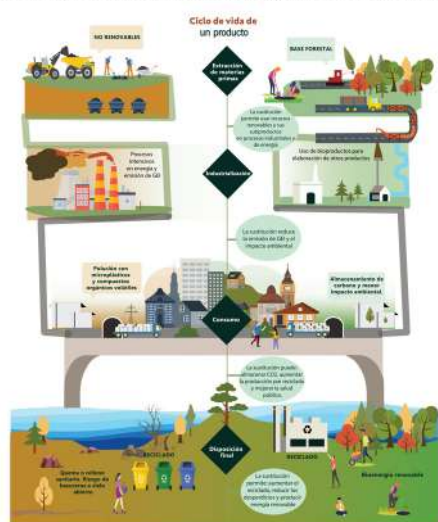


Gráfico 2: Ciclo de vida de un producto

Fuente: Adamek et al., 2020; Adamek, P. L., et al. 2020. The role of forest products in the global bioeconomy. Enabling substitution by wood-based products and contributing to the Sustainable Development Goals. Rome, FAO on behalf of the Advisory Committee on Sustainable Forest-based Bioeconomy (ACSB). <https://doi.org/10.4060/ps21002020> Rome, 2021

El gráfico 2 sintetiza las fases de estos aportes. El ciclo de vida de un producto incluye la obtención de materias primas, su industrialización, consumo y disposición final. En cada una de estas etapas, el uso de productos forestales y sus derivados colabora con una producción con menos impacto ambiental al ser de base renovable, reciclable y de menor huella de carbono. Los árboles proveen la materia prima para productos tradicionales como los papeles y cartones, el uso de madera para la construcción, las fibras celulósicas para textiles y el uso de resinas para químicos. A partir de la innovación, se agregan nuevos productos como bioplásticos, espuma de madera, nuevas fibras textiles, y productos de nanotecnología y bioingeniería que permiten el uso de la madera en múltiples aplicaciones. En este sentido, es importante destacar que la innovación motoriza esta transición.

En el documento elaborado por ACSFI, se menciona la revisión de 64 estudios que evaluaron los efectos de la sustitución del uso de la madera por otros funcionalmente similares, pero de origen no renovables, y hallaron una evidencia sólida que el uso de la madera está asociada a menores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el ciclo de vida del producto. A pesar de ello, alertan que la información disponible para medir la contribución en las distintas líneas de productos es aún insuficiente. Mientras hallaron que está muy bien documentado el aporte de la construcción con madera, que reduce alrededor del 65% de la huella de carbono comparado con los sistemas tradicionales, el documento indica que el resto de las actividades requiere aún más información que es difícil de medir por falta de estándares y por la variabilidad que pueden tener las mediciones, dependiendo del origen de la madera, las tecnologías utilizadas y los productos que sustituyen.

Estos requisitos de medición de huella de carbono y trazabilidad de los productos en las cadenas de suministro son crecientemente solicitados por los bancos (lo que se denomina “finanzas verdes”), las cadenas globales de producción y por las normativas de los bloques y países, en las que ya están avanzando, por ejemplo, la Unión Europea y China.



Oportunidades y desafíos en Argentina

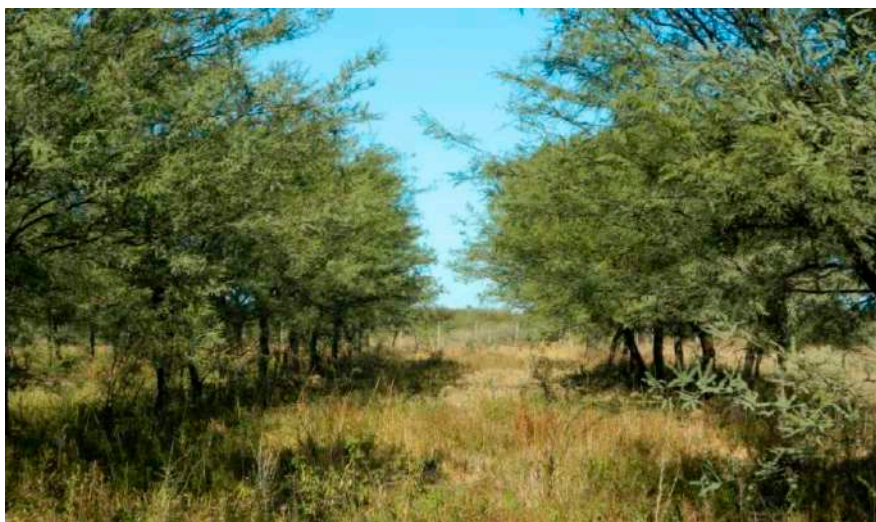
El sector forestal y la industrialización de madera aportan tanto para la mitigación del cambio climático como para adaptarse al paradigma de economía circular y responden a la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 y a la carbono-neutralidad señalada como objetivo para el año 2050. Para cumplir con estas metas, se debe promover un crecimiento de las acciones de restauración, la conservación y gestión sostenible de bosques nativos y el aumento de la superficie forestada planificada y gestionada en forma sostenible, por un lado, y expandir la inversión y producción en el agregado de valor de productos provenientes de los árboles (construcción, muebles, pisos, papeles y embalajes, pellets, bioproductos, químicos, textiles), incluyendo el carbono como atributo.

Argentina tiene actualmente un patrimonio de 55 millones de hectáreas de bosques nativos y 1,3 millones de hectáreas de plantaciones forestales. La foresto-industria de Argentina se provee en un 95% de madera proveniente de esas plantaciones. El agregado de valor incluye la producción de celulosa y papel, madera y tableros para viviendas y muebles, energía eléctrica y térmica y diversos productos químicos. Con 13.000 productores forestales y más de 6.000 empresas, la foresto-industria emplea en forma directa y formalmente a unas 100.000 personas y exporta alrededor de 700 millones de dólares anuales. Históricamente, tiene una balanza comercial negativa, principalmente, por la importación de papel.

Argentina se encuentra en una situación excelente tanto para ampliar la superficie plantada como para avanzar en el agregado de valor de la madera. Para ello, se deben cumplir varios requisitos:

Condiciones habilitantes para lograr una expansión forestal sostenible:

1- **Superficie disponible:** Argentina tiene una amplia superficie para expandir las plantaciones forestales en forma ambientalmente sostenible. Un estudio realizado por el FAO (2020) en el marco de Probiomasa para evaluar el potencial de plantaciones dendroenergéticas en Argentina, detectó cerca de 15.252.878 hectáreas potencialmente aptas para plantaciones forestales en todo el país. En dicha estimación no incluyeron suelos utilizados en agricultura ni superficies consideradas en el ordenamiento de bosques nativos. A esta superficie se le puede adicionar lo aportado por otros estudios realizados por INTA para especies de alto valor, como la Toona (que reemplaza el cedro), que identifica alrededor de 2 millones de hectáreas de alta y media aptitud para esta especie en la zona de Salta y Jujuy, así como los interesantes avances genéticos que se están logrando para la plantación de quebracho y algarrobo en la región del Gran Chaco. Esta disponibilidad de tierras supera ampliamente las previsiones del sector público y privado de aumento de la superficie de plantaciones forestales, que se ha limitado a alcanzar los 2 millones de hectáreas para el año 2030.



2- **Ordenamiento territorial:** Para que la expansión sea realmente sostenible, se coincide con la propuesta de UE en que se debe plantar el árbol correcto, en el lugar correcto, de la manera correcta y con el destino correcto. Para ello, la Ley 25080, en su modificación efectivizada por la Ley 27487, incluye avanzar en la zonificación para realizar análisis de impacto ambiental a nivel de cuenca forestal en lugar de hacerse a nivel de predio, en función a criterios de sostenibilidad ambiental, económica y social. Se está avanzando en este sentido, pero se debe acelerar la disponibilidad de esta herramienta de ordenamiento territorial.





3- Certificación por gestión sostenible: la trazabilidad de productos de base forestal a su origen legal y de gestión sostenible ya es un requisito para el comercio a diferentes países, bloques comerciales y cadenas globales. Argentina ya cuenta con alrededor del 55% de sus plantaciones certificadas bajo los sellos internacionales FSC y/o PEFC. Es deseable que la superficie certificada siga creciendo. En particular, que la certificación se expanda en los bosques nativos, en donde es prácticamente inexistente.

4- Inversión en agregado de valor: Es imprescindible promover las inversiones en valor agregado considerando las amplias posibilidades del sector para optimizar el uso de la madera bajo el concepto de economía circular. Mientras que las plantaciones de árboles colaboran en la mitigación, el uso de la madera en sus múltiples aplicaciones permite el almacenamiento del carbono al mismo tiempo que se crea valor, empleo y resuelven necesidades de las personas, como es la expansión de la construcción con madera y el uso de la madera en múltiples destinos. Por otro lado, los desperdicios de aserraderos y manejo de bosques son subproductos de alto valor que se utilizan en la industria de la celulosa, papel, tableros y biorefinerías; en estos casos, la nanotecnología y la biotecnología permiten nuevos biomateriales más sostenibles. Por último, el uso de chips y pellets en su uso como bioenergía permite la sustitución de combustibles fósiles. Argentina tiene la posibilidad de lograr las inversiones en todos estos segmentos que hacen a una economía circular e inclusiva, pudiendo crear 100.000 nuevos empleos para el año 2030, tal como se presenta en el Plan Estratégico Foresto-Industrial 2030.



5- **Investigación y transferencia:** Tanto la gestión de bosques nativos como la expansión forestal sostenible requieren del acompañamiento de la investigación y transferencia. Igualmente, una agenda de economía circular y carbono-neutralidad requiere el acompañamiento en investigación, tecnología y transferencia en múltiples dimensiones. En ambos casos, deben integrarse en un sistema de diálogo público-privado que identifique y priorice las líneas más importantes a seguir.

6- **Desafío gerencial:** la incorporación de la gestión del carbono y el paradigma de economía circular tienen el gran desafío de su implementación. En el caso del carbono, se está avanzando con sistemas de medición, certificación y desarrollo de los mercados regulados y voluntarios. Se espera que en pocos años esté completamente desarrollado y su uso sea masivo. En el caso de la economía circular, el tema es aún más reciente y son incipientes las metodologías para su inclusión en los planes de negocios, en las proyecciones de producción y en las evaluaciones financieras de los proyectos y de las empresas. Modificar décadas de análisis productivos y financieros desde sistemas lineales a uno circular exige diferente información, nuevas herramientas de análisis y otro set de indicadores. A pesar de ello, es imprescindible que cada empresa pueda empezar a hacer este ejercicio innovador contribuyendo a ser parte de la solución para un mundo más sostenible.

Fuentes consultadas

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>
- ONU, 2019. Global Resources Outlook. <https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook>
- https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/euoparl/circular_economy/circular_economy_es.svg
- FAO. 2020. Potencial de desarrollo de plantaciones dendroenergéticas en la Argentina. Colección Documentos Técnicos N.º 18. Buenos Aires. <https://doi.org/10.4060/ca8031e>
- Foresto Industria Argentina <https://forestindustria.org.ar/>
- https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030/3-billion-trees_es
- <https://www.wwf.org.uk/what-we-do/projects/trillion-trees-venture-saving-our-trees>
- <https://www.greatgreenwall.org/>
- <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>

A 18

QUEBRACHO: PRIMERA REVISTA CIENTÍFICA ARGENTINA DE LAS CIENCIAS FORESTALES. TREINTA AÑOS DE PUBLICACIÓN ININTERRUMPIDA

<https://www.argentinaforestal.com/2022/09/29/quebracho-la-primera-revista-cientifica-argentina-de-las-ciencias-forestales/>



Autora: Ludueña Myriam

Miembro editor de la revista. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
e-mail: revistaquebracho@unse.edu.ar



Autor: Zubrinic Fabián

Miembro editor de la revista. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
e-mail: revistaquebracho@unse.edu.ar



Autor: Sarmiento Miguel

Miembro editor de la revista. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
e-mail: revistaquebracho@unse.edu.ar

La universidad está asociada con la ciencia, debido a que en ella se practica constantemente la investigación a través del estudio de un objeto que puede ser tangible o no. Los resultados obtenidos y la metodología aplicada en ese estudio deben difundirse para que la sociedad tenga esa información y constituya la base de posteriores investigaciones para colaborar en las decisiones y acciones relacionadas. Esa difusión científica se realiza publicando.

Uno de los objetivos principales del sector forestal y de la foresto industria es dar a conocer sus actividades y productos en los diferentes ámbitos laborales nacionales e internacionales, en las agendas políticas y en las estrategias de educación. Es una tarea que requiere de grandes esfuerzos mancomunados entre la inversión, la producción, la investigación, la divulgación y la capacitación del sector. Desde la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (Argentina) se contribuye no sólo con la formación de profesionales en las áreas sino con la publicación de investigaciones científicas relacionadas a las Ciencias Forestales y el Ambiente.

La revista científica *Quebracho* se creó en el año 1993 y desde entonces publica en forma ininterrumpida artículos científicos, notas técnicas, comunicaciones y artículos invitados. Es editada por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina, y son 29 números los que se encuentran disponibles hasta el momento, con dos ediciones especiales, el número 7 (1997), *festejando los 40 años de la Ingeniería Forestal en la República Argentina*, y el número 15 (2008), *festejando los 50 años de la Facultad de Ciencias Forestales*.



La responsabilidad de llevar adelante esta tarea fue asumida por profesionales del ámbito académico local, nacional e internacional. Los esfuerzos compartidos entre investigadores e investigadoras, personal técnico y diseñadores, marca la presencia, la perseverancia y el compromiso adquiridos con el sector de la ciencia e investigación entrelazados con la foresto industria y el ambiente.

El envío de manuscritos a *Quebracho*, sin costo de publicación, debe estar asociado con la temática abordada en la región del Parque Chaqueño, Argentina, América Latina y el mundo, en ese orden de prioridad. Los manuscritos se pueden enviar en castellano, inglés y portugués.

El proceso de revisión por pares (son colegas o profesionales desempeñándose en funciones parecidas o iguales que quien efectúa ese trabajo) se realiza en forma personal por el equipo editorial. Esta cuidadosa actividad sigue los estándares de las revistas internacionales en cuanto a la modalidad de revisión a doble ciego (autores y revisores se desconocen), garantizando la calidad, confiabilidad, integridad y consistencia del artículo.

La edición de la revista está a cargo de un equipo conformado por técnicos y profesionales dedicados a la recepción de manuscritos, gestión ante revisores y publicación de los artículos, en sus diferentes formas. Un comité académico interno conformado por investigadores y científicos de nivel local y nacional, y un comité académico externo conformado por prestigiosos investigadores y científicos internacionales son los responsables de evaluar y/o invitar a pares a realizar esta actividad tan comprometida.

La revista científica *Quebracho* lleva adelante una política de acceso abierto y para ello posee una licencia Creative Commons tipo CC-BY, lo que permite que su contenido se pueda compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier finalidad, incluso comercial).

La versión impresa de la revista científica *Quebracho* es entregada exclusivamente a los autores, referentes científicos que participaron y para intercambio de publicaciones con otras instituciones. La versión digital está disponible en forma gratuita en distintos portales de acceso abierto.

Con respecto a los derechos de autor, la revista científica *Quebracho* reconoce y protege la titularidad de los autores en cada uno de los artículos. Los autores conservan los derechos de propiedad intelectual. El editor sólo tiene los derechos vinculados a la impresión y difusión cualquiera sea la forma o sistema de reproducción o publicación y sólo podrá efectuar las correcciones de imprenta, si el autor se negare o no pudiere hacerlo (Ley 11.723 Propiedad intelectual).

La revista científica *Quebracho* está indizada por *Forestry Abstract* y *Forest Products Abstract latindex*. Ha sido calificada por el Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica como publicación periódica de primer nivel y como tal está incluida en el catálogo LATINDEX (Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal). *Quebracho* ha sido aprobada para ingresar a la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (RedALyC), cumpliendo los criterios de calidad. Está incorporada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y el Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT) al núcleo básico de Revistas Científicas de Argentina en el rubro Ciencias Agrarias, Ingeniería y Materiales.

La revista *Quebracho* se encuentra en su versión *online* en el portal de SciELO (Scientific Electronic Library Online) la cual es una biblioteca electrónica que conforma una red iberoamericana de colecciones de revistas científicas en texto completo y con acceso abierto, libre y gratuito. El proyecto SciELO está

fundado en el desarrollo de una metodología modelo para la preparación, almacenamiento, disseminación y evaluación de la publicación científica en soporte electrónico. Incluye procedimientos integrados para medir el uso e impacto de las revistas científicas. En Argentina este proyecto cooperativo regional forma parte de las políticas científicas del CONICET.

Las revistas que integran la colección SciELO-Argentina tienen cobertura en todas las áreas del conocimiento y cuentan con la confiabilidad que les otorga el ser parte del Núcleo Básico de Publicaciones Científicas Argentinas (NB). La revista científica *Quebracho* es la única Revista Forestal Argentina que forma parte de este núcleo desde el año 2006. La inclusión de la revista constituye una garantía de la excelencia de la publicación.

A partir de diciembre de 2007 se le concede a la revista científica *Quebracho* el “sello de DOAJ” (Directory of Open Access Journals) promoviendo las mejores prácticas de publicación en acceso abierto. DOAJ indexa y proporciona acceso a revistas académicas de alta calidad, de acceso abierto y revisadas por pares.

Desde el año 2016 la revista científica *Quebracho* integra la “RedALyC” (Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal) que es un sistema de indización que integra a su índice las revistas de alta calidad científica y editorial de la región. Comparten el modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica, de cualquier región.

En junio de 2018, *Quebracho* firmó la denominada “Declaración de DORA” (Declaration on Research Assessment), con el objeto promover un cambio real en el proceso de evaluación de la investigación y de reconocer la necesidad de superar el actual proceso basado en el Factor de Impacto.

En el sitio web de la revista científica *Quebracho* se puede encontrar la nómina de los integrantes del Comité Editor, la política editorial, las normas de publicación y el índice de contenidos de los volúmenes publicados.

La diversidad de temas que se presentan en los números publicados se refleja anualmente en artículos científicos, notas técnicas, comunicaciones y ocasionalmente se invita a personas reconocidas en el ámbito de la investigación a escribir un artículo.

Invitamos a publicar en la revista científica QUEBRACHO.

Más información en: <https://fcf.unse.edu.ar/index.php/quebracho-revista-de-ciencias-forestales/>

A 19

REGIÓN CHAQUEÑA: APRENDIZAJES ADQUIRIDOS DURANTE EL MUESTREO DE CARBONO ACUMULADO EN MADERA MUERTA Y SUELO EN BOSQUES NATIVOS

<https://www.argentinaforestal.com/2022/10/14/region-chaquena/>



Autor: Dr. Ing. Ftal. José Antonio Díaz Zirpolo

Laboratorio de Anatomía de Madera. Cátedra de Dendrología, Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.



Autora: Dra. Ing. Ftal. María de los Ángeles Basualdo

Cátedra de Ecología Forestal, Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Docentes de la Facultad de Ciencias Forestales (FCF) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), participaron del proyecto denominado "Análisis para la determinación de factibilidad de incorporación de los reservorios Madera Muerta y Carbono Orgánico del Suelo para la Región Chaqueña en el Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos" en el marco del Programa Nacional ONU-REDD, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) de la Nación. El Programa ONU-REDD es el programa de colaboración de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en países en desarrollo.

El estudio se realizó mediante un convenio entre la Universidad Nacional de Santiago del Estero y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a través de un equipo intercátedra del Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques de la FCF, coordinado por los Doctores Ingenieros Forestales José Antonio Díaz Zirpolo (Laboratorio de Anatomía de Madera - Cátedra de Dendrología) y María de los Ángeles Basualdo (Cátedra de Ecología Forestal).

En la actualidad, existe interés en conocer el aporte que realizan los distintos reservorios biomasa viva (aérea y subterránea), biomasa muerta y suelo, en la acumulación de carbono de los bosques. Este conocimiento resulta de vital importancia para la gestión sostenible de los bosques, la conservación, así como en los planes de reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal.

A nivel nacional se viene trabajando en la determinación de los niveles de referencia para la reducción de emisiones a escala subnacional, cubriendo el 65% de las regiones forestales del país, abarcando las emisiones brutas de CO₂ por deforestación, contemplando sólo los depósitos de biomasa aérea y subterránea de los bosques nativos. En ese sentido, se plantea el interrogante: **¿Cuál es la situación de la Argentina respecto del conocimiento de los reservorios de madera muerta y suelo en sus bosques nativos?**

Hasta el momento la información a nivel país es escasa, debido a la no inclusión de los depósitos de carbono madera muerta y suelo en los inventarios de bosque nativo.

La experiencia desarrollada consistió en un muestreo piloto (exploratorio) de carbono correspondiente a madera muerta y suelo en las provincias de Santiago del Estero y Chaco. De esta manera, comenzamos a generar valores de referencia para la región Chaqueña, más allá del número limitado de muestras e incertidumbre asociada a esta primera aproximación.

¿Con qué medios contamos para generar valores de referencia de carbono en los distintos reservorios del bosque?

Para ello recurrimos a los inventarios de carbono, que permiten estimar la reserva acumulada a partir de un relevamiento de datos de campo y posteriores trabajos de laboratorio y gabinete.

Para que los inventarios puedan ser comparados entre sí y puedan reflejar la cantidad real de carbono almacenado por el ecosistema, es importante que los datos que se obtengan sean confiables, basándose en principios, procedimientos, muestreos, análisis específicos y capacitación adecuada de quienes los ejecuten.

Las metodologías para la medición y monitoreo de reservas de carbono en bosques nativos deben contemplar cuatro aspectos (Figura 1).

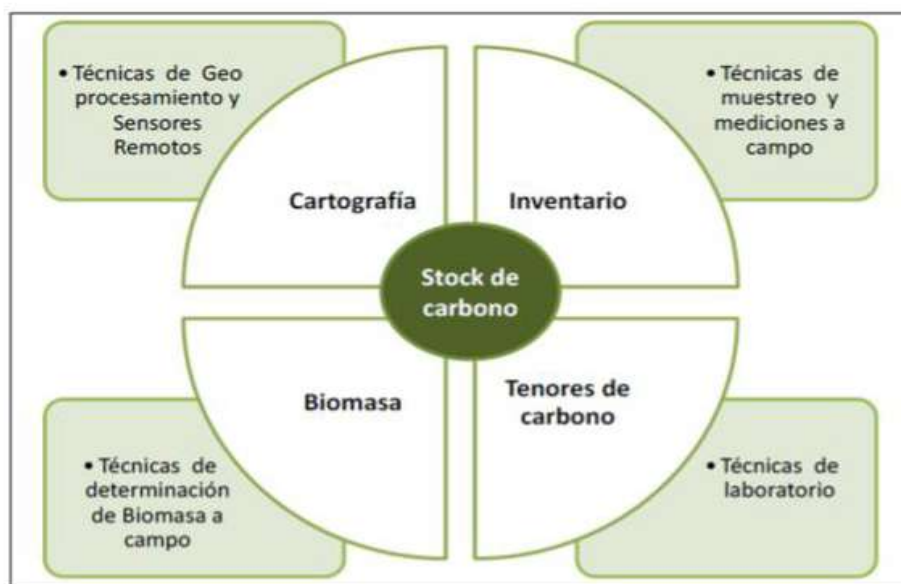


Figura 1. Representación esquemática de una propuesta metodológica integrada para la cuantificación de carbono almacenado en bosques.

¿A qué consideramos madera muerta y carbono orgánico del suelo?

La madera muerta es toda la biomasa leñosa muerta que no forma parte de la hojarasca, y que puede estar en pie o sobre la superficie, incluyendo las raíces muertas y los tocones. Constituye un componente básico en la estructura y funcionamiento de cualquier ecosistema forestal. Sin embargo, el desconocimiento por parte de la sociedad, ha llevado a considerar éste recurso como desecho o basura, lo cual es totalmente erróneo, puesto que provee hábitat y alimento a muchos animales, plantas y hongos, forma parte activa del ciclo de nutrientes y agua; y representa un verdadero indicador de biodiversidad y reserva de carbono, representando un 14 a 40% del reservorio total en los ecosistemas boscosos.

Las determinaciones de tenores de carbono constituyen una parte esencial de la metodología de cuantificación y monitoreo de carbono en la madera muerta. Muchos estudios asumen que el tenor de carbono acumulado en la madera muerta representa un valor de 0,5 o 50% del peso seco de la biomasa. A pesar de no ser una aproximación del todo errónea, ella no es universalmente verdadera y más frecuentemente representa una grave sobreestimación del carbono almacenado. Muchas determinaciones en laboratorio sugieren que los tenores varían según la especie, fracción de biomasa, y raramente contienen 50%, situándose generalmente en un rango de 40 a 45, excepcionalmente llegando a 48%.

Por su parte, en el suelo se acumula carbono orgánico en la materia orgánica. Esta última además de brindar estabilidad, proporciona nutrientes a las plantas, mejora la disponibilidad de agua así como la fertilidad del suelo. La materia orgánica contiene aproximadamente el 55-60 por ciento de carbono en masa. El carbono orgánico es dinámico no obstante los impactos antropogénicos pueden convertirlo en un sumidero de carbono o una fuente neta de gas de efecto

invernadero a la atmósfera. El carbono orgánico del suelo (COS) se estima a partir de cuatro variables: profundidad, concentración o proporción del carbono orgánico, densidad aparente y fracción de fragmentos gruesos (IPCC 2006).

Experiencia piloto

Sobre la base de 28 parcelas circulares permanentes de 1.000 m² instaladas durante el Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos, se adaptó un dispositivo de muestreo, para el estudio de madera muerta y suelo en bosques de la región chaqueña. Del total de parcelas evaluadas, la mitad correspondió a la ecorregión Chaco Seco y la restante al Chaco Húmedo.

Para la cuantificación del stock de carbono total de madera muerta se definieron cinco tipos que incluyeron; madera muerta en pie (diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 5 cm), tocones, madera muerta fina (diámetro < 2,5 cm), madera muerta mediana (diámetro > 2,5 cm y < 7,5 cm) y madera muerta gruesa (diámetro > 7,5 cm), mediante el método de parcela y líneas de intersección. Cada muestra fue pesada en fresco a campo y colocada en una bolsa rotulada con el fin de estimar su densidad básica en laboratorio, mediante el método de desplazamiento de volumen de agua. Las muestras fueron secadas en estufa a 75 °C hasta peso constante (48-72 horas aproximadamente) y con el peso y el volumen se calculó la densidad básica de cada muestra. Luego se realizó el molido de las muestras mediante el uso de un molino de seis cuchillas de 50 a 6.000 rpm con tamices metálicos de 0,2 a 6,0 mm. Finalmente se realizó la determinación del porcentaje de carbono mediante el método de combustión total en seco con un analizador elemental.

Para medir el contenido de carbono orgánico del suelo, se colectaron muestras en áreas limpias de materia orgánica. Dentro de la parcela circular se tomaron muestras sobre líneas paralelas, situadas a 2 m de la línea N-S, dentro de 4 cuadrantes. Las muestras fueron extraídas usando un barreno de 2 cm de diámetro, a los 0-20 cm y 20-50 cm de profundidad. En laboratorio, las muestras fueron tamizadas mediante un tamiz de 2 mm. Se estimó la densidad aparente relacionando la masa y el volumen de la muestra, teniendo como referencia el volumen del barreno y los intervalos muestreados. Para la determinación del porcentaje de carbono orgánico se utilizó un analizador elemental mediante el método de combustión total en seco. Finalmente, se llegó a determinar el carbono orgánico de la muestra, utilizando la estimación de densidad aparente y el porcentaje de carbono obtenido en laboratorio.

Valores obtenidos en la experiencia

De acuerdo a los resultados obtenidos los reservorios de Madera Muerta y Carbono Orgánico del Suelo variaron según la ecorregión analizada.

En la Ecorregión del Chaco Húmedo, el valor de carbono acumulado en madera muerta fue de 16,7 t/ha; mientras que el valor de carbono en el suelo fue de 60 t/ha (Figura 2). En el Chaco Seco, el aporte de carbono de madera muerta fue de 9.02 t/ha (incluyendo el aporte de los distintos tipos de madera muerta), mientras que el reservorio carbono orgánico del suelo (acumulado hasta los 50 cm) fue de 40 t/ha (Figura 3).

En su mayoría los sitios muestreados corresponden a bosques bajo categoría amarilla, bosques de mediano valor de conservación según el ordenamiento territorial de bosques nativos (Ley Nacional N° 26.331).

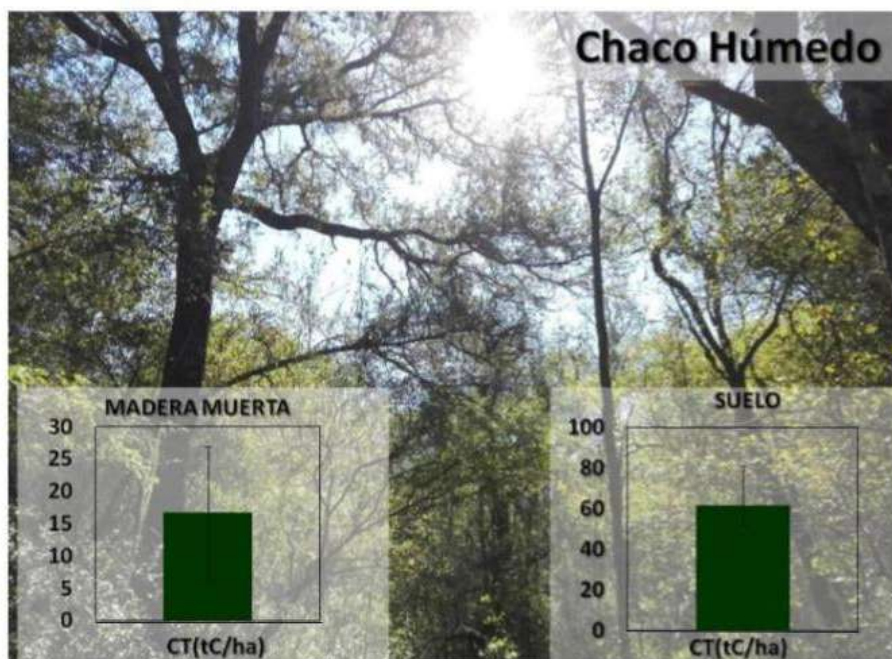


Figura 2. Valores promedio de carbono en madera muerta y suelo en la ecorregión Chaco Húmedo.

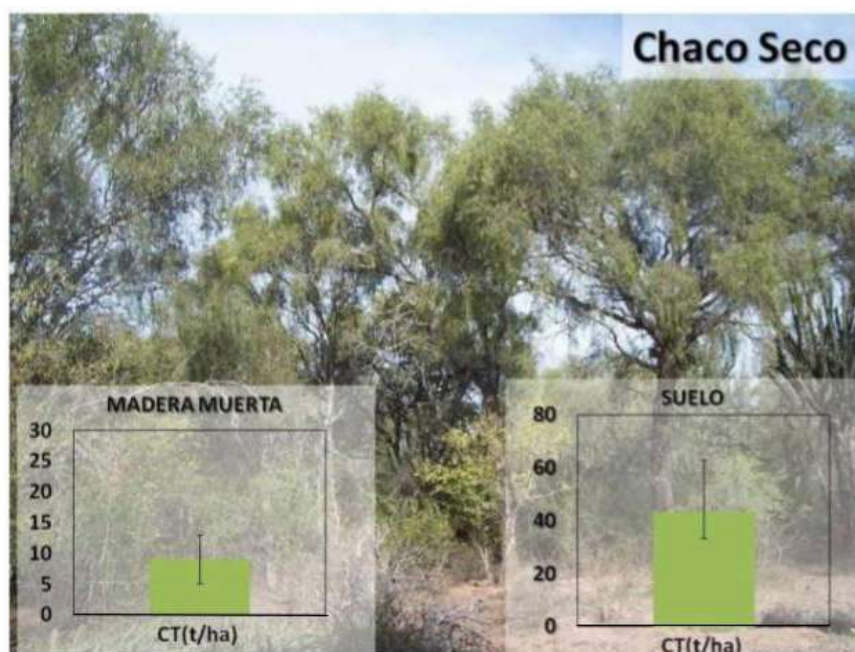


Figura 3. Valores promedio de carbono en madera muerta y suelo en la ecorregión Chaco Seco.

Aprendizajes

Con lo aportado por este estudio piloto, se disponen hoy de valores de referencia correspondientes al carbono acumulado en los reservorios de Madera Muerta y Suelo, para la región analizada. Al comparar ecorregiones se observó como el Chaco Húmedo presentó mayor variabilidad de los valores de carbono acumulado en ambos reservorios.

Para la obtención de los datos y la sincronización de las tareas de campo y laboratorio, fue sumamente importante el trabajo en equipo y la articulación interinstitucional (FCF UNSE, Programa Nacional ONU-REDD, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) de la Nación, Dirección Provincial de Bosques y Fauna de Santiago del Estero y ejecutores del Segundo Inventario Nacional de Bosque Nativo).

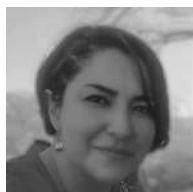
Debido al aporte de los reservorios Madera Muerta y Suelo en la acumulación de carbono total, recomendamos incluirlos al monitoreo de bosques y así contar con valores actualizados que reflejen el estado de los mismos en un contexto de cambio de uso del suelo.

Cabe destacar que esta información presentada al Programa Nacional ONU-REDD, servirá de insumo para otros estudios así como el diseño de acciones, políticas y medidas tendientes a reducir emisiones de carbono provenientes de la deforestación y degradación forestal; dentro de las medidas para mitigar el cambio climático.

A 20

SANTIAGO DEL ESTERO: LOS AVANCES DE LA PROVINCIA EN LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DE LOS BOSQUES NATIVOS EN EL MARCO DE LA LEY 26.331

<https://www.argentinaforestal.com/2022/11/29/planificacion-estrategica-de-los-bosques-nativos-en-santiago-del-estero/>



Autora: Rocío Carreas

Dirección General de Bosques y Fauna, Ministerio de Producción, Recursos Naturales, Forestación, Tierras y Medio Ambiente de Santiago del Estero. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.



Autora: Andrea Escobar López

Dirección General de Bosques y Fauna, Ministerio de Producción, Recursos Naturales, Forestación, Tierras y Medio Ambiente de Santiago del Estero.



Autora: Noelia Zanichelli

Dirección General de Bosques y Fauna, Ministerio de Producción, Recursos Naturales, Forestación, Tierras y Medio Ambiente de Santiago del Estero.

Santiago del Estero es una provincia de larga trayectoria forestal asociada al bosque nativo. Desde la producción de durmientes, leña y carbón hasta el aprovechamiento de frutos silvestres como algarroba, mistol y chañar, la provincia se encuentra entre las principales productoras de bienes forestales del país. **Sin embargo, la actividad forestal históricamente ha sido asociada a una producción secundaria, informal y extractivista. Quizá esto se deba a que, en gran parte, los principales integrantes de las cadenas de producción son familias campesinas e indígenas, con problemas de titularidad de la tierra.** Esta condición por un lado impide la formalización de la producción y con ello una distribución justa de los ingresos, y por otro dificulta el acceso a los beneficios de las políticas públicas de fomento para la actividad forestal. En consecuencia, el sector posee una baja tasa de inversión en equipamiento e infraestructura que contribuya al agregado de valor de los productos obtenidos, condiciones laborales precarias, bajos rendimientos y la imposibilidad de acceder a mejores mercados.

A esta realidad se le suma la pérdida de cobertura boscosa asociada principalmente a la expansión de la frontera agrícola ganadera, desde el Este hacia el Oeste de la Provincia, y la ocurrencia de incendios en su mayoría de origen antrópicos concentrados principalmente en el Norte y Sur de la misma. Esto se ve reflejado en una fuerte erosión de los recursos disponibles, superficies salinizadas y aumento de los procesos migratorios hacia grandes centros urbanos.

En este contexto, en el año 2007 se aprueba la Ley Nacional 26.331 de "Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos" que permite a las instituciones provinciales y nacionales generar herramientas y estrategias para abordar las problemáticas del sector considerando las diferentes escalas y perspectivas territoriales.

Ordenamiento territorial



La Ley exige a las provincias realizar un Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN) para determinar la superficie de bosques y su nivel de protección en base al valor de conservación de los mismos. También establece la creación del Fondo Nacional para el Enriquecimiento y Conservación de los Bosques Nativos (FNECBN) con el que se otorga un aporte no reintegrable a particulares e instituciones titulares de predios que apliquen medidas de manejo, conservación y uso sostenible del bosque nativo. A partir del año 2014 se incorporó la figura de beneficiarios agrupados para pequeños productores y comunidades campesinas e indígenas con diferentes formas de tenencia de la tierra, con el objetivo de promover su arraigo y revertir la informalidad de las actividades forestales.

En el año 2015, la última actualización del OTBN en Santiago del Estero, determinó que la cobertura forestal en la Provincia era de 7.718.990 ha distribuidas en Categoría I (rojo – mayor valor de conservación) con 982.299 ha; Categoría II (amarillo – mediano valor de conservación) con 6.158.124 ha y Categoría III (verde – menor valor de conservación) con 578.567 ha. Esto indica que un 56,4% de la superficie total de la Provincia se encontraba cubierta por bosques nativos.

Desde la implementación del FNECBN al año 2020, son 626 los planes aprobados y financiados en la Provincia siendo las principales actividades desarrolladas los sistemas silvopastoriles, aprovechamiento de productos no madereros, apicultura, ecoturismo y enriquecimiento de bosques degradados (Foto 1).



Foto 1- Reserva Recreativa Natural Tara Inti desarrollada con fondos de la Ley 26.331 en el Departamento Río Hondo, Santiago del Estero. Tiene por metas prioritarias el turismo, la educación ambiental y la conservación de 24 hectáreas de bosque nativo. Autoría: W. Ferreyra.

En el año 2022, el Consejo Federal de Medio Ambiente, estableció mediante Resolución N° 497/2022 que, para acceder al FNECBN, las provincias deberían presentar un Plan Estratégico de Bosque Nativo a largo plazo (mínimo diez años) y Planes Estratégicos Anuales para dar cumplimiento al mismo. Los componentes, objetivos y actividades de estos Planes son definidos por la Autoridad Local de Aplicación de cada jurisdicción, en base a seis “Lineamientos Técnicos Estratégicos” establecidos anteriormente por la Resolución N°360/18:

- Manejo Forestal Sostenible a Nivel de Cuenca.
- Manejo de Bosque con Ganadería Integrada.
- Restauración de Bosques Degradados.
- Uso Sustentable de la Biodiversidad y Fortalecimiento de las Áreas de Conservación.
- Prevención de Incendios Forestales.
- Manejo de Bosque en Zonas de Interfase.

Existen experiencias en Santiago del Estero sobre algunos de estos lineamientos. El primer antecedente es del año 2015 cuando se firmó el Convenio de Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI), entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP), la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) de la Nación y el Ministerio de Producción, Recursos Naturales, Forestación, Tierras y Medio Ambiente de la Provincia, como una forma de regular la actividad productiva ganadera asociada a los bosques nativos. Santiago del Estero realizó la primera convocatoria del país para la formulación de planes piloto de MBGI y hoy cuenta con 8 sitios bajo este tipo de manejo. También fue la primera provincia en iniciar la estrategia de “Manejo Forestal Sostenible a Nivel de Cuencas” (en 2015), como espacios geográficos donde hay presencia (actual o potencial) de recursos forestales y una marcada concentración de industrias y prestadores de servicios vinculadas al aprovechamiento, transformación y comercialización de productos madereros y no madereros. **En 2015 se definió la “Cuenca Foresto Industrial de Monte Quemado” y en la actualidad se encuentran en proceso de formalización dos cuencas más denominadas “Cuenca de Loreto” y “Cuenca del Salado Norte”.**

Sin embargo, y a pesar de los avances realizados, los desafíos en la actualidad siguen siendo disminuir la tasa de desmontes, agregar valor a los bienes y servicios del bosque, mejorar las cadenas productivas y fortalecer a los actores locales en la gobernanza y gestión de las actividades de manejo y conservación forestal.

Plan estratégico

En este sentido, el 24 de junio de este año, la Dirección General de Bosques y Fauna presentó el Plan Estratégico de Bosques Nativos de Santiago del Estero (Foto 2), abordando los seis lineamientos técnicos estratégicos propuestos por el Consejo Federal de Medio Ambiente, y que tiene los siguientes objetivos:

- Contribuir al desarrollo integral de las cuencas forestales como herramienta política de alto impacto social, ambiental y económico, promoviendo acciones tendientes a mejorar los sistemas de extracción, transporte, transformación, valor agregado y comercialización.

- Promover la restauración de las áreas degradadas o en proceso de degradación a fin de recuperar su capacidad de producir bienes y servicios ecosistémicos.
- Propender a la producción ganadera libre de deforestación mediante la implementación del Manejo de Bosques con Ganadería Integrada como estrategia de mejora de los sistemas silvopastoriles.
- Contribuir a la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de su utilización.
- Disminuir la pérdida de superficie de bosque nativos mediante la planificación e implementación de acciones de prevención, presupresión y supresión de incendios forestales, haciendo uso racional y eficiente de los recursos técnicos y económicos disponibles y tomando las previsiones necesarias para la organización provincial.
- Promover el establecimiento de acuerdos interinstitucionales y herramientas técnicas para que los procesos de urbanización se desarrollen en concordancia con los objetivos de conservación y usos sustentables del bosque nativo.
- Transversalizar los planes y proyectos de gestión forestal con perspectiva de género.



Foto 2- Presentación del Plan Estratégico de Bosques Nativos de Santiago del Estero. De izq. a der.: Ing. Ftal. Martín Mónaco, Director de Bosques de Nación; Med. Vet. Miguel Mandrille, Ministro de Producción; Dra. Noelia Zanichelli, Directora de Bosques y Fauna de la Provincia; Ing. Norma Fuentes, Intendente de la ciudad de Santiago del Estero. Autoría: W. Ferreyra.

Abordar el manejo y conservación de los bosques nativos a diferentes escalas, con perspectiva de género y, a largo plazo, como se propone con este Plan Estratégico, permitirá avanzar en una gestión forestal sostenible que reduzca la degradación del ambiente y genere nuevas oportunidades de desarrollo local en un contexto global de nuevos paradigmas asociados al cambio climático.

A 21

DESDE LA UNLP LANZARON EL NUEVO LIBRO DE CÁTEDRA SOBRE TECNOLOGÍA E INDUSTRIALIZACIÓN DE LA MADERA

<https://www.argentinaforestal.com/2022/12/31/nuevo-libro-de-catedra-sobre-tecnologia-e-industrializacion-de-la-madera/>

“Los estudiantes de Ingeniería Forestal contarán con un aporte literario tecnológico que seguramente será de ayuda vital, tanto para su aprendizaje como para desarrollar el pensamiento crítico ante el abordaje”. – Ismael Andía



Autora: Natalia Raffaelli

Laboratorio de Investigaciones en Madera-Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - Universidad Nacional de La Plata



Autora: Eleana Spavento

Laboratorio de Investigaciones en Madera-Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - Universidad Nacional de La Plata

La Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP) presentó recientemente el libro de cátedra titulado “Industrialización de la madera. Transformación mecánica y química: tecnologías y puesta en valor sustentable”, bajo la coordinación de Gabriel D. Keil, Eleana M. Spavento y Natalia Raffaelli, en coautoría con M. Mercedes Refort y Carla Taraborelli. La publicación pertenece a la colección digital “Libros de Cátedra”, que desde 2011 promueve la producción de obras que mejoren y fortalezcan la enseñanza en diversas áreas del conocimiento. Es así que hasta la fecha se han generado cientos de materiales didácticos de descarga libre y gratuita, agrupados en cuatro áreas temáticas (Exactas, Naturales, Sociales y Colegios) elaborados por docentes de las 17 facultades, escuelas y colegios de la UNLP.



Gabriel D. Keil
Responsable-Coordinador-Autor



Eleana M. Spavento
Coordinadora-Autora



Natalia Raffaeli
Coordinadora-Autora



M. Mercedes Refort
Autora



Carla Taraborelli
Autora

La obra “Industrialización de la Madera” ofrece una mirada integradora sobre la madera y su industrialización mecánica y química, dentro de un contexto de sustentabilidad, que se nutre de contenidos teóricos aplicados al sector foresto-industrial, de viajes de estudio y de experiencias realizadas en el Laboratorio de Investigaciones en Madera (LIMAD), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF), Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y en el Centro Tecnológico de la Madera (CTM, FCAyF, UNLP).

Los viajes académicos interdisciplinarios cuentan con una trayectoria de tres décadas en esta Unidad Académica y tienen como finalidad lograr el vínculo curricular áulico y extra-áulico a través de visitas a diferentes regiones foresto-industriales de nuestro país. La importancia de estos viajes redunda en una experiencia enriquecedora para alumnos, ya que es el acercamiento al contexto laboral, y también para los docentes, quienes se nutren y actualizan sobre la realidad del sector en situación real.

El LIMAD es una Unidad de Investigación que tiene como finalidad promover el uso de la madera desde una mirada integral, conjugando disciplinas relacionadas al aprovechamiento forestal, industrias de transformación y tecnologías asociadas, legislación, protección forestal, y biometría, entre otras.

El CTM, como comúnmente se lo conoce, es un Centro de Capacitación y Transferencia de Tecnología y/o Producción y Servicios, propio de la FCAyF, UNLP, orientado a la investigación, extensión, docencia y capacitación para el sector foresto-industrial que se encuentra ubicado en la localidad de Los Hornos, partido de La Plata (1900), dentro del predio de la Estación Experimental “Julio Hirschhorn” (EEJH).

En este sentido, tanto desde el LIMAD como desde el CTM se realizan actividades interdisciplinarias e interinstitucionales de investigación, extensión, transferencia, docencia y formación de RRHH, en pos de un desarrollo integral del sector foresto-industrial.

Por lo tanto, este libro conjuga elementos fundamentales del sector foresto-industrial y es fruto del esfuerzo combinado de los docentes de los cursos de Xilotecnología, Industrias de Transformación Mecánica e Industrias de Transformación Química, pertenecientes a la carrera de Ingeniería Forestal, cursos que conforman parte del eje tecnológico de la carrera y pretenden ofrecer un abordaje interdisciplinar considerando los distintos aspectos que el sector involucra.

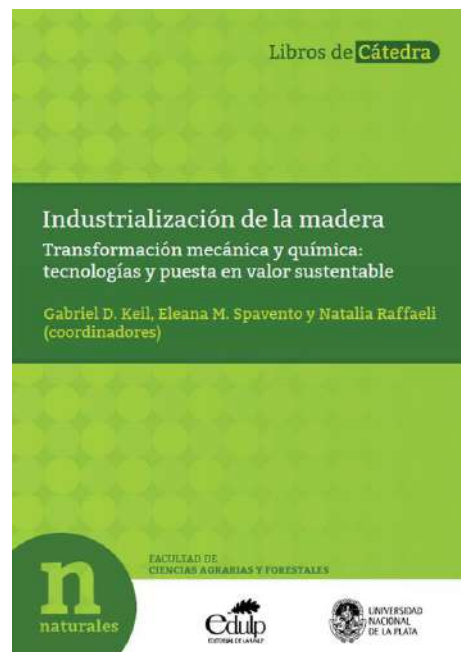


Imagen de la tapa del libro

Índice

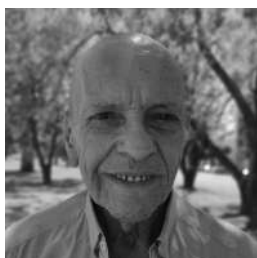
Prólogo	5
Ismael Andía	
Introducción	8
Capítulo 1	8
Situación foresto-industrial en Argentina	
Eleana M. Spavento, Gabriel D. Keil, Natalia Raffaelli	
Capítulo 2	35
Planificación de un aserradero: flujo de trozas y proceso productivo	
Carla Taraborelli, Gabriel D. Keil	
Capítulo 3	59
Proceso de aserrado: sierras y mecanismos complementarios	
Gabriel D. Keil, Carla Taraborelli	
Capítulo 4	92
Proceso de aserrado: parámetros y factores que lo afectan	
M. Mercedes Refort, Eleana M. Spavento, Gabriel D. Keil	
Capítulo 5	122
Valor agregado en madera aserrada: secado y remanufactura	
Eleana M. Spavento, M. Mercedes Refort	
Capítulo 6	181
Dentroenergía: biocombustibles sólidos derivados de la madera	
Natalia Raffaelli	
Convenciones	195
Glosario	197
Los autores	199

Imagen del índice con el contenido del libro

El prólogo estuvo a cargo del Ing. Ftal. Ismael Andía, egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, donde además ha desarrollado una larga carrera como docente, y ha estado al frente de la asignatura Industrias Forestales I (actualmente Industrias de Transformación Mecánica, uno de los cursos abarcados por la publicación). Asimismo, ha estado comprometido con la gestión académica habiéndose desempeñado como Director de la ex Escuela Superior de Bosques, Secretario Académico, Vicedecano y Decano en dos oportunidades de la FCAYF.

Sobre el libro, Andía destaca “Una obra ansiada y necesaria, es el primer pensamiento que vino a mí al conocer el proyecto del libro. Y me emociona una cosa: durante varios años, estando trabajando mucho sobre todo en la Tecnología de la Madera, pensé lo interesante y útil que sería una publicación como la que hoy nos alegra... Los estudiantes de Ingeniería Forestal contarán con un aporte literario tecnológico que seguramente será de ayuda vital, tanto para su aprendizaje como para desarrollar el pensamiento crítico ante el abordaje”.

El libro cuenta con una extensión de 202 páginas y se encuentra dividido en 6 capítulos.



Ismael Andía
Prologuista

El capítulo 1 ofrece un panorama general sobre la situación foresto-industrial del país con énfasis en las industrias de transformación mecánica y química, caracterizando fuentes de materia prima, procesos, productos y mercados.

El capítulo 2 focaliza en los principios de organización de un aserradero, analizando factores como localización, energía disponible, fuente de trozas, disponibilidad de mano de obra, mercados y transporte, y caracterizando aserraderos portátiles y permanentes, diagrama de flujo y playa de trozas.

El capítulo 3 describe las plantas de aserrado más comunes, así como sus equipos principales y complementarios empleados desde la playa de trozas hasta la obtención de productos principales (madera aserrada) y secundarios (aserrín, chips, entre otras).

El capítulo 4 desarrolla los parámetros y factores más importantes del proceso de aserrado como así también los sistemas de corte más utilizados para la obtención de productos de madera aserrada. Asimismo, detalla las actividades necesarias para el mantenimiento de los elementos de corte intervinientes en el proceso.

El capítulo 5 se centra en la madera aserrada, sus características y en los procesos de secado, clasificación y remanufactura tendientes a la elaboración de productos de mayor valor agregado.

Finalmente, el capítulo 6 detalla la obtención, acondicionamiento y utilización de los residuos forestales y foresto-industriales para la producción de biocombustibles sólidos derivados de madera, incluyendo las tecnologías más difundidas en nuestro país, tanto a nivel doméstico, industrial y comercial.

Esta obra ha sido concebida, en primer lugar, para que los estudiantes de Ingeniería Forestal cuenten con una herramienta de apoyo que integre los contenidos del eje tecnológico de la carrera. Además, puede resultar interesante para estudiantes de carreras afines y profesionales

que demanden los conceptos fundamentales acerca de la industrialización de la madera en nuestro país y el aprovechamiento de los residuos foresto-industriales.

El documento se puede descargar libremente y difundir a partir del siguiente enlace:

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/144103>



Ciencia y Tecnología Forestal en Argentina



B 1.1

INGENIERÍA ARGENTINA: CONOCIENDO LA HERRAMIENTA SATELITAL ARGENTINA “SAOCOM”

<https://www.argentinaforestal.com/2021/06/06/ingenieria-argentina-conociendo-la-herramienta-satelital-argentina-saocom/>



Autor: Álvaro Soldano

Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)

La sociedad argentina puede sentirse satisfecha y hasta orgullosa del diseño y desarrollo del denominado “Plan Espacial Nacional” (<https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/plan-espacial>).

Este plan, estratégico para Argentina, que es propuesto y ejecutado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), en el ámbito del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación, para la planificación del desarrollo de la tecnología espacial argentina, se constituye en una clara Política de Estado, sostenida desde el año 1994. Pero, también, nuestra sociedad puede percibir que la inversión en tecnología espacial nacional, realizada hasta la fecha, ha dado frutos y elevado a nuestro país al más alto nivel internacional, a través del desarrollo de misiones satelitales, estaciones terrenas, centro de control de misión y laboratorios que forman el “segmento terreno” de las misiones satelitales y, finalmente, la formación de capacidades especializadas para el uso y aplicación de la información espacial. En relativamente pocos años, con tecnologías que están en la “frontera del conocimiento”, la CONAE ha desarrollado seis satélites de observación de la Tierra. Los primeros, fueron de características científicas (la serie SAC, Satélites de Aplicaciones Científicas) pero, a partir de la Misión SAOCOM 1 (Satélites Argentinos de Observación con radar de Microondas), se ha encarado el desarrollo de satélites con una tecnología de observación terrestre que aporta información espacial de alto impacto en las actividades productivas de nuestro país y del mundo.

El Plan Espacial Nacional propone el diseño y desarrollo de proyectos o misiones de “ciclos completos”. Es decir, se proyecta el desarrollo de plataformas satelitales (los satélites propiamente dichos) que transportan el o los sensores de observación de la Tierra deseados pero, también, se proyecta y desarrolla el denominado “segmento terreno” o estación terrena. Estas estaciones permiten la comunicación con los satélites a través de antenas terrestres, que intercambian códigos de operación y control con la plataforma satelital y, además, donde se descargan y pre procesan los datos satelitales o imágenes adquiridas. Asimismo, en los segmentos terrenos se implementan programas específicos, diseñados para lograr la automatización del sistema de adquisición satelital y puesta en disponibilidad de los productos satelitales. En resumen, el ciclo se inicia a partir de los comandos que envía el Centro de Control de Misión al satélite para la adquisición por parte del sensor de una imagen o dato, continúa con su transmisión a la estación terrena, prosigue con un procesamiento previo de calibración y generación del producto satelital y su adecuación a un formato de presentación para su uso. Luego, pasa a una fase de almacenamiento en servidores y, finalmente, se pone a disposición de los usuarios en un geo portal y catálogo WEB, completando así el ciclo.

En particular, Argentina, actualmente, tiene en órbita, una constelación de dos satélites de observación de la Tierra de última generación, la constelación SAOCOM 1, compuesta por el SAOCOM 1 A y 1 B. Ver figura 1.



Figura 1: Fotografías de los lanzamientos de los satélites SAOCOM 1 A y 1 B. A izquierda: lanzamiento del satélite 1 A, 7 de octubre de 2018, Vandenberg, USA. A derecha: Lanzamiento del satélite 1 B, 30 de agosto de 2020, Cabo Cañaveral, USA. Ambos puestos en órbita por el lanzador Falcon 9 de SpaceX (fuente: SpaceX/CONAE).

Esta constelación ha sido diseñada para que estos dos satélites “gemelos” operen como un único sistema de adquisición de imágenes. Estos satélites están ubicados en órbitas cuasi polares, es decir giran de polo a polo, a una altitud de 620 km, siguiendo con una cierta inclinación la traza de la iluminación solar, similar a los meridianos terrestres. De manera tal, que al girar la Tierra, los satélites van adquiriendo, a partir de la emisión de la señal radar, imágenes de distintas franjas terrestres (“path”, en inglés). La frecuencia de adquisición, “resolución temporal” o “revisita” de cada satélite SAOCOM 1, tiempo transcurrido entre adquisiciones

de un mismo sitio terrestre, es de 16 días. Con los dos satélites en órbita, se reduce a 8 días. Ver figura 2.

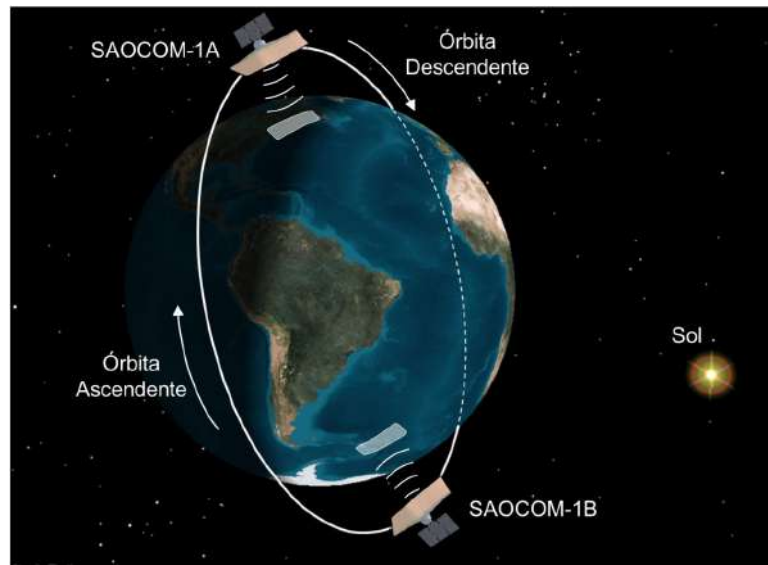


Figura 2: Constelación SAOCOM 1. Esquema. Vista de los satélites SAOCOM 1 A y 1 B separados 180 ° en su órbita. Las adquisiciones de los satélites son planificadas. La antena radar emite señales y espera los rebotes (señal de retrodispersión) de las mismas, con los que se compone la imagen. Fuente: gentileza Ing. Jorge Milovich, CONAE.

Argentina construyó plataforma satelitales o satélites, que transportan sensores que observan la Tierra en distintas longitudes de onda del espectro electromagnético. Por ejemplo, en el año 2000, la CONAE puso en órbita el satélite SAC-C, diseñado y construido en el país. Este satélite estuvo operativo hasta el año 2013, y adquirió imágenes del espectro electromagnético del óptico (0,4 a 2,5 micrómetros o mm), a través de un sensor pasivo, que contaba con 5 “bandas o regiones espectrales” de observación: banda 1: azul verdoso (0,4 a 0,8 mm); banda 2: verde (0,54 a 0,56 mm); banda 3: rojo (0,63 a 0,69 mm); banda 4: infrarrojo cercano (0,795 a 0,835 mm); banda 5: infrarrojo medio (1,55 a 1,70 mm). Todas estas bandas tenían una resolución espacial o píxel (unidad básica o celda mínima de una imagen o archivo en formato raster) de 175 m. También, poseía una banda pancromática (0,4 a 0,9 mm), con un píxel de 35 m. Esta tecnología de observación remota basa la adquisición de imágenes en que los cuerpos terrestres interactúan y reflejan la luz solar de una manera selectiva que los caracteriza (las denominadas “firmas espectrales”). Sin embargo, la frecuencia y cobertura de presencia de nubes es tal que limitan la observación de la Tierra con este tipo de tecnología satelital. Esta limitación se torna más grave ante la ocurrencia de ciertas catástrofes naturales o antrópicas (inundaciones, incendios, erupciones volcánicas, etc.). Ver figura 3:

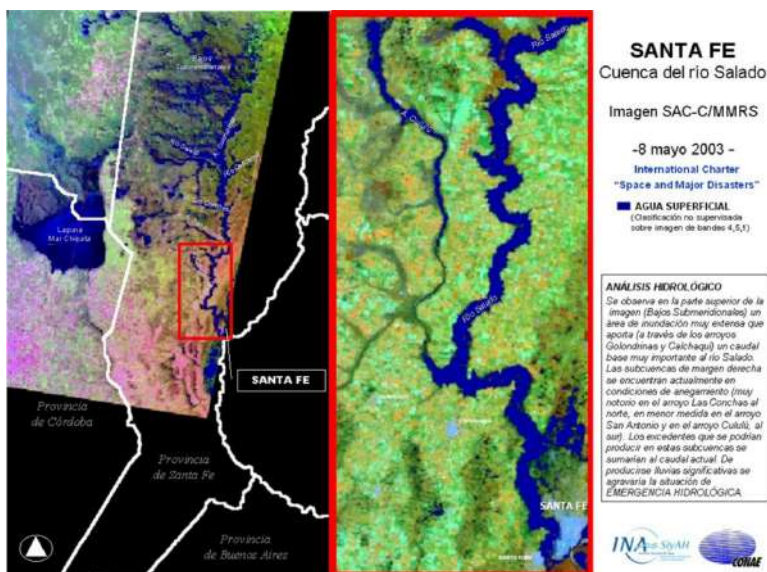


Figura 3: Ejemplo de composición color de bandas espectrales satelital de una imagen SAC-C (óptica), procesada para mostrar el alcance espacial de la inundación de la ciudad de Santa Fe, al 8 de mayo de 2003, producida por el desborde del río Salado. Este producto fue usado en el marco de la 1° activación de la "Carta Internacional Espacio y Grandes Desastres" (<https://disasterscharter.org/web/guest/charter-activations>). Esta imagen satelital fue adquirida, afortunadamente, una semana después del pico de la crecida, ya que antes, durante y después del desarrollo del evento de inundación hubo constante presencia de nubes en la zona. Fuente: Carta Internacional Espacio y Grandes Catástrofes, CONAE e INA, 2003.

¿Qué ventajas brindan las imágenes de radar de apertura sintética?

Como se comentó, la presencia de cobertura nubosa obstaculiza la visión de los fenómenos naturales o antrópicos que realizan desde el espacio los sensores satelitales pasivos en la región electromagnética del óptico. Esta limitación fue superada a partir de la idea de diseñar antenas de radar de apertura sintética o SAR (acrónimo inglés de Satellite Aperture Radar). Ver figura 4.

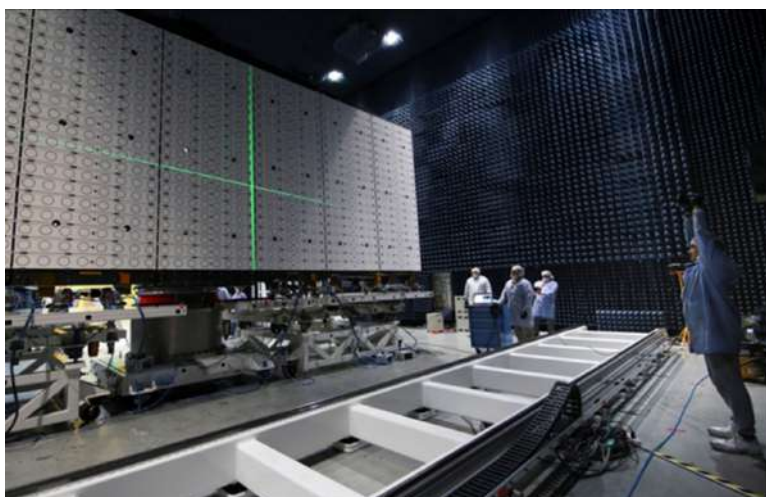


Figura 4: Fotografía de la antena radar SAR en el laboratorio LaMA, etapa de ensayos en las facilidades del Laboratorio de Integración y Ensayos (LIE). Centro Espacial Teófilo Tabanera (CETT). CONAE. Falda de Cañete, provincia de Córdoba. Fuente: CONAE.

La señal de radar de las antenas SAR de los satélites de la constelación SAOCOM 1, operan en la “banda L” o región de las microondas electromagnéticas denominada “L”, que refiere a una longitud de onda entre 23 y 25 cm y una frecuencia de oscilación de 1,295 GHz. Esta señal puede atravesar la cobertura nubosa de la atmósfera y adquirir imágenes en casi cualquier condición meteorológica, inclusive de noche. Además, la señal que emite es “polarizada”, es decir la señal puede ser emitida y recibida en cuatro planos o “polarizaciones” posibles. Por lo tanto, puede ser emitida y recibida en un plano de iluminación horizontal (banda HH), o en uno vertical (banda VV) o en un plano “cruzado” (VH o HV, emite vertical y recibe horizontal y viceversa). Por lo tanto, las imágenes pueden ser monocromáticas (se las visualiza en tonos de grises) cuando corresponden a una sola polarización (HH o VV o VH o HV) o se las puede visualizar en color cuando se compone una imagen de tres bandas o polarizaciones (composición polarimétrica). Ver figura 5.

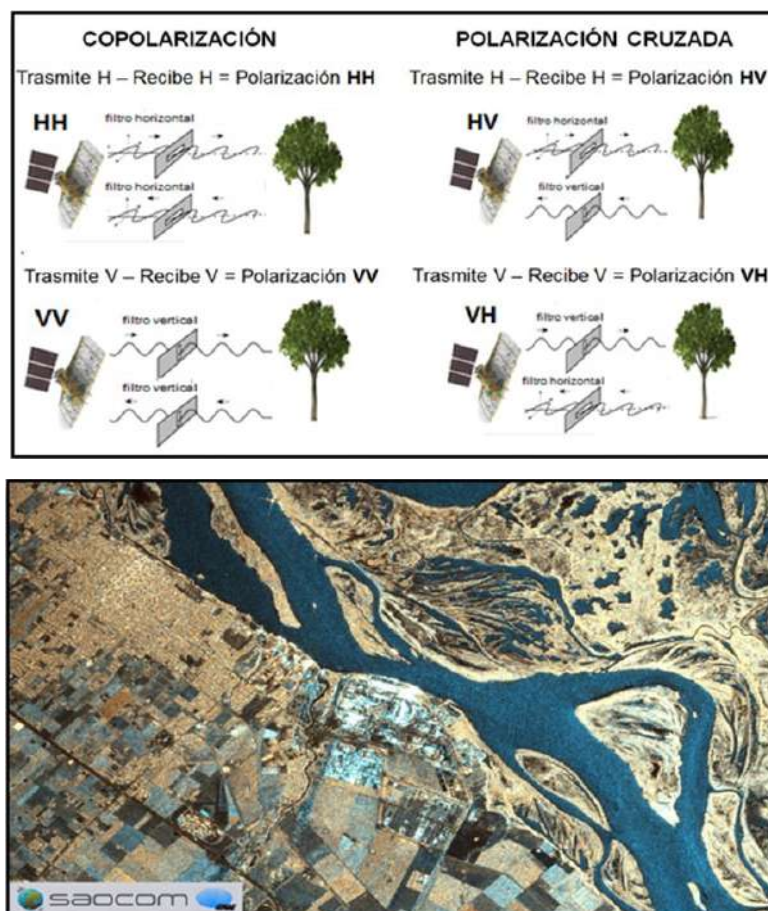


Figura 5: Arriba: Bandas o imágenes polarimétricas (monocromáticas) de SAOCOM. Abajo, composición color Pauli de combinación de bandas polarimétricas (canales del monitor: rojo: R = Bandas HH - VV; canal verde: G = banda HV; canal azul: B = bandas HH + VV). La imagen muestra una vista de la ciudad de San Nicolás, provincia de Buenos Aires, y el río Paraná. Fuente: CONAE.

Usos en el sector agropecuario

Como fue descrito, la constelación SAOCOM 1 ha sido diseñada para la observación de la Tierra con la señal SAR en banda L de las microondas. Por las características de esta señal SAR, es muy sensible a la detección de humedad

en el suelo, ya que la señal SAR se ve afectada por la mayor conductividad del agua respecto de los suelos secos. Por otro lado, la longitud de onda de la señal le permite una gran penetración en suelos con texturas someras (ejemplo: arena) que, de encontrarse totalmente secos, puede llegar a penetrar hasta diez veces la longitud de onda de la señal, es decir, unos 2,5 m. Ver figura 6.

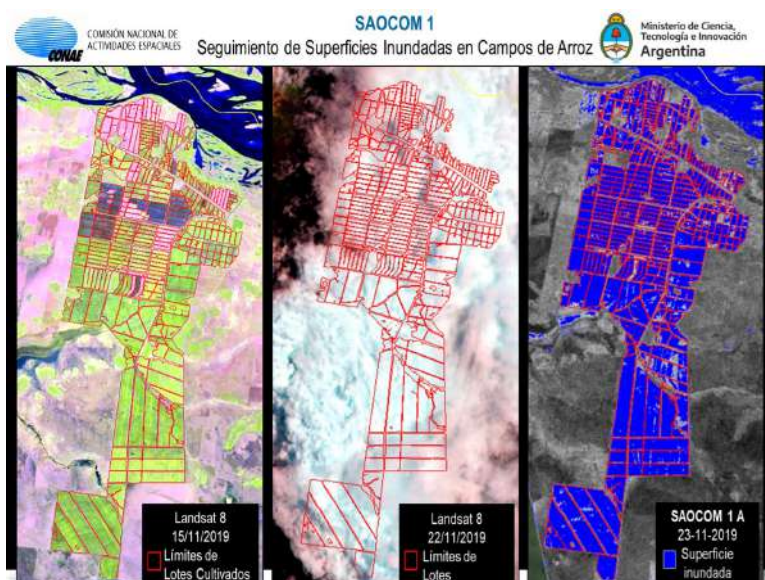


Figura 6: Ejemplo de penetración de la señal SAOCOM en cultivos de arroz. Comparación del seguimiento del estado de inundación por debajo del cultivo en una plantación (líneas rojas indican los límites de los lotes). A la izquierda: composición color con una imagen Landsat, donde se observan los cultivos crecidos (color verde), los lotes inundados sin cultivo crecido (color azul) y lotes sin estar inundados (color rosado). En el centro: siete días después, otra imagen Landsat pero con total cobertura de nubes. A derecha: imagen SAOCOM, de una sola de las bandas polarimétricas (HH), horizontal-horizontal mostrando, a través de las nubes, la película de agua (color azul), por debajo del cultivo ya crecido. Fuente: gentileza de Danilo Dadamia, CONAE.

Pero, esta penetración, se ve reducida por la presencia de coberturas, y la textura y estructura del suelo y su contenido de agua. A partir de estas capacidades de la observación con radar, se han generado productos SAOCOM 1 de utilidad para el sector agropecuario. El principal producto es el “Mapa de Humedad del Suelo” de la capa superficial (primeros 10 a 30 cm de profundidad en el perfil, dependiendo del tipo de suelo y cobertura). Este mapa tiene resoluciones espaciales de 150m y 800m de tamaño de pixel, según el modo de adquisición (modo “stripmap” en el primer caso y modo “TopSAR Narrow” en el segundo). Este producto es único a nivel internacional. Ha sido calibrado con mediciones a campo, en una red automática y telemétrica, que representa la variabilidad de la humedad en distintos tipos de suelo, régimen de lluvias y ambientes, en la región pampeana, desde el año 2012. Actualmente, se está ampliando esta red de calibración y validación del Mapa de Humedad del Suelo a las regiones áridas y semiáridas de Argentina. El objetivo es aplicar el Mapa de Humedad del Suelo para optimizar la gestión del agua. En estas zonas el recurso hídrico es escaso, por lo que es vital monitorear su uso para el consumo humano y para su aplicación mayor en oasis de riego, para mejorar las producciones agrícolas regionales. Ver figura 7.

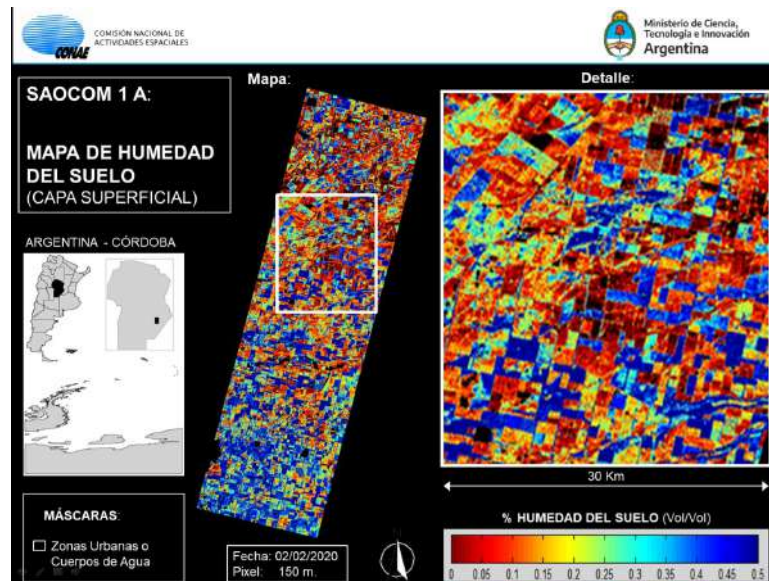


Figura 7: Mapa de Humedad del Suelo (capa superficial). Pixel 150 m. Los pixeles con humedad baja o suelo con estado “seco” están indicados con color rojo, mientras que los pixeles con alta humedad o estado del suelo “saturado” con color azul (ver escala). Vista del mapa completo y un detalle. Zona al sur de Bell Ville, provincia de Córdoba. Fuente: gentileza de Danilo Dadamia, CONAE.

Otros productos satelitales generados a partir del procesamiento de las imágenes SAOCOM 1 son, por ejemplo: el “Índice Radar de Vegetación” (IRV), que detecta la estructura de cultivos y bosques. Esta detección permite monitorear los distintos estados fenológicos de la vegetación en sus ciclos de desarrollo. Otro producto satelital SAOCOM 1 es el mapa de “Máscaras de Agua”, que detecta el agua libre en superficie. Este producto permite monitorear el estado hídrico de los cuerpos de agua (ríos, lagunas, etc.) y analizar su evolución temporal hacia situaciones extremas de déficit (sequía) o exceso (inundación) hídrico. Ver figura 8.

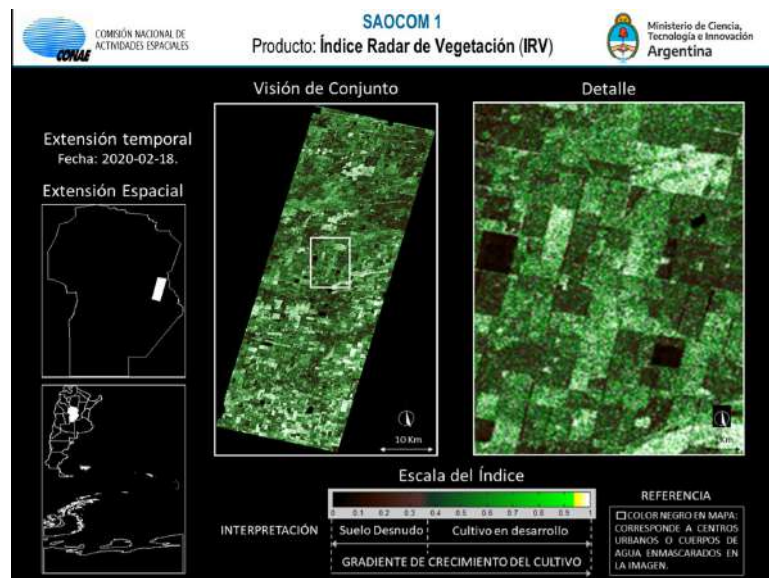


Figura 8: Índice Radar de Vegetación (IRV). Los lotes con suelo desnudo están indicados con color marrón, los lotes con máximo índice de vegetación con color verde muy claro (ver escala). Pixel 150 m. Vista del mapa completo y un detalle. Zona al sur Las Varillas, provincia de Córdoba. Fuente: gentileza de Danilo Dadamia, CONAE.

Productos desarrollados

Para el agro se han desarrollado aplicaciones, denominadas “estratégicas”, dado su potencial impacto sobre las actividades agropecuarias. Uno de los principales es:

“SAS” o Sistema Satelital de Decisión en agricultura. Este sistema se basa en la simulación de decisiones que toman los productores en el manejo de los cultivos: qué fecha de siembra eligen, con qué lluvias o humedad del suelo cuentan para esa fecha, qué tipo de cultivo quieren producir, con qué tipos de suelos cuentan en su lote, que genética posee su semilla, qué surco dejarán entre hileras del cultivo, qué densidad de cultivo tendrán por hilera, aplicarán o no fertilizante, aplicarán o no herbicidas, qué fecha estiman para la cosecha, etc. A partir del ingreso del Mapa de Humedad del Suelo SAOCOM al sistema, la estimación del modelo de cultivo mejora su precisión y el sistema devuelve los denominados “escenarios de rinde”. Estos escenarios de rinde son estimaciones a partir de la modelación del cultivo, que permite obtener valores de mínimo, medio y máximo rinde, a partir de las decisiones del manejo del mismo asumidas por el productor. Por otro lado, el modelo contiene el tipo de suelo donde se desarrolla el cultivo, y asimilando la información de los parámetros de manejo citados, puede estimar la humedad en el perfil del suelo a distintos horizontes de profundidad. Esta última información está siendo publicada en el “Geoportal” de la CONAE (<https://geoportal.conae.gov.ar/geoexplorer/composer/>). Expresada en un mapa de Humedad en el Perfil del Suelo a 50 cm, para la región Pampeana, dividido en “Zonas Homogéneas”, de acuerdo al tipo de suelo presente. Ver figura 9.

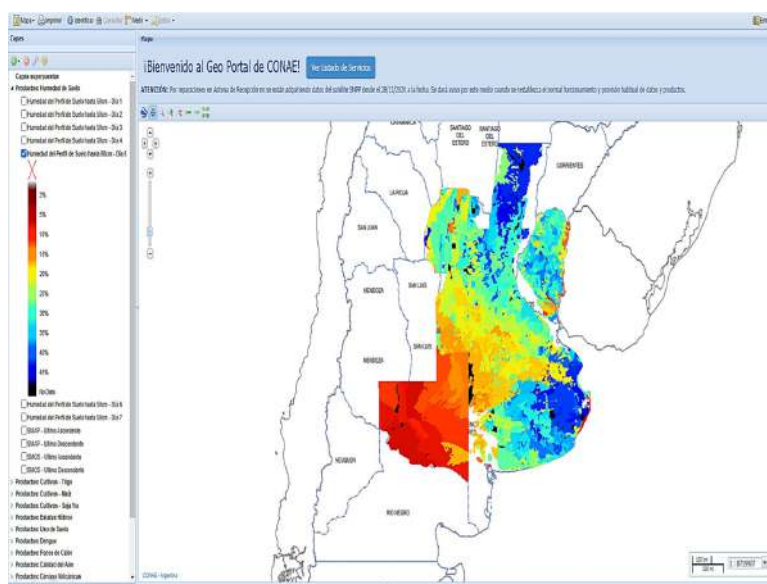


Figura 9: Captura de pantalla de una vista del Geoportal de la CONAE. Ejemplo del Mapa de Humedad en el Perfil del Suelo integrada a 50 cm de profundidad, mapa para las provincias de Santa Fe, Córdoba, La Pampa, Entre Ríos y Buenos Aires. Fuente: gentileza de Homero Lozza, CONAE.

Aplicaciones en el sector forestal

La señal SAR (Synthetic Aperture Radar o radar de apertura sintética) de la constelación SAOCOM 1, por su longitud de onda, tiene la capacidad de atravesar la canopia de los árboles y recibir una señal de rebote (retrodispersión) del

tronco e, inclusive, del suelo. Esta característica de penetración hace de SAOCOM 1 una verdadera “herramienta” para estimar parámetros de variables forestales dasométricas (Biomasa total, Contenido de Humedad en Vegetación, VWC, Altura planta) .

La banda L de SAOCOM 1, posee un longitud de onda adecuada para la medición de la biomasa forestal. A partir de la modelación de la señal de respuesta de un bosque, que es capturada en la imagen satelital, las principales variables forestales se pueden obtener al procesar y modelar las imágenes SAOCOM 1: altura de árbol, biomasa (peso o volumen por metro cuadrado de bosque) y densidad de árboles por metro cuadrado.

La generación de nuevos productos

La información de SAOCOM 1 es de acceso libre y gratuito para el sector público de la sociedad. Mientras que para el sector privado nacional es bonificado a partir de la firma de convenios de investigación y desarrollo (“I+D”) para que, en forma conjunta, se puedan desarrollar servicios y productos específicos para las actividades productivas agropecuarias y forestales, ajustados a partir de su calibración y validación con datos de campo. Esta sinergia público-privada, que se logra a través de dichos convenios, permite identificar y desarrollar aquellos productos satelitales específicos que aportan información, a partir de las características de observación del SAOCOM 1, de impacto en la producción y que, finalmente, redunden en beneficio de la sociedad argentina.

Acceso a las imágenes SAOCOM 1

Las imágenes SAOCOM 1 son publicadas automáticamente en el Catálogo que se encuentra en el portal WEB de la CONAE:

<https://catalog.saocom.conae.gov.ar/catalog/#/>

Para acceder a su visualización, solo es necesario registrarse en el portal WEB de la CONAE, luego se le otorga al usuario, un nombre y clave de acceso.

En el Geo Portal WEB de la CONAE, también se publican productos satelitales obtenidos a partir de la modelización de imágenes SAOCOM 1 y de otras misiones satelitales, de visualización libre:

<https://geoportal.conae.gov.ar/geoexplorer/composer/>

Si se desean descargar las imágenes satelitales o acceder a productos específicos para la actividad forestal (no publicados en el Geo Portal) es necesario, firmar un convenio de investigación y desarrollo con la CONAE ó, una vez desarrollado y calibrado el o los productos específicos, acceder a un servicio brindado por la empresa VENG S.A. (<https://www.veng.com.ar/>), designada por la CONAE para la comercialización y distribución de los servicios y productos SAOCOM 1.

B 1.2

IMPORTANCIA DE LAS HERRAMIENTAS GENÓMICAS PARA ASISTIR A LA CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y EL MEJORAMIENTO DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS

<https://www.argentinaforestal.com/2021/07/25/la-importancia-de-las-herramientas-genomicas-para-asistir-a-la-conservacion-restauracion-y-el-mejoramiento-de-especies-forestales-nativas/>



Autora: Virginia Inza

Instituto de Recursos Biológicos (IRB) - Centro de Investigaciones de Recursos Naturales de Castelar – INTA.



Autora: Cristina Soldati

Instituto de Recursos Biológicos (IRB) - Centro de Investigaciones de Recursos Naturales de Castelar – INTA.



Autora: Florencia Pomponio

Instituto de Recursos Biológicos (IRB) - Centro de Investigaciones de Recursos Naturales de Castelar – INTA.



Autora: Susana Torales

Instituto de Recursos Biológicos (IRB) - Centro de Investigaciones de Recursos Naturales de Castelar – INTA.

Importancia de las herramientas genómicas para asistir a la conservación, restauración y el mejoramiento de especies forestales nativas

Los bosques nativos de Argentina han sufrido una intensa explotación maderera que sumada a los procesos de deforestación causados por la expansión de la frontera agropecuaria, los efectos del cambio climático global y el lento crecimiento de las especies nativas han determinado una significativa reducción de sus poblaciones.

El conocimiento de la diversidad genética permite determinar el estado de degradación y fragmentación de las poblaciones como así también identificar aquellas que representan un reservorio de diversidad que las hace claves para su conservación. En respuesta a esto, desde el año 2006, trabajamos junto a especialistas de distintas EEA-INTA ⁽¹⁾ a fin de incluir nuevas técnicas moleculares que complementen los métodos de manejo y mejoramiento tradicionales de las especies forestales nativas y asistan a su conservación.

La caracterización de la variabilidad genética de poblaciones naturales, la identificación de individuos/poblaciones con mayor capacidad de adaptación al cambio climático y la selección de materiales con fines de mejoramiento, conservación y restauración, requieren de la disponibilidad de marcadores de ADN y de las secuencias de genes de las especies en estudio.

Generalmente, en especies forestales nativas no se cuenta con recursos genómicos propios y su desarrollo aumenta considerablemente los costos y el tiempo de implementación. Por este motivo, los primeros estudios de diversidad genética en especies nativas se basaron en el uso de marcadores de ADN universales que no requieren un desarrollo previo para cada especie y/o transfiriendo marcadores desde especies taxonómicamente cercanas. Con estas estrategias, se analizó la diversidad genética de poblaciones de cedros, lapacho rosado, pino Paraná y ñandubay, generando un gran avance en el conocimiento genético de estas especies y permitiendo tomar decisiones para su conservación y producción sustentable.

Por otra parte, el advenimiento de tecnologías de secuenciación masiva y herramientas bioinformáticas asociadas han posibilitado la secuenciación de enormes cantidades de ADN en poco tiempo a un costo relativamente bajo y el desarrollo de genomas ⁽²⁾ y transcriptomas ⁽³⁾ completos, así como de marcadores moleculares. Mediante estas metodologías pudimos secuenciar el transcriptoma de cedro Orán, lapacho rosado, algarrobo blanco y raulí.

Las especies forestales nativas de importancia económica y/o ecológica que investigamos cubren gran parte de las eco-regiones de nuestro país: Selva Paranaense, Yungas, Parque Chaqueño, Espinal, Delta e Islas del Paraná, Bosque Andino Patagónico y Estepa Patagónica.

El cedro coya (*Cedrela angustifolia*) [FotoNº1] crece en las Yungas desde Salta hasta Tucumán. La sobreexplotación de sus poblaciones para el aprovechamiento de su valiosa madera puso en riesgo su diversidad genética y su potencial evolutivo estando actualmente "en peligro" según la International Union for Conservation of Nature (UICN). A partir del estudio genético con marcadores AFLPs (Amplified Fragment Length Polymorphisms) de 14 poblaciones observamos que la diversidad genética seguía un patrón latitudinal (disminuyendo de norte a sur) y, además, había una pérdida de diversidad genética asociada a un

¹ Estaciones Experimentales Agropecuarias de Misiones, Bariloche, Famailá, Delta, Roque Saénz Peña, Paraná, Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales y el Instituto de Biotecnología, INTA.

² Genoma es todo el material genético contenido en las células de un organismo en particular.

³ Transcriptoma representa el conjunto de genes que se están expresando en un momento dado.

mayor nivel de explotación. Las poblaciones del Parque Nacional Baritú (Salta) y el Parque Provincial La Florida (Tucumán) fueron las de mayor diversidad genética por lo que deberían priorizarse para conservación y las poblaciones del norte de las Yungas también resultan interesantes para recolección de germoplasma con fines de mejoramiento y restauración.



Otra especie forestal nativa con alto valor económico de las Yungas estudiada, fue el cedro Orán (*Cedrela balansae*) [Foto N°2]. Ésta crece en el estrato de menor altura, profundamente transformado por su fácil acceso que, sumado a sus características madereras y estéticas, ha degradado sus poblaciones poniendo en riesgo su diversidad genética, la cual es considerada fundamental para asegurar la adaptación de la especie a un nuevo contexto ambiental y social. Evaluamos la variabilidad genética de 8 poblaciones naturales de cedro Orán en Salta y Jujuy con marcadores microsatélites y AFLPs, encontrando que la diversidad genética promedio de la especie fue moderada con una muy baja diferenciación entre las poblaciones estudiadas, habiendo un alto flujo de genes entre ellas. Esto sugeriría que estas poblaciones se comportan como una unidad genética homogénea en el pedemonte de las Yungas del Noroeste Argentino.

Por otra parte, mediante el proceso de secuenciación de esta especie se obtuvo un catálogo de aproximadamente 27.000 genes y más de 2.000 marcadores que contribuirán a los estudios de diversidad genética adaptativa. Además, muchos de los marcadores seleccionados se encuentran en genes asociados a caracteres importantes para el género *Cedrela*, como resistencia al frío, tolerancia a la sequía y tasa de crecimiento constituyendo un importante recurso genómico para asistir a la selección de genotipos en las primeras etapas de los programas de mejoramiento.

Con gran importancia forestal en las Yungas y una larga historia de sobreexplotación encontramos el lapacho rosado (*Handroanthus impetiginosus*). Su madera es resistente, pesada y de gran durabilidad. A partir de la transferencia

de 5 microsatélites neutros hacia la especie se condujo un análisis preliminar de 9 poblaciones identificando algunas con niveles más altos de diversidad genética y/o mayor diferenciación. Asimismo, utilizando la tecnología de secuenciación masiva se obtuvieron genes y marcadores relacionados a características de interés como el estrés hídrico o la floración, entre otros. Este tipo de marcadores permitirá interpretar patrones de variabilidad genética adaptativa de las poblaciones de lapacho rosado en el NOA lo que tiene importantes implicancias en el contexto de cambio climático actual.



El cedro misionero (*Cedrela fissilis*) especie forestal nativa de la Selva Paranaense, ha sido altamente explotado por las características de su madera y categorizado como “vulnerable” según la UICN. La severa presión antrópica ha generado un drástico decrecimiento del tamaño, conectividad y sanidad de sus poblaciones, comprometiendo su potencialidad de uso y su adaptación a nuevos escenarios ecológicos y sociales. Con el objetivo de conservar las poblaciones remanentes realizamos diversos análisis usando microsatélites para conocer los niveles actuales de variabilidad genética de la especie. Evaluamos las 8 poblaciones remanentes de la especie y encontramos que los niveles de diversidad intrapoblacional fueron altos y la diferenciación genética fue moderada, existiendo 4 grupos genéticos distribuidos de forma heterogénea entre las poblaciones. La información generada nos permitió disponer de herramientas muy valiosas para la toma de decisiones involucradas en la conservación y la producción sustentable de la especie.

El principal factor abiótico que afecta la supervivencia de esta especie en la etapa de establecimiento a campo son las bajas temperaturas por lo que es importante seleccionar individuos que presenten mayor aptitud para superar la incidencia de las bajas temperaturas en edades tempranas. En este sentido, la selección asistida por marcadores moleculares (MAS) en ensayos de progenies, permite acelerar los procesos de mejora utilizando marcadores de ADN que ligan el genotipo con el fenotipo deseado. A partir de la información generada del transcriptoma de *C. balansae* se encontraron genes relacionados con la respues-

ta a frío y se identificaron marcadores genéticos asociados a esta característica. De esta manera, se obtuvieron progenies de cedro misionero tolerantes y 27 marcadores variables para futuros ensayos de progenies.



La especie emblemática de la Selva Paranaense por su valor económico, ecológico y social es *Araucaria angustifolia* o pino Paraná [Foto N° 3]. De madera blanda y fácil de trabajar, sus semillas o piñones son una fuente de alimento de gran valor nutritivo utilizada tradicionalmente por las poblaciones locales. La explotación forestal no sustentable disminuyó drásticamente sus bosques que hoy se presentan como fragmentos aislados y puso a la especie en “peligro crítico” según la UICN. El estudio molecular (AFLPs) de 9 poblaciones mostró que la diversidad genética disminuye de este a oeste al aumentar la distancia al centro de distribución de la especie en Brasil y que aquellas más intensamente explotadas tienen menor diversidad genética. Además, la diferenciación genética detectada entre poblaciones remanentes podría deberse a la fragmentación del bosque. Estos estudios genéticos permitieron delinear una serie de estrategias para su conservación. Mejorar la conectividad entre fragmentos del bosque, aumentar la superficie y *status* de áreas protegidas, y promover acciones de restauración son los principales desafíos.



Foto N° 4
Prosopis affinis (ñandubay)

El Espinal es un ecosistema sumamente fragmentado, con altas tasas de deforestación y muchos cambios en el uso de la tierra. Estos procesos ocasionan la pérdida de biodiversidad que se observa hoy en ese ecosistema. Una de las especies más afectadas es el ñandubay (*Prosopis affinis*) [Foto N° 4], un árbol nativo con mucho valor para las comunidades locales, con propiedades madereras y medicinales. Utilizando marcadores microsatélites, analizamos el estado genético de la especie en el centro-oeste de Entre Ríos, evaluando 16 fragmentos del bosque de la zona. Encontramos que la diversidad genética fue moderada, con valores más altos en los fragmentos de bosque más grandes y mejor conservados. Otros estudios, que involucran un análisis de distintas generaciones, también mostraron una diversidad moderada, observándose mayores valores en los individuos más viejos. Estos resultados indicarían una disminución de la variabilidad genética disponible en los sectores más afectados del Espinal y una pérdida de diversidad a lo largo del tiempo.



Otro importante árbol nativo de las regiones áridas y semiáridas del noroeste y centro de Argentina, de gran valor como especie multipropósito, es el algarrobo blanco (*Prosopis alba*) [Foto N° 5]. Utilizando la estrategia de secuenciación se obtuvieron en esta especie numerosos genes relacionados a características de interés y marcadores que fueron fácilmente transferidos a otras especies de algarrobo. El desarrollo de estos recursos genómicos representó un punto de partida para estudios genéticos en poblaciones naturales y cultivadas de especies de algarrobo. Por ejemplo, en el algarrobo patagónico (*P. denudans*), especie adaptada a la estepa fría y semidesértica, se aplicaron estas herramientas en estudios de diversidad genética en 8 poblaciones naturales. Por otro lado, la selección asistida por marcadores moleculares en combinación con pruebas de progenie fue una estrategia usada en ensayos de *P. alba* a fin de obtener resultados más rápidos y precisos en la selección de caracteres complejos como la tasa de crecimiento y la calidad de la madera. De esta manera se identificaron progenies que mostraron mejor comportamiento y estabilidad genética en familias de ensayos realizados en la Provincia del Chaco.

Asimismo, hemos trabajado en el desarrollo de recursos genómicos de especies de *Nothofagus* que habitan los Bosques andino-patagónicos. Dentro de la familia Nothofagaceae elegimos para este estudio al raulí (*Nothofagus alpina*) por su potencial de domesticación y su capacidad de adaptarse a bajas

temperaturas y vientos fuertes. Esta especie, además, es muy apreciada para la elaboración de muebles, razón por la cual, sufrió una gran sobreexplotación.

Se secuenciaron cerca 15.500 genes de la especie, de los cuales, 750 se relacionan a mecanismos de adaptación. También se identificaron miles de marcadores moleculares, parte de los cuales fueron transferidos a otros *Nothofagus spp.* patagónicos como coihue, ñire, lenga y roble pellín. Esta investigación nos permitió disponer de herramientas muy valiosas para estudiar la variación adaptativa en poblaciones de *Nothofagus spp.* distribuidas a lo largo de gradientes ambientales.



Foto N° 6 *Salix humboldtiana* (sauce criollo)

Otra especie nativa de interés es el sauce criollo (*Salix humboldtiana*) [Foto N°6], único sauce nativo de Sudamérica que habita en Argentina desde Salta, Jujuy y Formosa hasta la Patagonia. Esta especie presenta una gran capacidad de adaptación a estreses abióticos, así como a suelos salinos e inundados. Sin embargo, la presencia de sauces exóticos en su área natural de distribución, que hibridan con el sauce criollo, pone en peligro la persistencia de esta especie. En la EEA Bariloche y EEA Famaillá se están llevando a cabo proyectos de restauración de la especie y desde el IRB contribuimos a los mismos usando marcadores de ADN específicos que permiten identificar y seleccionar individuos puros de sauce criollo.

Los recursos genómicos obtenidos en 15 años de investigación han servido de base para estudios de variabilidad genética de poblaciones naturales de especies forestales nativas de importancia para asistir a la selección de materiales con fines de mejoramiento genético así como a la conservación y restauración de los bosques nativos de Argentina.

B 1.3

SIG: EVALUACIÓN METODOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS APROVECHAMIENTOS DE BOSQUES CULTIVADOS EN ARGENTINA

<https://www.argentinaforestal.com/2022/04/24/sig-y-aprovechamientos-de-bosques-cultivados/>



Autora: Daniela Herrera

Área SIG. Dirección de Producción Forestal. Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación (MAGYP).



Autor: Matías Gaute

Área SIG. Dirección de Producción Forestal. Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación (MAGYP).

En la actualidad, debido a la gran magnitud e importancia que han adquirido los recursos forestales, se ha vuelto indispensable el uso de nuevas tecnologías como elementos de apoyo para la gestión y monitoreo de los bosques cultivados. Entre estas, las imágenes satelitales se posicionan como herramientas fundamentales para el sector forestal, ya que pueden cubrir un amplio abanico de aplicaciones, especialmente en la elaboración de inventarios y cartografías forestales con distintas temáticas.

La disponibilidad de imágenes satelitales se ha incrementado notablemente en las últimas décadas. Este factor ha posibilitado la creación de múltiples y variados mapas forestales con un creciente nivel de detalle, entre los cuales se destaca el Mapa Global de Cambios Forestales, desarrollado por Hansen et al. (2013).

El Mapa Global de Cambios Forestales surge como resultado del procesamiento y análisis de una serie temporal de imágenes del satélite Landsat en la plataforma Google Earth Engine. Es considerado uno de los primeros de su clase debido a que posee una alta resolución espacial (30 metros), que hace posible caracterizar los cambios (ganancias y pérdidas) anuales en bosques cultivados y nativos a escala planetaria, con un nivel de detalle que no había sido logrado previamente. Es por esto que se ha convertido en un recurso ampliamente utilizado en estudios con temáticas como la deforestación, degradación de bosques y la gestión forestal.

En el contexto particular de la gestión de bosques cultivados, este mapa adquiere particular relevancia debido a que se actualiza año a año. Por lo tanto, puede ser una herramienta muy valiosa para detectar y cuantificar los cambios que se producen anualmente debido a los aprovechamientos y rotaciones propios de la actividad forestal. Sin embargo, a fin de garantizar el uso apropiado de esta herramienta, es fundamental conocer sus limitaciones y fuentes de error.

Desde el Área SIG, con apoyo de apoyo de los Técnicos Regionales de la Dirección de Producción Forestal (MAGYP), se llevó a cabo un estudio para evaluar la precisión del Mapa Global de Cambios Forestales en bosques cultivados de las provincias de Corrientes, Entre Ríos y Misiones durante el año 2019. El objetivo fue obtener una medida de la confiabilidad del mapa a la hora de detectar y cuantificar la superficie de los aprovechamientos de plantaciones forestales que ocurren en el transcurso de un año.

¿Qué materiales se emplearon?

Los materiales empleados en el estudio fueron:

(i) El Mapa Global de Cambios Forestales del año 2019, que incluye una cobertura de ganancias y pérdidas forestales. En este estudio se trabajó sobre esta última cobertura, denominada en adelante “Mapa Global de Pérdida Forestal”, acotando el área de estudio a la extensión geográfica de las plantaciones forestales de las provincias de Corrientes, Entre Ríos y Misiones (Figura 1).

(ii) Como fuente de datos de referencia, imágenes satelitales Sentinel 2 con una resolución espacial de 10 metros, obtenidas a partir de Google Earth Engine e imágenes de alta resolución de la plataforma Google Earth y conocimiento del territorio de los agentes regionales.

(iii) La cartografía de plantaciones forestales de las provincias de Corrientes, Entre Ríos y Misiones generada en el Área SIG. Estos mapas permitieron limitar la evaluación del Mapa de Pérdida sólo a los bosques cultivados de estas provincias, excluyendo así a los bosques nativos. A su vez, contienen información referida al año de plantación y género de cada rodal forestal. Para este estudio no se consideraron las cortinas forestales.

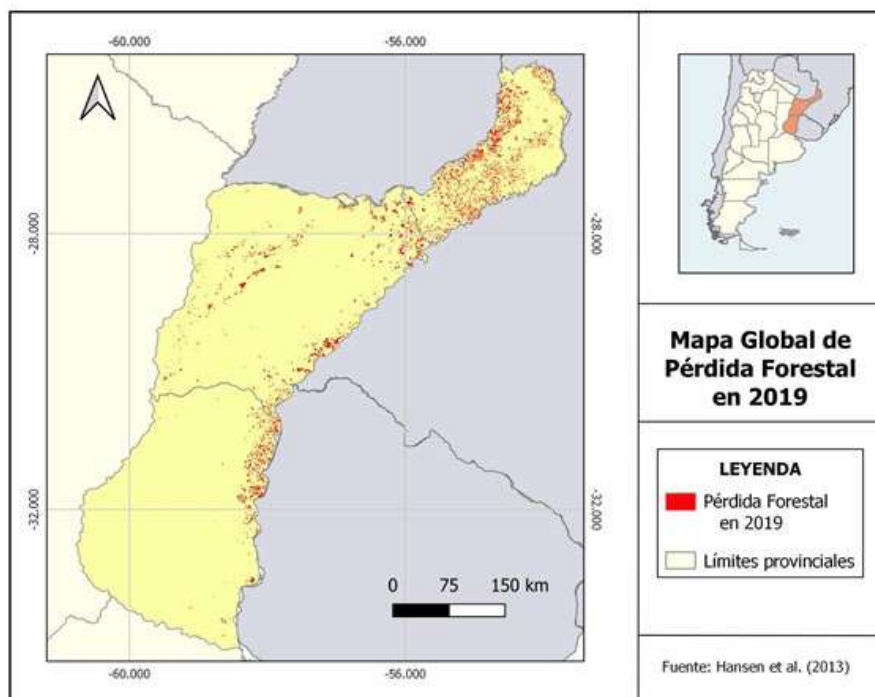


Figura 1. Mapa Global de Pérdida Forestal durante el 2019, acotado a la extensión de las plantaciones forestales de las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos. En rojo se pueden visualizar las áreas de pérdida forestal (aprovechamientos), entendidas como áreas de cambio, es decir, zonas en donde se realizaron aprovechamientos forestales.

El proceso de evaluación

La evaluación de la precisión consistió en contrastar la información provista por el Mapa Global de Pérdida Forestal con datos de referencia provistos por otra fuente de información considerada confiable. De esta manera, fue posible valorar el grado de ajuste de este mapa con la realidad en el terreno.

El proceso de evaluación del mapa se dividió en tres grandes etapas:

- Un diseño de muestreo que permitió la selección de sitios de verificación.

Dada la imposibilidad de verificar el mapa en toda su extensión, la evaluación se realizó en base a un muestreo. Este permitió seleccionar de forma aleatoria un conjunto de sitios de verificación del mapa para cada provincia. El diseño de muestreo seleccionado fue de tipo estratificado y los estratos se conformaron utilizando como criterios la edad y el género de las plantaciones forestales existentes en las provincias (Tabla 1). El estrato denominado "Sin Datos" se refiere a plantaciones forestales de las cuales no se disponía del dato de género y/o edad de plantación.

Género	Edad (años)	Clase de edad	Estrato
Eucalyptus	<8	C1	Eucalyptus C1
Eucalyptus	6 - 8	C2	Eucalyptus C2
Eucalyptus	> 8	C3	Eucalyptus C3
Pinus	<8	C1	Pinus C1
Pinus	6 - 8	C2	Pinus C2
Pinus	> 8	C3	Pinus C3
Otros	<8	C1	Otros C1
Otros	6 - 8	C2	Otros C2
Otros	> 8	C3	Otros C3
Sin datos			Sin datos

Tabla 1. Estratos considerados durante la evaluación del Mapa Global de Pérdida Forestal

b) La evaluación de cada sitio de verificación.

Los sitios de verificación estuvieron conformados por polígonos generados a partir de la intersección del Mapa Global de Pérdida Forestal del año 2019 con los mapas de plantaciones forestales de las tres provincias mencionadas. Este procedimiento se realizó en el software QGIS 3.10 y permitió generar un conjunto de polígonos del Mapa Global de Pérdida Forestal en 2019 ubicados exclusivamente en plantaciones forestales (Figura 2).

Una vez generadas las muestras a verificar, a través de la interpretación visual de imágenes Sentinel 2 y con el apoyo de los Técnicos Regionales de la Dirección de Producción Forestal (MAGYP) se le asignó a cada polígono una clase de referencia. Estas fueron:

i) **“En Pie”**, en el caso de que a lo largo del 2019 el rodal forestal sobre el cual se ubicaba el polígono se mantuvo en pie.

ii) **“Aprovechado”**, si en el transcurso del 2019 se detectó un aprovechamiento en la ubicación del polígono.



Figura 2. Plantación forestal de la provincia de Misiones aprovechada en el año 2019. A la izquierda, se observa el rodal en pie a comienzos del 2019. A la derecha, la tala rasa del mismo rodal a finales de 2019. En rojo se observa uno de los sitios de verificación del Mapa Global de Pérdida Forestal en 2019.

c) El análisis de los datos y el cálculo de medidas de precisión

La evaluación de los sitios de verificación permitió realizar un conteo de polígonos en los cuales hubo coincidencia entre el mapa y la clase de referencia asignada al polígono. Esto es, el número de sitios en los cuales en el mapa identificó correctamente una pérdida de cobertura forestal por aprovechamiento durante el 2019. Estos datos fueron procesados para luego realizar el cálculo de la precisión global del mapa y la precisión según estrato. El cálculo de la precisión se realizó a partir del número de aciertos del mapa sobre el total de sitios verificados en cada provincia.



Resultados obtenidos en tres provincias

En la provincia de Corrientes el número de sitios verificados fue de 304 (Figura 3) y se observó que en el 82,57 % de estos sitios el mapa detectó correctamente los aprovechamientos de las plantaciones. Por otro lado, los estratos más numerosos en Corrientes, *Pinus* C3 y *Eucalyptus* C3, se corresponden con las categorías más importantes en las cuales se esperan aprovechamientos. La precisión del mapa fue de 82% y 85,33% para *Pinus* C3 y *Eucalyptus* C3, respectivamente.

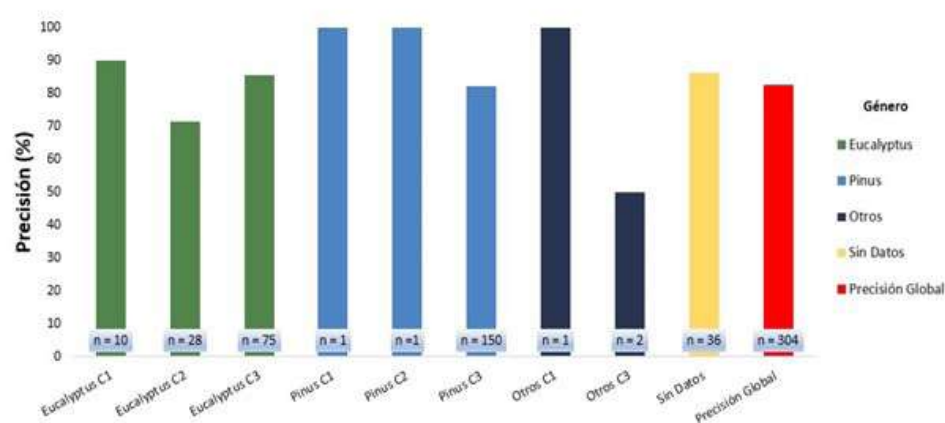


Figura 3. Precisión global y según estrato del Mapa Global de Pérdida Forestal en 2019 en la provincia de Corrientes. En la base inferior de cada barra se muestra el número de sitios verificados por estrato.

En la provincia de Entre Ríos, se contó con un total de 193 sitios de verificación. Como se puede observar en la Figura 4, los estratos muestreados más numerosos fueron *Eucalyptus* C3, *Pinus* C3 y “Sin Datos”, siendo su precisión por estrato de 91.43%, 69.23% y 84.38%, respectivamente. La precisión global del mapa en esta provincia fue de 85,49%.

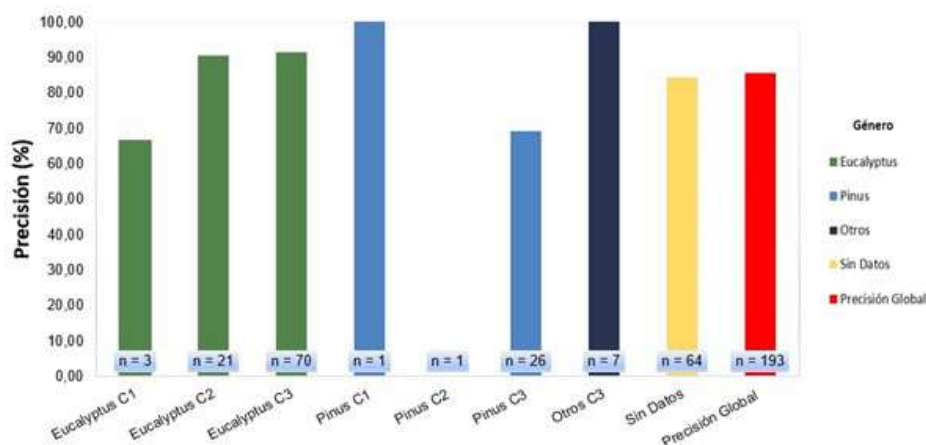


Figura 4. Precisión global y según estrato del Mapa Global de Pérdida Forestal en 2019 en la provincia de Entre Ríos. En la base inferior de cada barra se muestra el número de sitios verificados por estrato.

En la provincia de Misiones se verificaron un total de 260 polígonos (Figura 5), de los cuales 213 fueron correctamente detectados como aprovechamientos, resultando en una precisión global de 81,92%. En esta provincia, el estrato más numeroso fue *Pinus* C3, abarcando aproximadamente un 65% de la muestra y siendo su precisión de 84,21%. El segundo estrato más numeroso fue el de Otros C3, conformado principalmente por los géneros *Araucaria* y *Grevillea*. La precisión en este estrato fue de 80,65%.

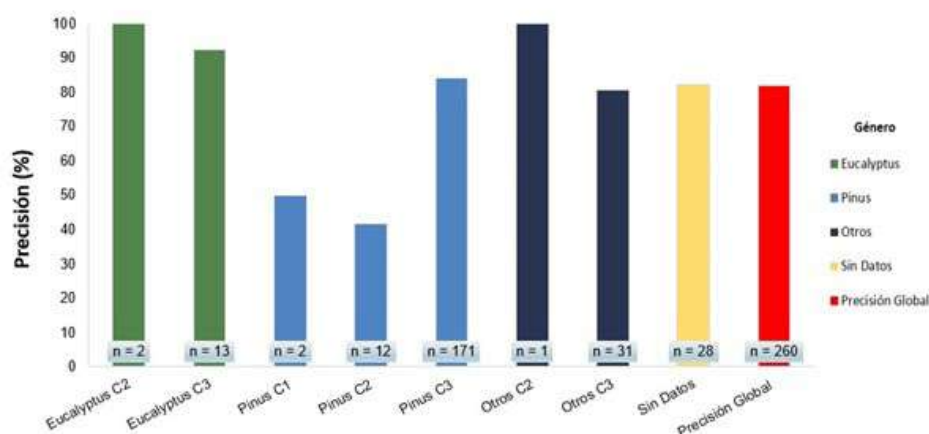


Figura 5. Precisión global y según estrato del Mapa Global de Pérdida Forestal en 2019 en la provincia de Misiones.

Interpretando los resultados

En términos generales, en la evaluación del Mapa Global de Pérdida Forestal no se observaron resultados contrastantes entre las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos, siendo los valores de precisión global superiores al 80% en las tres provincias.

La interpretación visual de las imágenes satelitales permitió identificar dos fuentes principales de error del mapa. Una de ellas corresponde al retraso en la detección de los aprovechamientos, es decir, el mapa en ciertos casos detectó aprovechamientos que habían ocurrido antes del 2019. Además, se observó que el mapa en muchos casos puede detectar otro tipo de cambios en las plantaciones, algunos más sutiles, como el raleo, y otros de mayor magnitud, generados por incendios y tormentas. Esto indicaría que esta herramienta tiene la capacidad de detectar la ocurrencia de distintos eventos en las plantaciones, aparte de su corta final, lo cual podría llevar a sobreestimar la cuantificación de la superficie anual aprovechada de plantaciones forestales.

Por otra parte, la cobertura nubosa puede ser una fuente considerable de error en la detección de cosecha, ya que las nubes y sombras de nubes contaminan y alteran la fidelidad de las imágenes utilizadas para generar el Mapa Global de Pérdida Forestal.

Nuevos avances

Empleando imágenes satelitales actualizadas de mayor resolución espacial (10 m), la potencia de la plataforma Google Earth Engine y datos complementarios, el Área SIG consigue elaborar trimestralmente el Mapa de Aprovechamientos Forestales de la región NEA (Figura 6). Este producto y muchos otros se pueden visitar en el Visor Cartográfico de la Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial (<https://bit.ly/3tH2gld>)

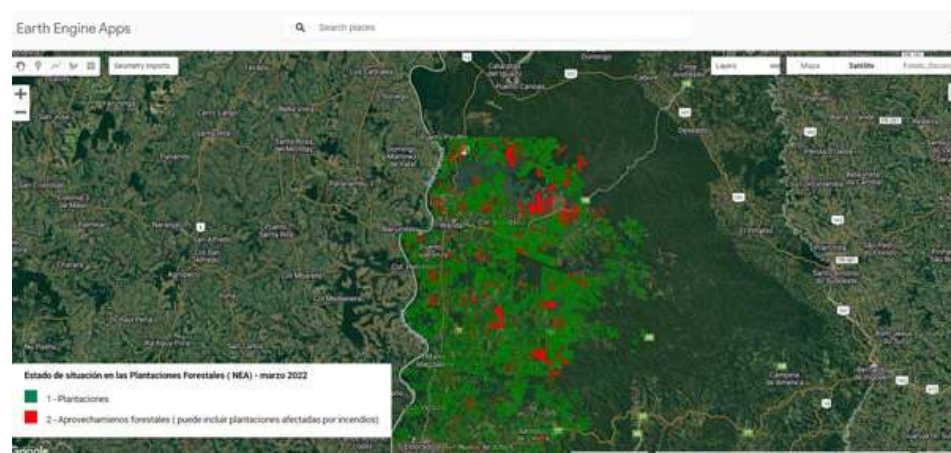


Figura 6. App para la visualización de los aprovechamientos forestales en la región NEA. (visitar: <https://bit.ly/3j8UH0f>)

Conclusiones

El uso de imágenes satelitales, nuevas técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica han alcanzado un alto nivel de desarrollo y difusión en el ámbito de la gestión forestal. En este sentido, herramientas como el Mapa Global de Pérdida Forestal representan un avance importante en el camino para lograr un monitoreo eficiente de los cambios que ocurren en los bosques.

Los resultados obtenidos refuerzan que, las tecnologías basadas en el uso de imágenes satelitales resultan herramientas muy útiles para la identificación y cuantificación de los aprovechamientos productivos, que se producen anualmente.

te en los bosques cultivados de la región Nordeste de Argentina. (Figura 7). Estas metodologías contribuyen a mantener actualizada la cartografía de plantaciones, insumo fundamental para la generación de estadísticas y la evaluación de múltiples políticas de desarrollo.

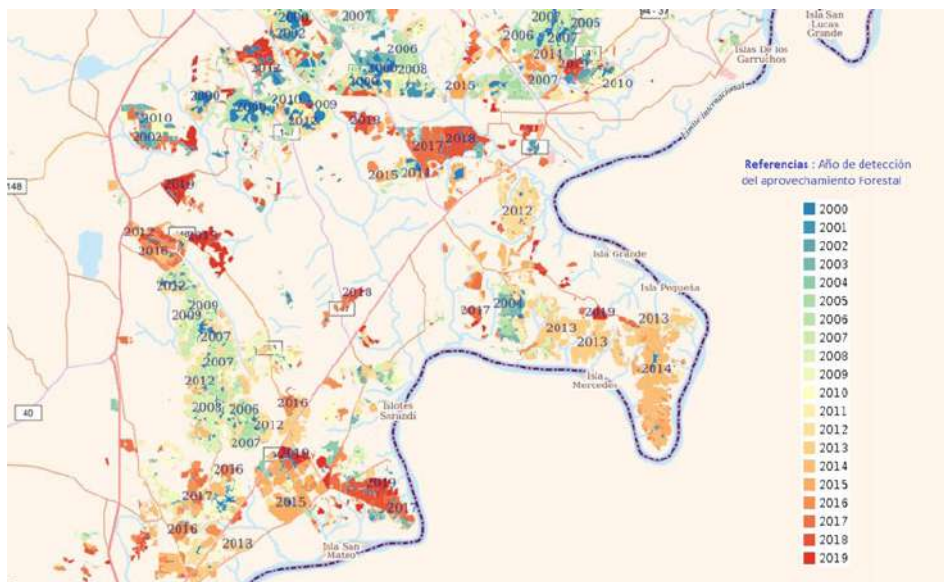


Figura 7. Plantaciones forestales y años en los cuales se han identificado los aprovechamientos forestales. Departamento Santo Tomé, Corrientes.

Bibliografía

Hansen, M.C. & Potapov, Peter & Moore, R & Hancher, M & Turubanova, Svetlana & Tyukavina, Alexandra & Thau, D & Stehman, Stephen & Goetz, Scott & Loveland, Thomas & Kommareddy, Anil & Egorov, Alexey & Chini, L & Justice, C.O. & Townshend, J.. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. Science (New York, N.Y.). 342. 850-853. 10.1126/science.1244693.

Global Forest Change: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>

B 2.1

NEUTRALIDAD DE LA DEGRADACIÓN DE LA TIERRA EN BOSQUES NATIVOS DEL ESPINAL

<https://www.argentinaforestal.com/2022/06/09/neutralidad-de-la-degradacion-de-la-tierra-en-bosques-nativos-del-espinal/>



Autor: Marcelo Germán Wilson

Estación Experimental Agropecuaria Paraná.



Autor: Emmanuel Gabioud

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Paraná.



Autora: María Carolina Sasal

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Paraná.



Autora: Natalia Van Opstal

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Paraná.



Autora: Daniela Herrera

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Paraná. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)



Autor: Silvana Sione

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER

Los bosques nativos proveen diversos servicios ecosistémicos, por lo tanto, su conservación resulta clave. El número de personas y comunidades que dependen de los bosques es muy importante, están relacionados íntimamente con los medios de vida de pueblos originarios y comunidades que dependen de ellos para su subsistencia. Si bien el principal producto de comercialización de los bosques es la madera, existen numerosos productos no maderables, dentro de los cuales se destaca la producción de carne que constituye uno de los principales productos forestales no madereros de nuestro país. Los bosques resultan fundamentales para asegurar la supervivencia de miles de especies de flora y fauna silvestre, contribuyen a la conservación y protección de los suelos, cumplen un rol muy importante en el ciclo del agua, protegiendo las cuencas hidrográficas, contribuyen a atenuar el clima local y a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

El Observatorio Nacional de la Degradación de Tierras y Desertificación (ONDTyD), es un sistema nacional de Monitoreo y Evaluación de tierras a diferentes escalas (nacional, regional y de sitios piloto), basado en un abordaje integral, interdisciplinario y participativo. Desarrolla un enfoque basado en datos para abordar la degradación de la tierra. Está sustentado en una red de organizaciones científico-tecnológicas y políticas (INTA, CONICET, MAgDS, FAUBA), que proveen datos y conocimientos y al mismo tiempo son usuarios de la información. El ONDTyD está conformado actualmente por 23 Sitios Piloto (SP) distribuidos en el territorio nacional. Uno de ellos es el SP Cuenca Arroyo Estacas (La Paz, Entre Ríos), incorporado a la red en el año 2013 (Figura 1). Este SP es un dispositivo experimental donde se evalúa a escala de cuenca, el impacto del avance de la frontera agrícola con la finalidad de generar alertas tempranas de procesos de degradación de manera integral y elaborar pautas de manejo sustentable (<http://www.desertificacion.gob.ar/el-observatorio/estructura/>). En el año 2017, el SP fue seleccionado para integrar el Proyecto FAO “Soporte a la toma de decisiones para la ampliación e integración del manejo sustentable de las tierras SD-MST”, con la meta de contribuir a la lucha contra la desertificación, la degradación de tierras y la sequía, al ampliar e implementar prácticas de manejo sustentable de tierras (MST), a través de la toma de decisión local (<https://www.wocat.net/en/projects-and-countries/projects/ds-slm/countries/argentina>).



Cambio del uso de la tierra y los efectos sobre los recursos naturales

El centro norte de la provincia de Entre Ríos no escapa al fenómeno del cambio en el uso de la tierra que se ha registrado en los últimos años en la mayor parte de las regiones húmeda y subhúmeda del país. Se ha incrementado la superficie destinada a la agricultura a partir de la deforestación, en la mayoría de los casos sin planificación previa del uso y manejo del suelo. En el SP Cuenca Arroyo Estacas se observa un aumento sostenido de cultivos agrícolas durante las últimas tres décadas. La cobertura de bosque nativo disminuyó de 72 % en 1987 a 60 % en 2017. En el año 1987, la superficie cubierta con bosque nativo era de 52643 ha y en el año 2017 disminuyó a 43415 ha (Figura 2). Esto implica un aumento de 44 % de la superficie con cultivos en 30 años. Como se observa en los mapas, la zona baja de la cuenca tenía mayor presencia de cultivos y pasturas en 1987. En la zona media, el lado oeste del arroyo presentaba mayor superficie agrícola y con el paso de los años el lado este incrementó la superficie con cultivos. La zona alta de la cuenca presentaba alta superficie con bosques nativos, pero en el año 2017, se observa un incremento considerable de la superficie cultivada.

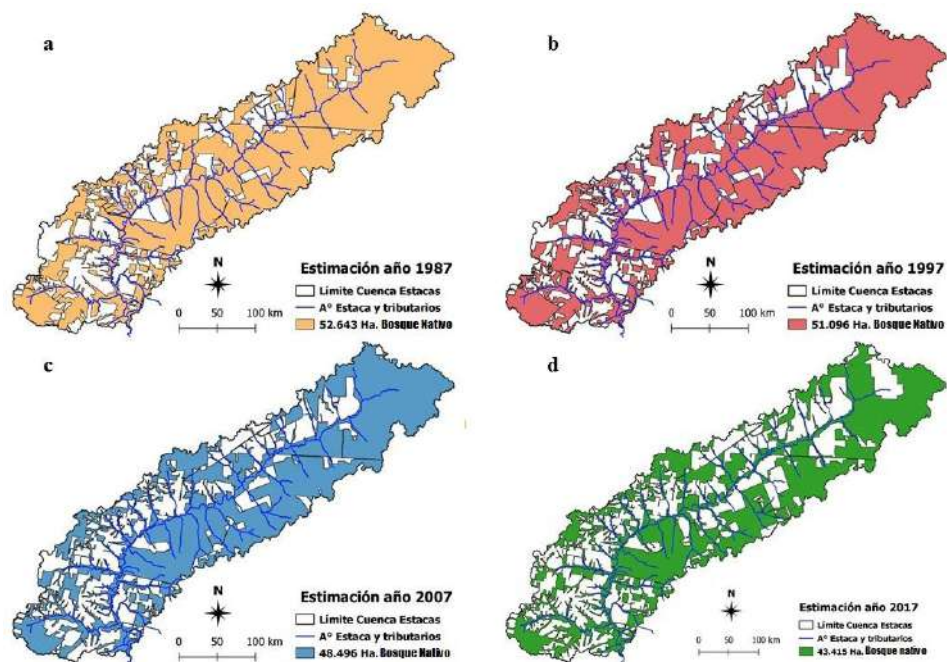


Figura 2: Mapas de cobertura con bosque nativo de los años: a) 1987, b) 1997, c) 2007 y d) 2017

Según se observa el sistema productivo predominante en la región es el ganadero bajo bosque nativo, con creciente aumento de la agricultura vinculada a cultivos de verano, predominantemente soja (Figura 3). Erosión hídrica, encharcamiento en áreas planas, pérdida de biodiversidad (vinculado a la pérdida de superficie boscosa y la fragmentación de hábitats) y, en los bosques remanentes, menor productividad del pastizal por sobrecarga animal y sobrepastoreo, constituyen problemáticas que se han detectado en el área de bosques nativos del Espinal entrerriano. Estos procesos de degradación de tierras pueden incidir sobre la rentabilidad de los predios y generar múltiples impactos negativos en el ámbito social y económico de la región, tales como la concentración de la tierra y

la concentración de la producción de alimentos, generando marginación y exclusión social y, en los casos más graves, migración rural. En tal sentido, se requiere de un abordaje sistémico para detectar, monitorear y evaluar problemas complejos, de manera de generar herramientas de decisión y diseñar agroecosistemas y, por ende, territorios sostenibles (<https://inta.gob.ar/documentos/indicadores-para-evaluar-la-sustentabilidad-de-territorios-y-sistemas-de-produccion>).

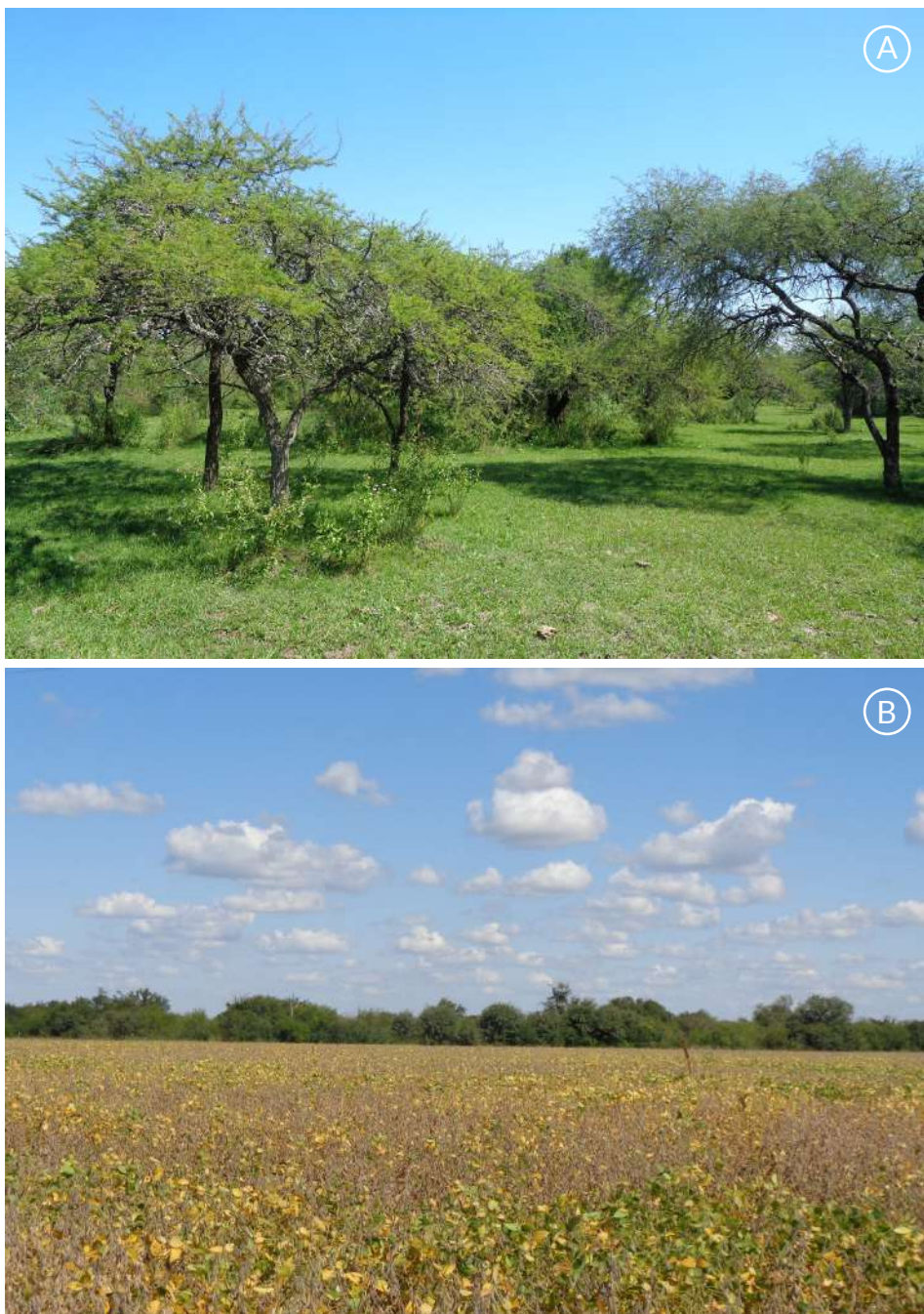


Figura 3. Uso de la tierra en la Cuenca del Arroyo Estacas. A) Bosque nativo del Espinal (Ñandubay y Espinillo, en pastoreo bovino), B) Tierras agrícolas con cultivos de soja

En dos subcuencas piloto contrastantes del arroyo Estacas, una con actividad ganadera bajo bosque nativo y otra agrícola, muestran que la sección de

la primera subcuenca presenta una zona de flujo de agua encauzada y otra zona de inundación en épocas de crecidas, donde el ancho se incrementa de 3,50 m a casi 12,00 m (Figura 4). Por otro lado, la segunda, de uso agrícola de varios años, posee una sección más irregular e inestable, producto de los importantes arrastres de material y de la formación de cárcavas profundas al llegar el agua de los lotes al arroyo. La falta de cobertura del suelo disminuye la interceptación de la lluvia y aumenta los caudales transportados por el cauce, favoreciendo a la erosión en general. Esto explicaría el gran aumento de las dimensiones del cauce principal y del valle de inundación entre la cuenca agrícola y la ganadera. Estos resultados demuestran que los procesos de degradación del suelo se inician en la medida en que actúen varios factores de manera simultánea, tales como las características de las lluvias, el tipo de suelo, morfología de la cuenca, acción antrópica, entre otros.

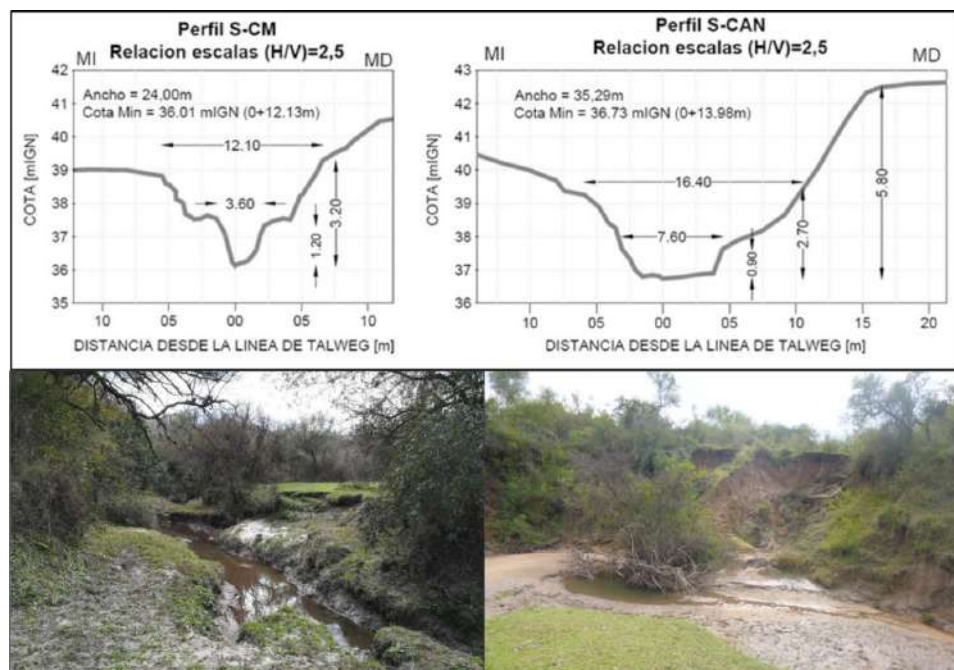


Figura 4. Secciones transversales de los afluentes del Arroyo Estacas correspondientes a las subcuencas piloto ganadera (S-CM) y agrícola (S-CAN), respectivamente.

Prácticas de manejo para lograr la neutralidad de la degradación de tierras

La deforestación es uno de los principales impulsores de la degradación de la tierra. En este sentido, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNLUD) apoya a más de 120 países para identificar los impulsores y las tendencias de la degradación de la tierra, definir una línea base de la degradación de la tierra y establecer metas de la neutralidad de la degradación de la tierra (NDT). Nuestro país ha adherido a la iniciativa para alcanzar la NDT, la cual fue incluida en el “Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación, Degradación de Tierras y Mitigación de la Sequía Actualizado a la Agenda 2030”, Resolución SGAYDS 70/2019 (<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/desertificacion/programa-de-accion-nacional-de-lucha-contra-la-desertificacion>). La finalidad de este programa es prevenir y mitigar la degradación de la tierra, la desertificación y la sequía, para conservar los servicios ecosistémicos y contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de las po-

blaciones afectadas, enmarcadas en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, priorizando las áreas afectadas y vulnerables. El monitoreo de los progresos hacia la NDT (Meta 15.3), es parte esencial de esta iniciativa.

La promoción y difusión de Prácticas de Manejo Sustentable de Tierras (MST), constituyen herramientas fundamentales para prevenir, mitigar los procesos de degradación de tierras y rehabilitar áreas degradadas. En tal sentido, se tomó como caso de estudio, un predio de 340 ha ubicado en el área más comprometida de la cuenca desde el punto de vista de la degradación de tierras. En el área de estudio predominan suelos Vertisoles y Molisoles, mientras que el predio se encuentra subdividido en 6 lotes con larga historia agrícola y ganadera de pasturas, con notables síntomas de degradación. En tal sentido, para su manejo se propuso una planificación con enfoque de cuencas integrando prácticas de MST, tales como la sistematización de tierras considerando las subcuencas hidrográficas, la construcción de terrazas de evacuación y de terrazas reservorio para dar refugio y constituir corredores de la biodiversidad; en los lotes agrícolas y ganaderos, el manejo del suelo según aptitud de uso, y la aplicación de sistemas agrícolas según los pilares de la agricultura conservacionista y del sistema ganadero basado en el manejo del bosque nativo y del pastizal (Figura 5).



Figura 5. Sistematización de tierras en el área de bosques nativos del Espinal

Consideraciones finales

El enfoque de cuencas, al trascender el predio, requiere trabajar en consensos entre los productores que la componen. La integración de prácticas MST tendientes a neutralizar la degradación de tierras resulta de fácil adopción en el territorio y permite a los productores y a los técnicos contar con una mirada amplia e integral sobre la conservación de los recursos naturales involucrados en los procesos productivos en la región.

B 2.2

CAMBIO CLIMÁTICO, SILVICULTURA Y EFECTOS POTENCIALES EN LA PRODUCTIVIDAD Y SECUESTRO DE CARBONO EN BOSQUES CULTIVADOS

<https://www.argentinaforestal.com/2022/06/26/productividad-y-secuestro-de-carbono-en-bosques-cultivados/>



Autor: Rafael Rubilar

Cooperativa de Productividad Forestal, Departamento de Silvicultura, Fac. Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. Centro Nacional de Excelencia para la Industria de la Madera (CENAMAD), Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.



Autora: Rosa Alzamora

Departamento de Manejo de Bosques y Medioambiente, Fac. Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. Centro Nacional de Excelencia para la Industria de la Madera (CENAMAD), Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.



Autor: Juan Pedro Elissetche

Departamento de Manejo de Bosques y Medioambiente, Fac. Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. Centro Nacional de Excelencia para la Industria de la Madera (CENAMAD), Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

En Latinoamérica, al igual que en otras partes del mundo, y donde por diversas razones el ser humano ha abandonado la tierra por deterioro, sobreuso, o carencia de oportunidades productivas alternativas; el secuestro de carbono por parte de los bosques plantados es una enorme contribución a la mitigación del cambio climático. Las plantaciones forestales, y más aún las de rápido crecimiento, han aportado de manera significativa, no sólo en la remoción de carbono de la atmósfera, sino que además a reducir procesos de erosión y degradación de la tierra y al mismo tiempo convertirse en opciones de desarrollo económico a través de la producción de biomasa o madera. Si bien este es un punto de vista no necesariamente compartido por la visión conservacionista, donde se considera que la restauración de bosques naturales permitiría mayores beneficios ecosistémicos que el establecimiento de plantaciones forestales, existen dudas respecto a que los ecosistemas evaluados tengan la real posibilidad de restauración esperada y permitan detener, en tiempos comparables a los de las plantaciones, procesos de erosión y degradación a la escala en que dichos procesos han afectado la tierra.

Sin embargo, existe incertidumbre respecto a los efectos del cambio climático en la capacidad productiva y secuestro de carbono de bosques plantados con manejo intensivo y también de bosques naturales. En Latinoamérica, las principales incertezas se han generado por la alta mortalidad observada en bosques naturales debido a la reducción de precipitaciones observadas no solo en climas mediterráneos, sino que también en ambientes semitropicales secos. Reportes de varias empresas forestales en la última década respecto al éxito de reforestaciones han evidenciado severos riesgos, inclusive en sitios sin problemas hídricos (evapotranspiración potencial < 1.5 x precipitación), dada la alta variabilidad de las precipitaciones y extensión de períodos secos.

Frente a este escenario emerge la pregunta de cuáles pueden ser las estrategias para mitigar estos impactos para la industria forestal y los riesgos de sostener altas tasas de secuestro de carbono en plantaciones forestales. Esta breve publicación apunta a proponer algunas estrategias y opciones silviculturales orientadas a mantener la productividad forestal y reducir riesgos en escenarios de cambio climático en plantaciones manejadas intensivamente.

Selección de especies, genotipos, híbridos y manipulación de plantas

La selección adecuada del material genético (especie/genotipo) a establecer en un determinado sitio debe considerar prioritariamente su sensibilidad a nuevas temperaturas extremas, en particular en etapas tempranas de desarrollo. Opciones de selección, a nivel clonal, son usualmente limitadas o desconocidas para pequeños y medianos propietarios, e inclusive se observa que, para programas de mejora genética de la industria forestal, aún no se han desarrollado estrategias para la evaluación de la resistencia o tolerancia temprana de especies y/o genotipos. Por su parte, opciones de manejo vía acondicionamiento a nivel de vivero, conocidas como endurecimiento de la planta, pueden permitir importantes beneficios al reducir los riesgos a cambios severos de temperatura y a condiciones prolongadas de sequía post-establecimiento. Los riesgos posteriores, asociados a mortalidad de plantas en etapas juveniles por efecto de sequía, deben al mismo tiempo considerar la carga del sitio en condiciones de riesgo, es decir, cuantas plantas puedo mantener con la cantidad de agua disponible que un sitio puede proveer en un escenario adverso. Si bien rara vez se realiza esta evaluación en el marco del establecimiento de plantaciones, debería ser utilizada

como punto de referencia para comparar sitios y evaluar el riesgo de pérdida de plantación, o para proyectar posibles caídas de productividad.



Ilustración 1.- Prueba de tolerancia y resistencia de clones de Eucaliptus mediterráneos a la sequía en etapas tempranas de desarrollo en un experimento que considera remoción de riego, respuestas en supervivencia, crecimiento temprano y respuesta en variables fisiológicas.

Densidad inicial y diseño de plantaciones

El establecimiento de plantaciones forestales tradicionalmente se ha hecho a alta densidad respecto al stocking final. Esta decisión se basa en opciones de manejo que consideran la calidad del fuste asociada a una mejor rectitud y menores diámetros de ramas. Sin embargo, opciones para el manejo de bosques con menores densidades iniciales de plantación, o reducciones tempranas del stocking, pueden combinarse con diseños de plantación que permitan obtener similares beneficios de calidad de fuste, pero que simultáneamente procure una reducción de los riesgos frente a condiciones de estrés hídrico severo que conlleven altas tasas de mortalidad de plantas y pérdida absoluta y relativa de su productividad. Opciones de diseño de plantación con menor número de árboles y que permitan mayor flujo hídrico y recarga de los suelos y acuíferos, junto con reducir tasas de interceptación, particularmente en bosques de coníferas, pueden permitir aumentar la disponibilidad de agua del sitio, generar menos impacto en los recursos hídricos a nivel de cuenca y balancear objetivos de mantención de la productividad forestal junto con requerimientos de sostenibilidad.

Apoyo nutricional

Condiciones de menor disponibilidad nutricional en escenarios de cambio climático han sido proyectadas recientemente por varias investigaciones a nivel mundial. Estas limitaciones, si bien son dependientes de las condiciones nutricionales del suelo donde son establecidas nuevas plantaciones, y afectan a todos

los nutrientes requeridos por la plantación, son particularmente sensibles para nutrientes que dependen en mayor proporción de la disponibilidad de agua en el suelo, para asegurar su absorción por la planta. De manera similar, limitaciones de nutrientes que afectan prioritariamente la formación y desarrollo del sistema radicular, pueden reducir las posibilidades de supervivencia y crecimiento inicial. Fertilizaciones preventivas, principalmente de boro y fósforo al establecimiento, y productivas de nitrógeno, fósforo, potasio y boro en etapas juveniles o intermedias de desarrollo, pueden ayudar a mitigar efectos adversos en escenarios de menor disponibilidad hídrica. Asegurar la fertilidad en etapas tempranas y juveniles de un bosque puede reducir riesgos y sostener la productividad de los bosques.

Manejo de competencia

El manejo de competencia es la estrategia silvícola de mayor importancia a la hora de reducir posibles pérdidas de productividad frente a escenarios de cambio climático, principalmente dado el alto impacto de las malezas en la supervivencia y crecimiento de la plantación. La incidencia negativa de las malezas es inversamente proporcional a la disponibilidad de agua de un sitio, y los mayores beneficios o reducciones de riesgo frente a eventos de cambio climático asociados a sequías, en sitios con limitaciones de agua, serán observados en plantaciones que aseguren un control efectivo de la vegetación competidora. De igual manera, oscilaciones térmicas, que facilitan heladas violentas que no dan posibilidad de aclimatación progresiva de la planta, pueden ser reducidas manteniendo condiciones libres de competencia por malezas al mejorar la cantidad de energía solar y térmica retenida en el suelo y en las cercanías de la planta en etapas tempranas de desarrollo.



Ilustración 2.- Impacto de la silvicultura temprana en la supervivencia y crecimiento de *Pinus radiata* en el valle centro sur de Chile en sitios afectados por sequía prolongada. Áreas sin árboles en la imagen corresponden a tratamientos carentes de apropiada silvicultura al establecimiento (2 primeros años) causando mortalidad y severas pérdidas en productividad y captura de carbono.

Sistemas de información de apoyo

Sistemas de información que permitan pronosticar la incidencia de eventos climáticos extremos y estacionales, integrados con información de suelos, serán altamente requeridos en nuevos escenarios de cambio climático. Información de suelos, redes de estaciones meteorológicas deben ser mejorados, junto con monitoreo de información satelital, para el desarrollo de sistemas de riesgo en el establecimiento y desarrollo de proyectos de plantaciones forestales. Estos sistemas debieran ser desarrollados por organismos públicos de manera tal que permitan apoyar decisiones de propietarios e inversionistas forestales respecto a selección de especies y estrategias silviculturales tempranas e intermedias en el desarrollo de plantaciones, de manera de minimizar riesgos productivos. El actual debate sobre el uso de agua de plantaciones es de alta sensibilidad para la sociedad; sin duda su importancia es de mayor magnitud en regiones de clima mediterráneo o con estación seca prolongada. Sin embargo, es relevante mencionar que varias de las estrategias propuestas para el desarrollo de una silvicultura que se adapte al cambio climático, tales como: selección de genotipos, reducción de densidad y diseño de la plantación, pueden permitir mitigar posibles efectos en los caudales de cuencas de alta sensibilidad. Estas estrategias podrán ser efectivamente implementadas en la medida que se cuente con sistemas de información de apoyo que integren necesidades sociales y ambientales.

Consideraciones finales

Sin duda existen estrategias adicionales importantes de considerar respecto a los riesgos asociados a los cambios que impondrá el cambio climático en las próximas décadas. Las estrategias consideradas previamente se han enfocado sobre los riesgos de tipo abiótico, es decir factores del ambiente (suelo y clima). Sin embargo, es esperable que riesgos bióticos, asociados a plagas y enfermedades, sean de igual o mayor magnitud y produzcan riesgos aún más difíciles de predecir, proyectar y controlar. Sin duda los sistemas de apoyo de decisión deben también considerar riesgos bióticos, y el nivel de conocimiento y comprensión de las dinámicas poblaciones de plagas y enfermedades será también determinante en la sustentabilidad de plantaciones forestales futuras frente al avance del cambio climático.

B 3.1

PARQUE CHAQUEÑO: LA PALMA CARANDAY COMO ESPECIE ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN DE MADERA

<https://www.argentinaforestal.com/2021/03/30/parque-chaqueno-la-palma-caranday-como-especie-alternativa-de-produccion-de-madera/>



Autora: Carmen del Rosario Sosa Pinilla

Laboratorio de Tecnología de la madera. Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa.

La búsqueda de recursos alternativos y diversificación de la producción con el objetivo de disminuir la presión sobre los recursos naturales, en este caso particular los bosques nativos, han impulsado en las últimas décadas investigaciones orientadas a promover el aprovechamiento de especies no tradicionales y productos no madereros con una visión sustentable y protectora de los ambientes naturales.

La pérdida de bosques nativos en el periodo 2007-2018 se localizó principalmente en la región del Parque Chaqueño, con un 87 % del total nacional. Las provincias más afectadas fueron Santiago del Estero (28%), Salta (21%), Chaco (14 %) y Formosa (13 %), todas ellas por los cambios en el uso del suelo habilitando estas superficies para la producción agrícola y ganadera. No obstante, el deterioro sistemático de los bosques productivos fue anterior a la situación actual a partir del aprovechamiento de especies maderables de alto valor como quebracho colorado, algarrobos y lapachos, las cuales no solo han disminuido en existencia, sino que prácticamente no fueron repuestas o manejadas de manera sustentable.

La palma *Copernicia alba*, Morong es conocida vulgarmente como “caranday”, “palma blanca”, “palma colorada” o “palma negra”. Es un componente de las fisonomías o paisajes dominantes del parque chaqueño húmedo, correspondiente a la sabana con palmeras, que está sometida a la influencia de factores climáticos, topográficos y edáficos; soporta ciclo seco-incendios y ciclo húmedo con lluvias- inundaciones temporarias. En la provincia de For-

mosa se presenta en la zona Este estimándose que el 30% del total de hectáreas de esta zona corresponden a formaciones con palma, y el 18 % de las mismas a palmares puros. Esta zona corresponde a la zona húmeda de mayores precipitaciones, y los palmares se localizan en lugares bajos con presencia de agua y suelos impermeables y en cercanía a cursos de agua, de allí su nombre guaraní Caranday que significa palma de agua. En la zona centro ó semiárida aparece en depresiones y bañados con menor densidad y en terrenos relativamente altos los ejemplares se encuentran más aislados. También se la encuentra en el borde de los montes considerándola especie colonizadora, de allí la importancia de su acción biológica.



Es así que sus rodales ofrecen distintas facetas, presentándose como masas densas, con alto grado de coetaneidad; masas semidensas más abiertas, disetáneas o ejemplares aislados.

Un recurso renovable posible de aprovechamientos sustentable

En general las grandes extensiones de palmares con sabana son destinadas a la actividad ganadera, la misma es extensiva cuando la pastura es natural, pero cada vez son más frecuentes los pastoreos rotativos con la implantación de pasturas que requieren del laboreo del suelo con el consecuente volteo de las palmas, las cuales en su gran mayoría son desperdiciadas dejándolas amontonadas para su quema o pudrición. Esta situación corresponde a los campos con rodales de masas semidensas, donde la carga animal por hectárea disminuye hasta 3 veces con respecto a las extensiones de pastizales.





Productos de la palma

En las áreas con masas puras o palmares densos la carga animal es muy baja por lo que el productor considera una superficie improductiva para la actividad ganadera.

La palma y sus múltiples usos

El recurso palma ha sido utilizado tradicionalmente en forma artesanal; sus hojas en cestería, los frutos en extracción de aceites esenciales, el cogollo como alimento y el estípote para construcciones rurales. Es amplia su potencialidad pero es necesario el desarrollo de tecnología para que su aprovechamiento pueda ser extensivo y competitivo con respecto a otros similares que ya están o se están posicionados en el mercado.



Construcciones rurales

Esta situación ha generado la elaboración de diversos proyectos de desarrollo en algunos casos integrales o de alguna de partes de la palma caranday con buenos resultados.

La madera de palma

Si bien no corresponde denominar como madera al producto obtenido del estípote de la palma, ya que es una especie monocotiledónea sin crecimiento secundario, las propiedades físicas y mecánicas del leño presentan variabilidad por el tipo de crecimiento y el diferente grado de desarrollo.

La estructura anatómica corresponde a haces de fibras fibrovasculares distribuidos en la masa parenquimática, estos son muy lignificados y de porcentaje variable presentando un valor mayor en la región externa disminuyendo gradualmente hacia la zona central, produciendo variación en la densidad.

Los ejemplares jóvenes tienen densidad baja ($0,220 \text{ gr/cm}^3$) aumentando con la edad y maduración hasta valores de $0,900 \text{ gr/cm}^3$ tornándose la madera dura y pesada. La dureza y densidad aumentan de la parte central hacia la periferia, por lo que es mayormente utilizada sin aserrar en forma de postes, o bien empleando la parte exterior en tejas y balancines.

Estudios técnicos realizados por el Consejo Federal de Inversiones (CFI) y el gobierno de la provincia de Formosa (2004) concluyeron que tanto las propiedades físicas de la madera de *Copernicia alba* como el atractivo estético en tablas aserradas hacen de este material una opción interesante para la industria forestal en productos de alto valor como pisos, revestimientos, molduras, perfiles encolados, carpintería interior y muebles o parte de los mismos.

En similitud con el bambú (*Bambusa vulgaris*) y la Guadua (*Guadua angustifolia*), la durabilidad de la madera de *Copernicia alba* se presenta como una limitante debido al contenido elevado de humedad y alto porcentaje de tejido parenquimático rico en sustancias nutritivas excelente fuente de alimento para los organismos destructores de la madera (hongos, bacterias e insectos). La madera aserrada requiere por lo tanto de tratamiento fitosanitario, y secado. Estos aspectos fueron estudiados aplicando diferentes tecnologías de secado, tratamientos térmicos y preservación con diferentes productos protectores como CCB y compuestos de boro con resultados satisfactorios. Otros productos biológicos innovadores, como soluciones de tanino de quebracho colorado fueron empleados en ensayos realizados por el equipo de investigación en maderas de la Universidad Nacional de Formosa en convenio con la empresa Unitán SAICA arrojando resultados alentadores.

Todo esto indica la posibilidad de la utilización del tronco de la palma como sustituto de algunas maderas en diversas aplicaciones imprimiéndoles valor agregado.

Los valores de existencias, de regeneración natural y el potencial que presenta el recurso por sus amplias utilidades hacen de la palma una especie con posibilidades de generar recursos económicos en la zona.

Se puede considerar como propuestas:

- La implementación de parcelas rotativas y el manejo de los palmares puros o densos aplicando raleos que disminuyan la densidad de plantas por hectáreas. Esto favorecería el uso silvopastoril con el aprovechamiento de los ejemplares maduros de mejores propiedades en cuanto a producción de madera lo que permitirá cuidar y mantener el recurso en el tiempo.
- La difusión del empleo de la estípita de la palma como madera considerando sus propiedades físicas su valor estético.
- El seguimiento y continuidad de los proyectos en el tiempo, son indispensables para obtener resultados aplicables como modelo de aprovechamiento sustentable.

B 3.2

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS BOSCOSOS NATIVOS DE ZONAS ÁRIDAS EN LA ARGENTINA

<https://www.argentinaforestal.com/2021/05/03/restauracion-ecologica/>



Autor: Mariano Cony

IADIZA-CONICET

En 2017, el último relevamiento realizado por científicos de diferentes países, muestra que 514.000.000 de hectáreas, en el mundo, están ocupadas por bosques de zonas áridas o semiáridas. En Argentina, se localizan en las regiones eco-geográficas del Chaco Árido, Monte y Espinal.

Estos ecosistemas, además de los recursos visibles y tangibles para la mayoría, como la madera, leña o el forraje para el ganado, generan una serie de **beneficios ecosistémicos** que, lentamente, se están empezando a valorar. Entre ellos podemos mencionar: fijación de CO₂; prevención de la erosión y pérdida de suelos; sombra; aporte y ciclaje de nutrientes; favorecimiento del establecimiento de otras especies, conocido como “efecto de planta nodriza”; hábitat para la fauna silvestre y su valor paisajístico.

Si bien no resultaban muy atractivos económicamente, casi la totalidad de los bosques de zonas áridas sufrieron manejos esquilmantes (tala rasa, sobrepastoreo e incendios) que provocaron fuertes procesos de degradación y desaparición de la cobertura forestal.

Restauración ecológica (RE): un concepto más allá del romanticismo

Si bien lo “ecológico”, todavía es asociado por muchos a una visión “romántica” de la vida, la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER), fundada en 1988 por un grupo de científicos, profesionales, técnicos, ecologistas, decisores políticos y líderes comunitarios de todo el mundo, definió en 2004 a la RE como “el proceso por el cual se promueve la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido”.



También, en la SER, se consensuó que un ecosistema “restaurado” deberá tener los siguientes atributos:

- 1) Contener un conjunto característico de especies que habitan en el ecosistema de referencia y que proveen una estructura apropiada y funcionalidad a la comunidad. Serán especies autóctonas hasta el grado máximo factible.
- 2) Tener la capacidad de sostener poblaciones reproductivas de las especies necesarias para la continua estabilidad.
- 3) Integrarse adecuadamente con la matriz ecológica y el paisaje.
- 4) Eliminar o reducir las amenazas a la salud e integridad del ecosistema.
- 5) Tener suficiente capacidad de recuperación como para soportar estrés periódico y normal del ambiente local, manteniendo la integridad del ecosistema.
- 6) Ser autosostenible.

De acuerdo al umbral de degradación alcanzado, son diferentes las opciones y costos de la restauración. Si se han producido, fundamentalmente, cambios en la composición de la vegetación, los esfuerzos de restauración estarán direccionados a remover el factor de degradación y a favorecer o reimplantar

las especies deseadas. En cambio, si la degradación provocó cambios abióticos profundos como la erosión, los esfuerzos estarán orientados hacia la remoción del factor de degradación y a la reparación física del ambiente.



Estrategias de restauración en bosques degradados de zonas áridas argentinas. Especies clave ¿Restauración activa o pasiva?

El objetivo general de la restauración de los bosques de zonas áridas es restituir rápidamente la cubierta vegetal para proteger el suelo de procesos erosivos. Los árboles como *Prosopis flexuosa* y *Prosopis chilensis* (algarrobos), que dominan estos ambientes, resultan especies claves para lograrlo, dado su rol ecosistémico y sus características de poseer raíces profundas que les permiten utilizar agua subterránea y no depender, únicamente, de las escasas lluvias.

La capacidad de regenerarse naturalmente o no de una especie en un ambiente degradado define la estrategia de restauración. El favorecimiento de la regeneración natural es llamado **restauración pasiva**, mientras que la **restauración activa** implica la reintroducción de especies en áreas con baja o nula regeneración natural. Este último es el caso de la mayoría de los algarrobales degradados del Monte.

Estudios realizados en los bosques nativos de Ñacuñán (Santa Rosa, Mendoza), demuestran que son necesarios 25 años para lograr la regeneración natural de, solamente, una planta adulta de algarrobo/ha. Con estas tasas tan bajas de regeneración natural, la restauración activa resulta la mejor alternativa para la recuperación de estos bosques degradados.

Consideraciones morfo-fisiológicas y genéticas de las plantas para aumentar las probabilidades de éxito en la RE de bosques de zonas áridas

Las zonas áridas, comúnmente, muestran una altísima variabilidad espacial en las propiedades del suelo y su microclima. Al mismo tiempo, la variación intra e inter-anual de las escasas precipitaciones es tan alta que resulta inviable pronosticarlas anual o estacionalmente.

Esta heterogeneidad espacial y temporal, complica la identificación de los tipos de plántulas más apropiadas para la reforestación. Dadas estas limitaciones, se recomienda: usar plantas con diferentes características morfo-fisiológicas adecuadas para diferentes unidades de paisaje y regímenes de precipitación; identificar sitios apropiados para cada tipo morfo-fisiológico; refinar los métodos de pronóstico de precipitaciones y utilizar las tecnologías disponibles (o generar nuevas) para aumentar la disponibilidad de agua en el terreno definitivo.

Así, genotipos de rápido crecimiento, fundamentalmente, de raíz gruesa que crece verticalmente, facilitaría el acceso a las capas subterráneas presentes en estos ecosistemas y anticiparía su independencia de las lluvias o de los riegos suplementarios. Dichos genotipos serían los más apropiados para la restauración de sitios en donde se dispusiera de suficiente irrigación, suplementaria que, aunque eleva sustancialmente los costos de la restauración, reduce los efectos de largos períodos de sequía.

En cambio, genotipos de baja tasa de crecimiento aéreo, en los cuales la relación vástago-raíz sea lo más baja posible, enfrentarían mejor las condiciones de sequía extrema, inmediata a la plantación, cuando la irrigación suplementaria fuera escasa.

Queda claro que los criterios para seleccionar genotipos para la restauración de ecosistemas boscosos degradados de zonas áridas, difieren de los normalmente utilizados para producir madera de alta calidad. Los objetivos de la restauración son más amplios y los ecosistemas a restaurar presentan, normalmente, condiciones ecológicas de estrés extremo. La supervivencia de las plantas pasa a ser uno de los parámetros más importantes a tener en cuenta al seleccionar los genotipos apropiados para la RE.



Restauración y cambio climático

Contar con modelos que estimen, escenarios ambientales futuros, frente al cambio climático, permitiría seleccionar material genético intra-específico para dichos escenarios. En muchos casos, las procedencias locales podrían no resultar las más adecuadas para enfrentar condiciones diferentes a las actuales. En otros, se podrían aprovechar caracteres de los árboles que actualmente no se aprovechan.

Evaluar, para dentro de 50 años, la producción de madera para aserrado en algunos sitios del Monte, utilizando genotipos de las mismas especies que se desarrollen mejor bajo esos escenarios futuros, pasa a tener sentido y pone en discusión el “precepto” de la procedencia local como la fuente de germoplasma más apropiada para llevar adelante las tareas de RE.

Priorización de proyectos de restauración ecológica a mayor escala

Para priorizar las zonas donde se llevarán a cabo estos proyectos se deberá contemplar un análisis de múltiples criterios, sociales, económicos y ecológicos, teniendo en cuenta:

- 1) Nivel de degradación del bosque
- 2) Población y actores involucrados
- 3) Disponibilidad y calidad de agua
- 4) Relaciones costo/beneficio (no solamente monetizables)
- 5) Disponibilidad de recursos técnicos y logísticos.
- 6) Factibilidad de seguimiento y evaluación en el tiempo



Estudios y experiencias de restauración con especies de algarrobos en zonas áridas

Desde 1991, Investigadores del CONICET-Mendoza, vienen desarrollando plantaciones experimentales con *P. chilensis* y *P. flexuosa*.

Conjuntamente con la Universidad de Buenos Aires, se vienen realizando investigaciones sobre genética cuantitativa combinados con otros de biología molecular que orientan la selección de los genotipos más apropiados para restaurar los ecosistemas boscosos degradados del Monte, con las dos especies de algarrobo que crecen en zonas áridas argentinas.

A través de la recolección de semillas, dentro de la zona de distribución de ambas especies en la ecorregión del Monte (desde Río Negro hasta Salta), se han evaluado diferentes orígenes genéticos con distintos métodos de plantación e irrigación.

Ensayos familia-procedencia de ambas especies, con árboles que hoy tienen 30 años de edad, requirieron sólo 6 meses para que sus raíces alcancen la capa de agua subterránea, de 3 m de profundidad. En estos ensayos se encontró, en *P. flexuosa*, una procedencia catamarqueña del Bolsón de Fiambalá, que se destacó por su mayor crecimiento y que se viene utilizando en casi todas las experiencias de restauración.

Reforestaciones, con ambas especies, en zonas con 110 mm de precipitación mostraron una supervivencia superior a un 80% luego de 18 meses de plantadas, mientras que, en otras de 260 mm, plantaciones con distintos orígenes genéticos de *P. flexuosa* y *P. chilensis*, mostraron valores de supervivencia del 68% luego de 17 años.

En todos los casos, los niveles de irrigación suplementarios fueron 70 veces inferiores a los de cultivos tradicionales como la vid (7000 m³/ha/año).

Inclusive, en zonas salinizadas de oasis irrigados de San Juan se están realizando plantaciones exitosas, con estas especies, para su recuperación productiva. Nuevamente, la procedencia Bolsón de Fiambalá de *P. flexuosa* se destaca por su crecimiento bajo estas condiciones.

Financiadas, recientemente, por la Dirección Nacional de Bosques, se están llevando adelante experiencias piloto de restauración de bosques degradados del Monte (reforestaciones de entre 15 y 20 ha), utilizando procedencias seleccionadas de las dos especies de algarrobos, en campos ganaderos de 3 departamentos de Mendoza. Los resultados, hasta la fecha, resultan alentadores.

Y, finalmente, se han priorizado para la provincia de Mendoza, las áreas boscosas nativas degradadas para llevar adelante proyectos de restauración ecológica.

Restaurar o No restaurar, esa es la cuestión...

Recuperar la integridad de los bosques de zonas áridas no solo recae en un simple análisis económico o en la cantidad de árboles a lograr, sino en recuperar el desarrollo y funcionamiento de todo un ecosistema que estaba brindando recursos madereros y no madereros a comunidades de menores ingresos y también a una ganadería de cría vacuna en franco crecimiento, cuyo éxito está íntimamente relacionado con la salud del bosque. Al mismo tiempo, ofrece beneficios ecosistémicos que son más importantes desde el punto de vista social que individual pero que, hasta hoy, parece que la sociedad no está dispuesta a pagar, tangiblemente por ellos.

¿Estaríamos dispuestos a pagar más por un Kg de leña o carne producido en un bosque de zonas áridas manejado de una manera que favorezca su integridad y perdurabilidad? Y si esta integridad se ha perdido, ¿estaríamos dispuestos a invertir recursos económicos en su restauración ecológica?

B 3.3

ALGARROBO BLANCO: EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN SEMILLAS Y PLANTAS DE DISTINTAS PROCEDENCIAS

<https://www.argentinaforestal.com/2021/05/28/algarrobo-blanco-evaluacion-de-parametros-de-calidad-en-semillas-y-plantas-de-distintas-procedencias/>



Autora: María Laura Fontana

Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional del Nordeste // Estación Experimental Agropecuaria - INTA Corrientes.



Víctor Ramón Pérez

Cátedra de Silvicultura, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Nacional de Formosa.



Autora: Claudia Verónica Luna

Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional del Nordeste // Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE) – CONICET.

El algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb.) es una especie leñosa de amplia distribución natural en Sudamérica. Se encuentra en Argentina, Uruguay, Paraguay, en el pantanal de Brasil, sur de Bolivia y norte de Chile y Perú. Muy valorada por su madera, es una de las especies nativas de mayor uso para aserrío en Argentina y, debido a que la madera consumida proviene principalmente de bosques nativos, se señala que la explotación del recurso resulta insostenible, no sólo desde el punto de vista ambiental sino también económico.

Para revertir esta situación, y considerando la potencialidad de la especie, su plantación es fomentada en 14 provincias a través de la Ley Nacional N°27.487/2019. En este contexto, vale aclarar que el logro de una buena forestación, sin importar de qué especie se trate, inicia con un buen material de origen (semillas de calidad convertidas en plantines de calidad) y prosigue con una conducción acertada de la plantación: buenas prácticas realizadas en tiempo y forma. Lo anteriormente mencionado evidencia que el desarrollo de un paquete tecnológico para una especie abarca desde el estudio y la caracterización de las semillas hasta la valoración de diferentes manejos en la plantación. Estos procedimientos han sido ampliamente estudiados para especies exóticas como el pino y eucalipto, pero son una deuda pendiente cuando se trata de nativas leñosas. En el país la forestación con especies nativas se encuentra limitada por la escasez de materiales básicos como semillas y plantas que sean el resultado de programas de mejora genética y estudios de técnicas de viverización de cada especie. A nivel nacional, las forestaciones con algarrobo blanco representan un desafío pues, sencillamente, se carece de vasta experiencia en la materia. Actualmente se reconoce como problema para la producción de plantas la carencia de descripciones de la morfología y parámetros físicos de semillas, así como también de datos referidos a la calidad de plantines en vivero que permitan estimar el comportamiento de los mismos a campo. Sumado a esto, el efecto que ejerce la procedencia de las semillas sobre la calidad de la planta ha sido poco documentado.

Con la intención de generar información básica, se realizaron estudios a partir de semillas de algarrobo blanco obtenidas de 3 áreas geográficas diferentes (procedencias):

- Algarrobo blanco “Santiagoño”: 27°52'44" S, 64°9'16" O. Se ubica a 15 km al sudeste de la ciudad de Santiago del Estero a orillas del río Dulce. La temperatura media anual es de 20,7 °C y la precipitación media anual de 579 (Figura 1A y B).
- Algarrobo blanco “Chaqueño”: 24°15'58" S, 61°54'0" O. En el extremo oeste de la provincia de Formosa a orillas del río Bermejo, en el denominado paraje Isla de Cuba (Departamento Matacos, Formosa). La temperatura media anual es de 22,8 °C y la precipitación media anual de 678 mm (Figura 1A y C).
- Algarrobo blanco “Salta Norte”: 22°12'1" S, 63°40'33" O. Se ubica en el extremo norte de la provincia de Salta, en la localidad de Campo Duran (departamento General San Martín, Salta). La temperatura media anual es de 21,9 °C y la precipitación media anual de 1054 mm (Figura 1A y D).



Figura 1. Localización de las áreas productoras de semillas de Algarrobo blanco: A. rodales “Santiagoño”, “Chaqueño” y “Salta Norte”; B. semillas de la procedencia Santiagueña; C. semillas de la procedencia Chaqueña y D. semillas de la procedencia Salta Norte.

Se caracterizaron semillas en base a su forma (largo, ancho y espesor), peso, color y su desempeño en pruebas de germinación. A partir de la siembra de las mismas, se determinaron parámetros de calidad de plantas logradas en vivero y se evaluó el comportamiento de las mismas en condiciones de campo, a través de su sobrevivencia y crecimiento a los 24 meses.

El estudio reveló la existencia de diferencias en lo que respecta a la forma de las semillas de distintas procedencias geográficas: las variables longitud, ancho y peso resultaron distintas. Entre ellas, la mayor variación lo presentó el peso de semillas, lo cual indica que éste es el parámetro que más difiere entre las poblaciones/ fuentes de semillas analizadas.

La interpretación de los resultados junto a las características de cada sitio permitió teorizar que probablemente la procedencia “Salta Norte” resulte superior en tamaño (largo, ancho, peso) debido a que proviene de un área con mayor régimen pluviométrico y, de acuerdo a resultados similares, el régimen hídrico es determinante en la época de fructificación para producir semillas de buena calidad, en la mayoría de las especies.

Otro tipo de análisis estadístico de las variables anteriormente mencionadas permitió separar a las procedencias en dos grupos que presentarían mayor similitud: 1) Salta Norte y 2) Chaco y Santiago del Estero.

Los resultados relacionados con las pruebas para determinar calidad de semilla permitieron tener un conocimiento más objetivo y preciso del vigor del material de propagación procedente de áreas geográficas distintas, aunque se reconoce necesario realizar más estudios en la temática para desarrollar una

metodología de trabajo que incorpore la interacción de las propiedades bióticas y abióticas (las expresiones de la viabilidad, la dormición, la germinación y la emergencia) que influyen en las semillas y determinan el nivel de actividad y su comportamiento a través del tiempo.

Particularmente las pruebas de vigor permiten determinar el potencial fisiológico de las semillas midiendo su germinación durante o después de ser sometidas a condiciones estresantes como frío, calor, alta concentración de sales, etc. En este sentido, las pruebas de mayor uso son las de envejecimiento acelerado (EA) basadas en el aumento del deterioro de las simientes cuando se exponen a condiciones de alta temperatura y humedad relativa.

Los experimentos conducidos permitieron establecer como único método apto para evaluar el vigor de las tres procedencias al envejecimiento acelerado con calor húmedo – EACH (semillas sometidas a 45°C y humedad relativa del 100% por un lapso de 48 h seguida de una prueba de germinación estándar). Este test determinó que fisiológicamente las semillas del rodal Chaqueño fueron superiores a los rodales Santiagueño y Salta Norte (similares entre sí) (Figura 2).



Figura 2. Evaluación del vigor de semillas: A. Envejecimiento acelerado con calor seco (semillas a 60°C por 48hs); B. Envejecimiento acelerado con calor húmedo (semillas a 45°C y humedad relativa del 100% por 48hs); C y D. Envejecimiento acelerado con solución saturada (semillas a 45°C y humedad relativa del 100% (100 ml agua + 40g de sal) por 48hs; E. Plantas normales de algarrobo blanco; F. Plantas anormales.

Esta distinción lograda demuestra la importancia de complementar las pruebas de germinación estándar con la evaluación de vigor al momento de determinar calidad en lotes de semillas. Aunque cabe considerar que esta valoración no debe considerarse estática en el tiempo ya que el vigor es afectado por la interacción de las especies con el ambiente y, como es sabido, las condiciones ambientales son fluctuantes. De esta manera, el mejor desempeño para una muestra de semillas de un rodal de un determinado año puede variar respecto a los resultados provenientes de semillas de otro año de cosecha porque el ambiente materno fue determinante. Del mismo modo las condiciones de almacenamiento pueden afectar generando variaciones del vigor con el transcurso del tiempo. Contemplando estos argumentos surge la sugerencia de testear su evolución.

Las evaluaciones en vivero mostraron que la morfología de las plantas varía según la procedencia de las semillas y determina la existencia de dos grupos diferentes: por un lado, las procedencias Santiagueña y Chaqueña y, por otro, la procedencia Salta Norte. Cabe destacar que, si bien el objetivo del estudio fue establecer el efecto de la procedencia sobre las variables morfológicas, las mediciones realizadas permiten aseverar que todas las plantas (indistintamente de donde vengan las semillas) cumplen con las características de un plantín competente: edad comprendida entre los 3 a 6 meses, 25 a 35 cm de alto y un diámetro a la altura del cuello (DAC) mínimo de 3 mm (óptimo de 4 mm) (Figura 3). No obstante, se hace evidente la necesidad de estudiar y establecer valores para los parámetros de calidad morfológica de especies nativas pues esta información es útil para proyectos de forestación y/o repoblación y, en la actualidad, se carece completamente de ella.



Figura 3. Plantas de algarrobo blanco de 150 días de edad cultivadas en vivero. De izquierda a derecha: rodal Chaqueño, Santiagueño y Salta Norte.

Los ensayos a campo se llevaron a cabo en dos sitios: 1) en la localidad de Corrientes Capital, en el campo didáctico y experimental (CDEA) de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE y 2) en la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña (Chaco), en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Sáenz Peña (Tabla 1).

	Ensayo 1: INTA S. Peña			Ensayo 2: CDEA Ctes.		
Localización	P. R. Sáenz Peña – Chaco 26°49'42.62"S 60°26'42.56"W			Corrientes – Corrientes 27°28'33.3"S 58°47'00.1"W		
Suelo	Argiustol údico Serie Chaco			Udipsament árgico Serie Ensenada Grande		
Temperaturas	<i>Media</i>	<i>Máx. media</i>	<i>Mín. media</i>	<i>Media</i>	<i>Máx. media</i>	<i>Mín. media</i>
Período estival (°C)	25,0	31,3	19,0	25,7	31,3	20,9
Período invernal (°C)	17,6	24,2	11,7	19,0	23,9	14,9
Precipitación acumulada						
Período estival (mm)		1266,0 ¹			2688,3 ²	
Período invernal (mm)		663,7 ¹			1848,2 ²	
Precipitación media anual (mm)		964,8 ¹			2268,2 ²	

Tabla 1. Georreferenciación y caracterización edafo-climática de los sitios de implantación de los ensayos.

¹ Estación meteorológica EEA INTA Sáenz Peña

² Estación meteorológica Instituto Correntino del Agua y el Ambiente (ICAA)

Los datos recogidos de ambos ensayos no detectaron efectos del origen geográfico del material biológico sobre la sobrevivencia.

En cuanto a crecimiento, en la localidad chaqueña, el diámetro a la altura del cuello, la altura total y el volumen fueron superiores para la procedencia Salta Norte respecto a las procedencias Chaqueña y Santiagueña. A diferencia, en Corrientes esta procedencia solo superó a las demás en las variables DAC y altura total.

Resultó contrastante el crecimiento logrado en cada uno de los sitios. Los registros para Corrientes son del orden del 50% para el diámetro a la altura del cuello y entre 2 y 5 veces menor para altura y volumen de los de S. Peña (Figura 4). Esta gran diferencia podría ser explicada a través de los registros pluviométricos promedio del tiempo que duró la evaluación: 2268 mm/año para Corrientes vs. 964 mm/año para Chaco (Tabla 1), siendo válido aclarar que los máximos crecimientos en otros ensayos se han logrado con precipitaciones del orden de los 500 a 700 mm/año. Además, a ello debe sumársele las características edáficas que determinan, en estrecha relación con el agua del suelo, la consistencia del suelo y la disponibilidad del recurso.

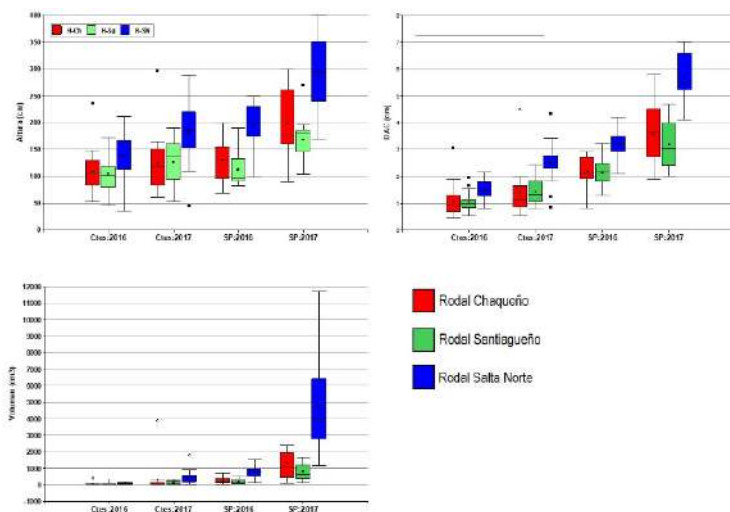


Figura 4. Parámetros dasométricos (altura, diámetro a la altura de cuello –DAC– y volumen) determinados en plantaciones de Algarrobo blanco establecidas en las localidades de Corrientes (Ctes) y Sáenz Peña-Chaco (SP).

Los dos ensayos mostraron que los individuos de Salta Norte tuvieron mejor *performance* respecto a las otras procedencias. Este origen (Salta Norte, Campo Durán), en función de los resultados de la red de ensayos de progenies conducidos en el marco del Programa de Domesticación y Mejoramiento de Especies Forestales Nativas e Introducidas para Usos de Alto Valor (PROMEAF) desde 2011, fue elegido como prioritario en el proceso de mejoramiento por su alto desempeño en una gran variedad de ambientes, entre los que puede incluirse a Sáenz Peña y Corrientes resultados de esta investigación.

Conclusión

Este trabajo ha permitido generar información acerca del comportamiento de diferentes procedencias en diferentes ambientes, facilitando la decisión en la elección del origen de semilla más adecuado para cada sitio de plantación. De esta manera se ha logrado comprobar que algunos orígenes geográficos se destacan por expresar mayores parámetros dasométricos (altura, diámetro a la altura de cuello y volumen) considerándose prioritarios en el proceso de mejoramiento por su alto desempeño en una gran variedad de ambientes; identificándose a la procedencia Salta Norte como la de mejor comportamiento para los parámetros evaluados.

B 3.4

QUEMAS CONTROLADAS COMO HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES: “EL ÉXITO DE UN FUEGO PRESCRIPTO ESTÁ LIGADO DIRECTAMENTE A UN CONOCIMIENTO PROFUNDO DEL MISMO Y SU DINÁMICA”

<https://www.argentinaforestal.com/2021/07/15/quemas-controladas-como-herramienta-de-prevencion-de-incendios-forestales-el-exito-de-un-fuego-prescripto-esta-ligado-directamente-a-un-conocimiento-profundo-del-mismo-y-su-dinamica/>



Autor: Fabio Abel Moscovich

Ing. Forestal, M.Sc., Dr. INTA EEA Santa Cruz



Autor: Luis Besold

Lic. Gestion Ambiental, MSc Gestión de Fuego de Montes. Serv. Nac. Manejo del Fuego. Min. Amb. y Des. Sostenible de la Nación

Introducción

El descubrimiento del fuego por el hombre, hace unos 500.000 años, permitió su uso para calefacción y cocción de alimentos y; desde hace unos 20.000 años intentó manejarlo como una herramienta para la caza y la guerra.

En nuestro país, antes de la colonización europea, la situación era similar. Eventos periódicos de fuego provocados muchas veces por rayos u otras causas naturales y en otros deliberadamente iniciados por los pueblos originarios, contribuyeron a mantener un equilibrio dinámico en los ecosistemas naturales.

Actualmente el uso del fuego en la Argentina es generalizado, aunque el productor muchas veces no lo reconozca por temor a complicaciones legales, falta de conocimiento, etc. En el ambiente técnico, las posiciones son encontradas: en la región pampeana central el fuego es aceptado pero visto con aprensión por los escapes descontrolados y efectos negativos sobre bosques y suelo. En la región chaqueña el fuego está más aceptado ya sea como incendio o quema.

En el sector forestal se observa al fuego con mucho temor. Del fuego “no se habla”, y es, justamente, esta falta de asesoramiento técnico lo que produce los peores daños.

El objetivo de este escrito es el brindar una idea general sobre las ventajas y desventajas que pueden obtenerse mediante el uso del fuego prescripto, herramientas y equipos necesarios para su implementación y medidas de seguridad necesarias.

Definición

El fuego es uno de los elementos del ecosistema que más bruscamente incide en la distribución, composición y estructura de la vegetación de un lugar determinado.

Para comenzar a entender la “ecología de fuego” es necesario comprender que un incendio natural no se puede definir como destructivo o constructivo, sino que simplemente es un agente causante de cambios, si éstos son deseables o no dependerá de su compatibilidad con algún objetivo de manejo en un tiempo determinado.

El recurso de manejar el fuego, con conocimientos suficientes, para producir cambios en la vegetación y en las comunidades animales, en respuesta a un objetivo predeterminado, teniendo en consideración los procesos naturales y sus funciones, es lo que llamamos “*fuegos prescriptos o controlados*”.

Según Biswell¹ (1977), se define fuego prescripto o quema controlada como la *diestra aplicación del fuego sobre la vegetación en condiciones de humedad del suelo, de los combustible, de la temperatura ambiente y vientos óptimos, de modo que permita su confinamiento a un área determinada y que respondan a objetivos claros predeterminados.*

¹BISWELL, H.H. Giant Sequoia Fire Ecology. California: University Extension Course. University of California.



Objetivos

El fuego prescrito tiene tres usos principales: a) manejo de fauna silvestre, b) manejo de bosques, y c) manejo de pastizales

a) Fuego y Fauna Silvestre: Respecto al manejo del fuego para fauna silvestre hablaremos muy poco debido a que este uso del fuego está restringido – principalmente – al mantenimiento de comunidades en áreas de reserva, donde su uso deja excelentes resultados contribuyendo a la dinámica de estructuras en diversos ambientes (Parque Nacional Mburucuya, PN El Palmar, etc). Existe, sin embargo, cada día más interés de parte del sector privado sobre este aspecto con el objetivo de recreación, de ingreso de venta de productos (carne, pieles, etc.), caza deportiva (fincas cinegéticas), ecoturismo, etc.

b) Fuego en Bosques: Como ocurre con los demás tratamientos silviculturales de las masas boscosas nativas o implantadas, puede considerarse que la quema prescrita puede tener un efecto positivo o negativo sobre el bosque, lo que depende del factor en particular sobre el que se fije la atención y de los objetivos más importantes de la ordenación del bosque.

Los objetivos para el uso del fuego prescrito en bosques, son:

b-1) Reducción de material combustible: El combustible, formado por ramas y hojas que se desprenden de los árboles y los restos que quedan después del aprovechamiento forestal, se acumulan rápidamente formando un manto compacto sobre el suelo aumentando la carga de combustible, que representa un peligro real para la ocurrencia de fuegos accidentales incrementando su potencial de comportamiento extremo.

b-2) Preparación del sitio para siembra o plantación: El fuego prescrito es usado generalmente para favorecer la regeneración natural, la siembra o la plantación directa. En los bosques, sobre áreas abiertas producto del aprovechamiento forestal, el fuego pone a disposición de las semillas y/o plantines cantidades adecuadas de minerales del suelo y controla la vegetación hasta el establecimiento de las semillas.

b-3) *Eliminación de malezas y arbustos*: En este caso se usa el fuego para favorecer el crecimiento y desarrollo de las especies deseables y disminuir y/o evitar la ocurrencia de incendios accidentales.

En muchos bosques, existe una tendencia al establecimiento, bajo la copa de los árboles, de individuos de especies tolerantes formando un denso sotobosque. Un cuidadoso uso del fuego permite el manejo del sotobosque limitando la competencia de las especies indeseables, además de proveer –durante un tiempo- de material verde para el ramoneo de la fauna.

c) Fuego en Pastizales: A nivel mundial, las sabanas y pastizales naturales se presentan en una gran variedad y combinación de climas, topografías y suelos. El fuego es el factor de disturbio más importante que tienen estos ecosistemas, creando una dependencia directa del mismo.

Se considera actualmente que el fuego, sin ser el único, es un factor esencial para el mantenimiento de sabanas y pastizales. El principal resultado esperado con el manejo del fuego prescripto, en el ámbito agronómico, es el de crear y/o producir forraje en cantidad y calidad suficiente. Además de bajar la carga de combustible y cortar su continuidad favoreciendo el uso de fuegos más benévolos.

No obstante, el fuego no es la herramienta que va a solucionar todos los problemas de oferta de forraje, y su uso y manejo debe ser evaluada profundamente. Dentro de los objetivos más comunes para el uso de fuego prescripto podríamos citar los siguientes:

c-1) Eliminación de material viejo y seco: Muchas pasturas, naturales o cultivadas, producen en su floración cañas fuertes y duras que son muy lentas en degradarse y limitan o impiden la accesibilidad de las hojas más verdes y nutritivas, ubicadas en la base de la planta. El fuego prescripto, en estos casos, es la mejor herramienta para renovar la pastura debido a su bajo costo y rapidez.

Una consecuencia inmediata de la acción del fuego es un cambio en el perfil lumínico que, en pastizales y sabanas, adquiere su máxima expresión. El cambio de condiciones posteriores a una quema de pastizal, favorece un moderado rebrote de gramíneas, por las mayores temperaturas alcanzadas en el área quemada durante el día y la condensación de vapor durante la noche. Este último fenómeno da un pequeño plus de agua aportado por el rocío, pone en contacto a las plantas con los nutrientes liberados por la quema favoreciendo el rebrote.

c-2) Control de Leñosas: La mayoría de las gramíneas son heliófilas su producción herbácea disminuye en un 60% cuando la cobertura de leñosas alcanza un 40%. El fuego, dependiendo de muchos factores, mata la estructura aérea de las leñosas. Si las especies no tienen capacidad de rebrotar desde la base, el fuego las elimina completamente. Las especies adaptadas al fuego poseen yemas basales que les permiten reconstruir su estructura en un plazo determinado.

En la actualidad, en función de costos, el uso de arbusticidas para control de leñosas perdió popularidad en el sector ganadero. El fuego es más aceptable desde el punto de vista ambiental para el mismo objetivo. Sin embargo, el fuego por sí solo no erradica totalmente el problema de leñosas, ya que la mayoría de estas (de los géneros *Prosopis* y *Acacia*) están adaptadas al fuego. El uso de fuego debe ir acompañado por un buen manejo del pastoreo.

c-3) Manejo de la Diversidad de Especies: Aunque una sola especie puede ser dominante, en general los pastizales son como mosaicos donde confluyen varias especies debido a las diferentes combinaciones entre topografía, suelo y fuego. Existen especies que necesitan de fuego para su continuidad por lo tanto el uso de este garantizaría la heterogeneidad de las pasturas.

c-4) Otros Objetivos: Otro objetivo que podría tener el uso de quemas controladas es el control de parásitos del ganado, como por ejemplo garrapatas, debido a que casi todos estos insectos utilizan las hojas de los pastos como “armazón” para esperar a sus huéspedes. El fuego, en teoría sería un elemento para reducir temporalmente las garrapatas por la eliminación del estrato herbáceo. No obstante, en el país no hay experiencias al respecto.



Planificación de un fuego prescripto

Toda planificación de una quema prescripta requiere de la formulación y respuesta de las siguientes preguntas:

¿Por qué quemar?

¿Qué quemar?

¿Dónde quemar?

¿Cuándo quemar?

¿Cómo quemar?

1) *Equipo Necesario*

El equipo básico requerido para conducir un fuego prescripto es el siguiente:

- 1) Bomba de agua (capacidad mínima de 400 lts.)
- 2) Equipo meteorológico de campaña

- 3) Antorchas
- 4) Rastrillos, guantes, botas
- 5) Mochilas de 10-15 lts.
- 6) Radios
- 7) Equipo pesado (para preparación de calles cortafuego y supresión de las actividades)

2) *Organización*

El éxito de toda quema prescrita depende del nivel de la planificación que se realice.

En caso de no existir experiencias previas con fuegos prescritos es aconsejable realizar pruebas de fuego sobre parcelas pequeñas (30 m x 30 m) para obtener datos orientativos.

Se deberán buscar datos meteorológicos históricos para tener una mejor idea del lugar.

Las líneas corta combustibles (mal llamadas cortafuegos) deben ser realizados con anticipación con equipo apropiado. Si la Línea estuviera en una pendiente la misma debe ser más ancha y con zonas seguras más cercanas.

En toda quema prescrita debe existir un “*jefe de fuego*”. Esta persona es responsable de determinar cuándo iniciar las acciones de quema, qué tipo de ignición utilizar y cuándo deben finalizar las tareas, además de distribuir y supervisar las tareas.

La responsabilidad principal del equipo de ignición es la quema en sí bajo la supervisión y dirección del jefe de fuego.

La quema prescrita se divide, normalmente, en dos etapas: a) quema de cortafuegos; y b) quema final. La quema de cortafuegos es una técnica que se utiliza bajo condiciones de baja temperatura y alta humedad, en cambio, la quema final –dependiendo de los objetivos fijados- se realiza en condiciones de baja humedad y alta temperatura.

Los cortafuegos deben construirse lo más ancho posible (15 - 30 m) con el objetivo de lograr la mayor seguridad.

Como indicativo general se puede decir que para realizar una quema de cortafuego las condiciones necesarias son:

Temperatura del aire entre 4 a 15° C.
Humedad relativa del aire entre 40 a 60 %.
Velocidad del viento entre 0 – 15 km/h.

Cuando se realiza la quema final, en forma orientativa, las condiciones deberían ser:

Temperatura del aire entre 20 – 25° C .
Humedad relativa del aire entre 25 – 40 %.
Velocidad del viento < 30 km/h.

Sin ser esto nada definitivo (hay que estudiar cada caso) se puede decir que no se debería conducir un fuego prescripto cuando se den una o más de las siguientes condiciones:

Temperatura del aire mayor a 26 – 27° C.
Humedad relativa del aire menor a 20 %.
Velocidad del viento superior a 30 km/h.
Cambio de dirección del viento en menos de 12 hs.

Técnicas de ignición

Las técnicas de ignición se refieren al empleo apropiado de los tipos básico de fuego, para inducirlo a un comportamiento determinado. Dentro de los modelos más comunes se pueden nombrar los siguientes:



1) *Fuego Frontal*: Este fuego avanza a favor del viento o pendiente, con él obtenemos la mayor intensidad para una situación ambiental determinada; es un fuego rápido e intenso. Es el tipo de fuego a emplear en muchas quemas prescriptas. Como orientativo, para eliminar pasto seco y muerto en una pastura natural (minimizando daños a las plantas) se debe trabajar con temperaturas (T) menores a 20° C y humedad relativa (HR) mayor a 50%. El fuego tiene una alta velocidad de propagación con valores elevados de intensidad y baja severidad.



2) *Fuego en Retroceso*: Este fuego avanza en sentido contrario a la dirección del viento. Con este tipo de fuegos se trabaja con llamas de menor longitud. Como este fuego avanza en forma lenta –se estima en 1 m por minuto, independientemente de la velocidad del viento- es recomendable trabajar en bloques de 100 m x 300 m, que se pueden encender a un mismo tiempo o si la quema es muy demorada se pueden ir haciendo “paradas” ante la amenaza de cambios de tiempo. Se tiene mayor control sobre el comportamiento del fuego. Al contrario de la técnica anterior, este fuego permanece por mayor tiempo sobre la superficie incrementando su severidad.



3) *Fuego en Anillo o Fuego Central*: Estas dos técnicas de fuego son muy similares. El fuego en anillo consiste en encender toda la periferia del área a quemar; en la técnica de fuego central se enciende, primero, el centro del área a quemar y posteriormente toda la periferia, el sentido de fuego central es que el fuego del centro actúe como “chimenea”. En ambos casos el efecto que se busca es que el fuego converja hacia el centro del área a quemar. Para el empleo de estas técnicas de ignición se busca una atmósfera calma o de vientos leves y/o variables, bajo cualquier condición de T y HR, siempre que las mismas están dentro de la prescripción. Se requiere de topografía plana y el área debe ser pequeña (menos de 40 has.). El peligro con esta técnica es la posibilidad de desarrollo de una potente corriente convectiva y posibles focos secundarios fuera del área a tratar por propagación de pequeñas partículas inflamadas.

4) *Fuego en Puntos*: Se encienden “focos” de fuego separados entre sí por cierta distancia que al irse expandiendo cubrirán toda la superficie. El objetivo de esta técnica es crear fuegos con intensidad intermedia entre los fuegos en retroceso y los frontales, evitando la formación de un frente continuo. El distanciamiento recomendado, según el tipo de vegetación y el objetivo de la quema, está entre 40 a 80 m; se debe trabajar con una HR de 30 a 50% y una T de 10 a 15° C.

5) *Fuego en Franjas*: Para lograr este tipo de fuego se deben encender franjas o “fajas” de fuego de ancho variable, en forma sincronizada y gradual, tratando de manejar la intensidad con el ancho de la faja. Esta técnica es ideal para quemar los cortafuegos y puede aplicarse, casi, con cualquier condición meteorológica; solo se debe considerar que la dirección del viento sea perpendicular al avance de las antorchas. Se debe tener en cuenta que cuando los dos frentes de fuego convergen, pueden producirse situaciones peligrosas y/o daños a los fustes de los árboles. Es común en esta técnica de ignición observar remolinos de fuego (centro de baja presión). Se debe tener cuidado para que los mismos no dispersen fuego fuera del área a tratar.



6) *Fuego Central y/o en Flancos*: Para lograr establecer este tipo de fuego se deben encender líneas o “fajas” en forma paralela a la dirección del viento. También así, se logra una intensidad de fuego intermedia entre el fuego frontal y el fuego en retroceso. Para poder aplicar esta técnica con éxito es necesario poseer bastantes conocimientos prácticos de comportamiento del fuego.

Consejos útiles

- Cuando planifique la quema prescrita procure obtener la mayor cantidad de información posible, respecto al tipo de combustible presente, topografía y condiciones ambientales reinantes.
- Buscar información meteorológica de fuentes confiables (INTA, SMN, Universidades, Aeropuertos, etc.) con el objetivo de tener una buena aproximación sobre las condiciones dominantes en cada época del año.
- Debe procurar buena información meteorológica en los días que tenga planificado quemar (pronóstico extendido).
- Es esencial dejar que el clima “queme” por uno y no tratar de forzar situaciones extremas.
- Trabajar con mucha serenidad, ir quemando y observando el comportamiento del fuego
- Estar constantemente observando el clima local
- Siempre quemar una superficie dentro del tiempo establecido de ventana de operación
- Cumplir con el protocolo de seguridad en incendios forestales (LACES en su sigla en inglés) antes de iniciar la quema (Observador, Puntos de Anclaje, Comunicación, Ruta de escape y Zonas de seguridad)

Los fuegos prescritos deben ser parte integral del manejo de un establecimiento ganadero, si es que las circunstancias así lo recomiendan. Quemar por quemar, sin orden ni objetivos claros es muy negativo y es una de las causas del desprestigio del fuego como herramienta.

El éxito de un fuego prescripto está ligado directamente a un conocimiento profundo del mismo y su dinámica.

B 3.5

MANEJO DE LOS SAUCES EXÓTICOS DEL RÍO CHIMEHUIN: EXPERIENCIA AGROECOLÓGICA LOCAL PARA UN PROBLEMA REGIONAL

<https://www.argentinaforestal.com/2021/10/20/manejo-de-los-sauces-exoticos-del-rio-chimehuin-experiencia-agroecologica-local-para-un-problema-regional/>



Autor: Ing. Agr. Nahuel Trípodí

Grupo Promotor del Manejo del sauce exótico del río Chimehuin

La expansión y naturalización de los sauces no nativos, conocidos en su mayoría como “sauces mimbre” (tratándose principalmente de *Salix fragilis* y su hibridación con *Salix alba*), está dada principalmente por la amplia capacidad de enraizamiento de sus ramas caídas. Esto acarrea numerosos inconvenientes que merecen nuestra atención. Diferentes aspectos relacionados con la pérdida de superficies y acceso al público al río, la pérdida de biodiversidad, la generación de embanques, diques y consecuentes complicaciones y riesgos para la navegabilidad del río son algunos de los temas que exigen métodos de manejo efectivos en todos los ríos de nuestra Patagonia.



Desde el Municipio de Junín de los Andes se decidió tomar acciones en el río que le da vida a la localidad, el río Chimehuin, y a través de la Secretaría de Obras, Servicios Públicos y Planeamiento Urbano, solicitó la coordinación de un grupo de Manejo de Sauces a la Unidad de Gestión Ambiental.

A partir de este pedido, y con la predisposición de vecinas y especialistas, se conformó un grupo núcleo promotor, coordinado por quien escribe este trabajo, a partir del cual se pusieron en marcha distintas acciones que propician la integración de referentes institucionales y de la comunidad en general.

Particularmente el ámbito de aplicación es el río Chimehuin, en la provincia de Neuquén; en ambas márgenes de la sección de río entre el paraje San Cabao y la desembocadura del río Curruhue (16,5 km de longitud).



Resultados y análisis

En una primera instancia se trabajó profundamente sobre la comprensión integral de la problemática. Tomando como antecedente la existencia de un Plan de Manejo de los Sauces formulado por la Municipalidad y aprobado por las autoridades provinciales de aplicación pertinentes (Recursos Hídricos y Forestales), se puso de manifiesto que el objetivo de tal Plan siempre fue enmarcado como "Limpieza y Desmalezamiento". Esta manera de ver el problema se trasladaba a las lógicas de intervención sobre los sauces del río: erradicar del sistema a la planta que molesta, sin problematizar su dinámica, comportamiento, funcionalidad ni relación con el entorno, ni percepción de la sociedad.

Luego de numerosas reuniones se logró consensuar la redefinición de los objetivos de intervención: la concepción de Manejo de los Sauces, acompañada de lógicas de intervención relacionadas con la comprensión de los beneficios e inconvenientes que la especie exótica acarrea en diferentes secciones del río; y la necesidad de producir conocimiento y capacidades para la toma de las mejores decisiones posibles, emergió como el nuevo paradigma para abordar la cuestión.

En paralelo se realizó un trabajo de entrevistas profundas con agentes relevantes en torno a la problemática, para comprender su mirada sobre la misma y las principales necesidades expuestas. Por citar algunos, la Cámara de Guías de Pesca expuso su punto de vista focalizado en la navegabilidad del río que utilizan para sus emprendimientos; asimismo vecinas frentistas y usuarias de la costa se expresaron sobre la dificultad de acceso y el malestar en torno a intervenciones pasadas poco prolijas (e inseguras para niñeces); y numerosas familias dieron cuenta de la tensión existente de cara al aprovisionamiento de leña y la preferencia por la calidad del recurso forestal nativo por sobre aquello que entregan las políticas sociales (denominadas "Plan Calor", Municipal y Provincial), normalmente proveniente de raleo de forestaciones de pinos. Estas entrevistas permitieron identificar y priorizar diferentes situaciones, que por tanto tendrían objetivos, acciones y momentos de intervención diferentes.

A partir de esta base, se decidió sistematizar los aspectos aspectos técnico-productivos y evaluar alternativas de manejo para los sauces exóticos. El grupo ha explorado y evaluado las experiencias y prácticas de control físico, químico y biológico de sauces de ribera sistematizadas por diferentes autores, organizaciones e instituciones.

Entre lo evaluado podemos destacar la conformación de ciclos de charlas abiertas a la comunidad (y disponibles en un canal de Youtube y Facebook del Grupo), relacionadas con:

- El control físico en el cercano Departamento Aluminé a cargo de la Tca. Ftal. Margarita Avila
- El control químico promovido por la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, de Esquel, a cargo de Ivonne Orellana y equipo
- La recopilación de diferentes tratamientos realizados en Parques Nacionales de la Patagonia.
- La compilación y revisión de bibliografía nacional e internacional de referencia.

- Las intervenciones realizadas en Junín de los Andes en años previos.

Como resultado del proceso, se produjo un Informe de “Evaluación de alternativas y sugerencias de manejo de los sauces exóticos del río Chimehuin” y un folleto de divulgación de “Pautas de manejo de los sauces exóticos del río Chimehuin”.

Se destacan de tales productos el consenso sobre la definición de vías de extracción, lugares de acopio, pautas de seguridad e higiene, la limpieza y manejo de residuos y las prácticas para el logro de los objetivos de las situaciones priorizadas: (1) Acceso público a la costa; (2) Navegabilidad; (3) Obtención de leña y otros productos maderables. Vale destacar que todas las prácticas propuestas se relacionan con tratamientos físicos (cortes, limpiezas a través del uso de motosierra, machete y maquinaria pesada para arrastre de tocones) y tecnologías ligadas a la comprensión de los procesos, por sobre la lógica de las ligadas a la dependencia de insumos, tales como la aplicación de glifosato o productos al corte –“Tocón” y “Togar” son las marcas comerciales más conocidas.



Aspectos socio-participativos

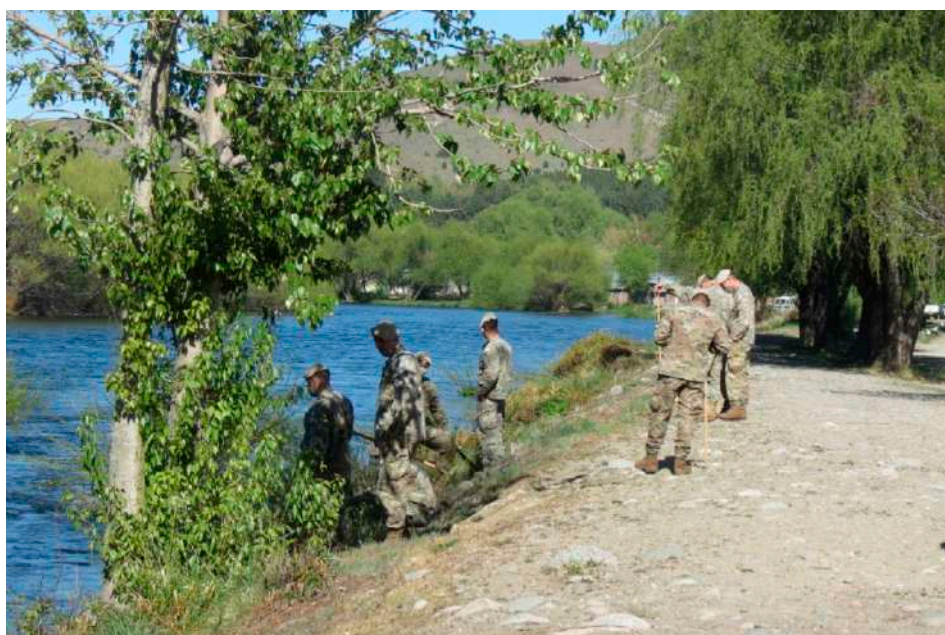
La comunicación y el rol de las y los trabajadores

Una de las fortalezas del grupo consiste en la experiencia en tareas de Extensión y Vinculación en el Sector Forestal. Esto se reflejó en las rápidas articulaciones tendidas con actores clave (universidades, autoridades de aplicación de la provincia, áreas municipales, Sistema de Manejo de Fuego, referentes de Ciencia y Técnica), pero fundamentalmente con las cuadrillas de trabajo, que debían llevar adelante las pautas. Al tener conocimiento de la trayectoria de varios de los integrantes de las cuadrillas de trabajo en tanto manejo de motosierra –inclusive con capacitaciones y certificación de su competencia laboral– se fortalecieron los conceptos clave mediante la entrega de un Manual de Bolsillo de operación de motosierra. El foco fue puesto pautas de protección personal e instrucciones elementales de manejo seguro de la motosierra y posturas de trabajo. El Grupo Promotor se encargó de capacitar a todas las cuadrillas con injerencia en manejos de sauces de la ribera, dependientes de diferentes áreas y con variadas modalidades de relación contractual con el Municipio.

Algunos participantes del Grupo Promotor de Manejo de Sauces contábamos con la experiencia de una articulación similar para el manejo de las forestaciones municipales de pinos. Con foco en la obtención de leña para uso social, el control de incendios de interfase, mantenimiento de la sanidad del rodal y garantía de los usos no productivos que la comunidad le da a tales rodales (caminatas, paseos en bicicleta), en 2017 se llevó adelante un Proyecto de Usos No Maderables del Bosque. El mismo fue programado para ser ejecutado durante al menos 5 años, pero tuvo éxito durante un único año: los cambios laborales de los referentes clave (técnicos del Municipio y de Nación) y la falta de apropiación o comprensión de la sociedad acerca de la importancia del manejo de tales forestaciones condujeron al cese de las tareas.

Tal aprendizaje permitió pensar de base en este nuevo proceso como un entramado, en el cual el fortalecimiento de las redes constituyó un paso tan o más importante que las meras respuestas técnicas o búsqueda de financiamientos. El objetivo concreto de esto consistió en que el proyecto de Manejo de Sauces Exóticos y sus procesos se afirmen, adquieran visibilidad y por tanto sus energías se multipliquen. Colaboraciones y articulaciones entre actores supuestamente opuestos (como Guías de Pesca, asambleas socio-ambientales y organismos de control) forman parte de este novedoso cuadro, y son posiblemente el principal elemento clave de la sistematización en clave agroecológica del proceso (O.S.A.L.A., 2011).

La comunicación fue un eje priorizado, conformándose un grupo especializado en dar a conocer las acciones, incidir y sensibilizar en torno al manejo de los sauces.



Aspectos político-culturales

El paso de la lógica de “limpieza y desmalezamiento” a “manejo integral” fue facilitado por una sociedad que “habita” el río. Que por tanto entiende las contradicciones y conflictos entre dimensiones para encontrar las respuestas sostenibles que mejor apliquen en cada situación; y que se compromete a participar si el juego es abierto y vinculante.

Una decisión política clave por parte de la Subsecretaría de Obras, Servicios Públicos y Planeamiento Urbano de Junín de los Andes consistió en comprender esto y apostar a un Corredor Ambiental del río Chimehuin. Esta acción, que implicó discontinuar la recepción de fondos para garantizar simples operatorias del manejo (combustible y mantenimiento de motosierras) que la provincia enviaba para lógicas de “desmalezamiento”, fue a la vez lo que fortaleció el compromiso del grupo de profesionales y vecinas, que encontraron correlato institucional para con sus maneras de pensar y accionar sobre la cuestión de los sauces. La apuesta por la co-construcción, por sobre la bajada de línea vertical.

El éxito de la operatoria condujo a la declaración unánime de interés del trabajo del Grupo Promotor de Manejo de Sauces Exóticos del río Chimehuin por parte del Concejo Deliberante.

A la vez, la propia operatoria permite detectar oportunidades de mejora y de ese modo buscar las mejores políticas que respondan. Por ejemplo, para dar solución a problemas técnicos clave como el correcto tratamiento del residuo de poda para evitar la dispersión de sauces y su reproducción aguas abajo (mediante el uso de chipeadora para reducción de volumen); se comenzaron articulaciones con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca a los fines de innovar mediante la producción de hongos comestibles a partir de chips y tocones de sauces, en una planta piloto productiva municipal, y la evaluación del control biológico por inoculación.

Del mismo modo, se proyecta la presentación al programa ImpaCT.AR del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Nación para la realización del inventario de sauces de ribera y la confección de un Plan Maestro que zonifique, ordene y priorice las lógicas de las intervenciones, lo cual será clave para la asignación de permisos de aprovechamiento leñero que otorguen legitimidad a la práctica controlada, y permita reducir la informalidad y la presión sobre la leña de especies nativas.

La confianza generada entre las partes, la articulación en torno a diversos temas ambientales y productivos sostenida durante tantos años facilita procesos de acompañamiento e intervención. Se prioriza el consenso y se ha logrado ordenar la información acerca de la temática, lo que permite formular subproyectos continuamente.

Nuevos desafíos aparecen: el fortalecimiento de las capacidades de jóvenes y mujeres afectados al Programa de Capacitación Laboral creado por Ordenanza Municipal; la incorporación de nuevos usos para el rebrote (cestería, mimbre, invernaderos); la limitación por ordenanza al uso de agroquímicos para el control de los sauces; así como identificar el tipo de estructura, organización y articulación necesaria para darle continuidad en el tiempo al trabajo del Grupo; empresarialización de actores leñeros y la formulación de Planes de Gestión de Areas Naturales con profesionales locales..

Paisaje, biodiversidad, control y manejo de especies exóticas, producción y cambio de paradigma, en el río más transparente de la Patagonia. ¿Cómo no pensar en respuestas desde la Agroecología para nuestros problemas locales y regionales? Los sistemas extra-pampeanos nos debemos debates y definiciones, construcción de representatividad y sentido a nuestras prácticas, para nuestro habitar y buen vivir.

B 3.6

SISTEMAS SILVOPASTORILES: UNA OPORTUNIDAD EMERGENTE EN LA CUENCA DEL SALADO

<https://www.argentinaforestal.com/2021/10/31/sistemas-silvopastoriles-una-oportunidad-emergente-en-la-cuenca-del-salado/>



Autor: Germán Marcelo Milione

Cátedra de Dasonomía de la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires.



Autor: Juan Enrique Laddaga

Cátedra de Dasonomía de la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires.



Autor: Juan Francisco Bardi

Cátedra de Dasonomía de la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires.

Los sistemas silvopastoriles son asociaciones de árboles con ganado y fueron desarrollados en las regiones tropicales para darle un uso más eficiente a las tierras. Dado su buen comportamiento y rentabilidad se extendieron a las regiones templadas. Las zonas del país donde estos sistemas poseen mayor desarrollo con especies forestales cultivadas son el sur de Misiones y el Noreste de Corrientes y las especies forestales más utilizadas en esta región son los pinos. Otra región del país con bastante desarrollo es el Delta del Río Paraná con álamos y sauces.

En estos sistemas donde se asocia deliberadamente arboles-pastizal-ganado existen interacciones ecológicas, principalmente procesos de facilitación y competencia. En este sentido, la presencia de árboles beneficia el confort animal a través de sombra y reparo, esto resulta en mayores ganancias de peso. Asimismo, en muchas regiones el ambiente creado por el componente forestal produce una mejora en la calidad y cantidad del componente forrajero. Sin embargo como no todas las interacciones entre componentes son positivas, es fundamental la adecuada selección de especies. En el caso de las arbóreas, se prefieren las de hoja caduca (factor clave en las regiones templadas, p.e. álamos y sauces), que aporten nutrientes (p.e. nitrógeno en la acacia blanca) y que tengan sistemas radiculares profundos para lograr dos estratos de exploración de raíces (pastizales exploración superficial, árboles exploración profunda). Por otro lado es conveniente que las especies herbáceas tengan tolerancia al sombreado (p.e. pasto ovillo y cebadilla criolla en zonas templadas).

Con respecto a la selección de lotes, es común que se suela elegir lugares con pastizales naturales que muestren un bajo uso de recursos (recursos subutilizados). También se pueden usar pastizales o ambientes forestales degradados. Sin embargo no hay que dejar de lado que los sitios deben tener aptitud forestal (suelo y clima).

Finalmente todas estas características deben ir de la mano de un beneficio económico. La ventaja de estos sistemas radica en una mayor estabilidad que las producciones por separado, además de una sinergia que maximiza los beneficios. Podría decirse que la producción de carne funciona como una caja chica (corto plazo) y la forestación de donde se obtendrán rollizos de gran diámetro y calidad, cumple el rol de ahorro a futuro (largo plazo).

Implantación de un sistema silvopastoril en la localidad de Saladillo

En el establecimiento "Santa María del Recuerdo", ubicado en la localidad de Saladillo, se implanto un sistema silvopastoril con álamos y sauces. El clima en la región es templado con una precipitación promedio de 900 mm. El uso histórico del lote elegido fue mayormente ganadero, incorporando algo de agricultura durante los años con buena precipitación. Se trata de un suelo perteneciente a la subregión Pampa Arenosa con lomas y medias lomas profundas franco-arenosas y sectores de bajos/depresiones, franco-limosos y anegables.

En primera instancia se realizó un muestreo de suelo enfocado en la profundidad efectiva, el pH y la conductividad eléctrica, para seleccionar adecuadamente dos sectores de 2,2 ha c/u, donde tanto las especies arbóreas como las herbáceas se puedan desarrollar sin problemas. El primer sector fue ubicado en media loma/bajo y destinado a la implantación de sauces (clon Ragonese 131-27 INTA) y el segundo en loma/media loma y destinado a la implantación de álamos (clones Conti 12 y 129-60).

Previo a la plantación de las especies forestales se laboreó el suelo con sucesivas pasadas de cincel y rastra de discos de doble acción, para luego refinar con rastra de dientes (foto 1). Además se realizó un alambrado eléctrico perimetral, fundamental hasta que los árboles alcancen un tamaño adecuado para permitir el ingreso del ganado. Este poseía un primer hilo a 1 metro de altura para evitar el ingreso del ganado bovino, y 4 hilos inferiores desde el suelo

separados 10 cm cada uno, para evitar el ingreso de liebres y peludos (foto 1). A la par de estos trabajos, se realizó un relevamiento de hormigas, controlando los hormigueros con cebo granulado.



Foto 1.- Preparación e implantación de la forestación. A: preparación del lote, B: alambrado perimetral y C: hoyadora preparando para la colocación de los estacones.

Durante el invierno del 2019 bajo un marco de plantación de 6 m x 6 m se implantó el componente forestal. Se usaron estacones de 100 cm de largo, que con la ayuda de una hoyadora fueron enterrados a 80 cm de profundidad (quedando 20 cm, dos yemas, sobre el nivel del suelo) (foto 1). Se aplicó fertilizante fosforado a razón de 70 g por estaca distribuidas en 2 pozos de 20 cm de profundidad a 40 cm de las mismas. A lo largo de la primer temporada de crecimiento, se continuo con el control de hormigueros con cebo granulado y de malezas utilizando una rastra de disco en la entre fila y azadas en las hoyas de plantación. Durante el mes de febrero del 2020 se realizó una poda de selección de brotes, dejando el más adecuado por forma, anclaje y mayor crecimiento. En el otoño de este mismo año se sembró en la entre fila un verdeo de avena y vicia, dejando una franja limpia de 1 m de ancho en la línea de plantación de los árboles (foto 2). Con este verdeo se busco comenzar con una cobertura que proteja el suelo y además obtener rollos para alimentar el ganado.

Resultados preliminares alcanzados

Con solo 2 temporadas de crecimiento los resultados fueron sumamente prometedores. En lo referido al componente herbáceo (verdeo de avena y vicia), se desarrollo con total normalidad y dio como resultado 5,5 rollos/ha de excelente calidad (foto 2).



Foto 2.- Implantación y desarrollo del verdeo de avena. A: siembra del verdeo, B: cobertura lograda.

Con respecto al componente forestal todos los clones usados alcanzaron los objetivos esperados tanto en crecimiento de altura, como de diámetro, teniendo un mínimo número de fallas, es decir baja mortalidad de individuos (tabla 1, foto 3). Al cabo de la segunda temporada de crecimiento, se destacó el clon australiano 129-60, alcanzando 5,9 m de altura y 6,8 cm de diámetro, aunque con un porcentaje mayor de fallas con respecto al otro clon de álamo (Conti 12) y a los sauces (131-27).

Clon	Diámetro (cm)	Altura (m)	Fallas (%)
129-60 (álamo)	6,8	5,9	10
Conti 12 (álamo)	3,6	3,8	0
131-27 (sauce)	3,4	3,9	0

Tabla 1.- Crecimiento y porcentaje de fallas de los distintos clones forestales al cabo de 2 años.

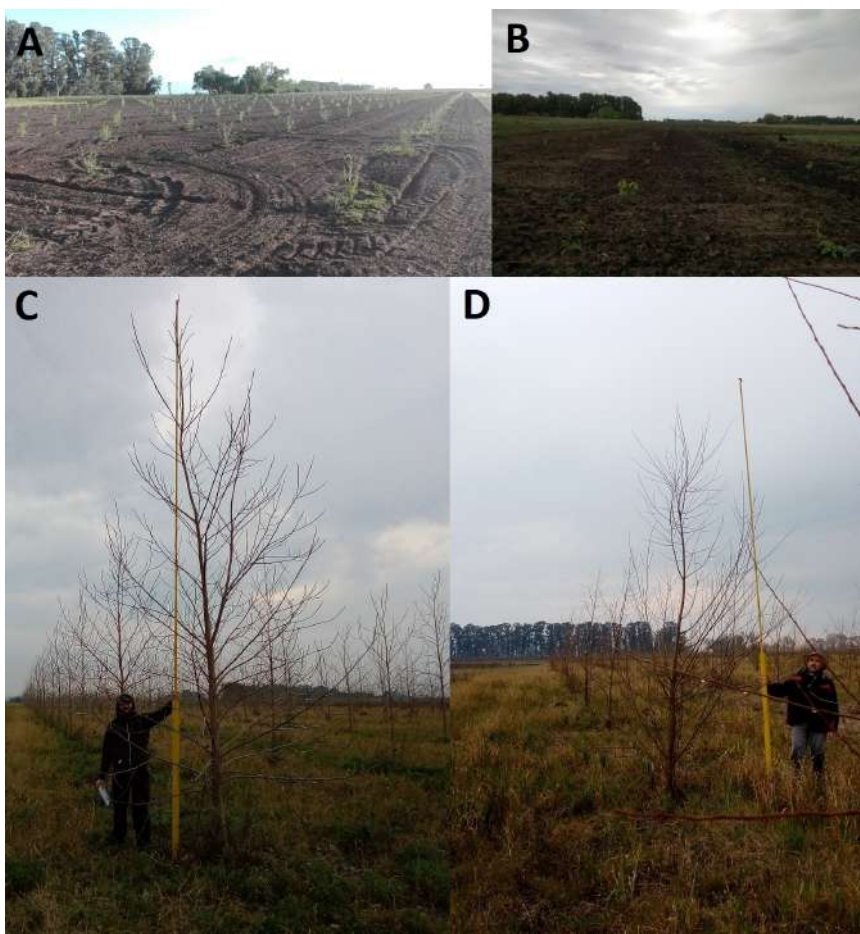


Foto 3.- Resultados alcanzados por la forestación en sus primeros 2 años. A: inicio brotación estacas de álamos (10/2019), B: inicio brotación estacas de sauces (10/2019), C: crecimiento álamos al cabo de 2 años (7/2021), D: crecimiento sauces al cabo de 2 años (7/2021).

Debido a los buenos resultados iniciales alcanzados, la empresa continuo la implantación de otras 14 ha entre el 2020 y el corriente año, donde se seguirá el comportamiento del sistema silvopastoril con varios clones forestales y pasturas perennes.

Agradecimientos

El equipo de dasonomía agradece la predisposición de los propietarios y empleados de la estancia Santa María del Recuerdo representados por Fernando y Mariano García Llorente Garat, tanto por la disposición plena del campo como por cumplir de manera destacada con todos los protocolos propuestos. También agradecemos al ing. agr. Horacio Borzone, quien se jubiló como profesor de la cátedra de Dasonomía de la UNCPBA al comienzo de este proyecto, por sus importantes aportes y trabajos realizados. Este trabajo se realizó bajo carta acuerdo titulada "Desarrollo silvopastoril en la cuenca del Salado" entre la UNCPBA y la empresa Santa María del Recuerdo.

B 3.7

RESTAURACIÓN EN BOSQUES DE LENGA AFECTADOS POR INCENDIOS FORESTALES EN TIERRA DEL FUEGO

<https://www.argentinaforestal.com/2022/07/09/restauracion-en-bosques-de-lenga-afectados-por-incendios-forestales-en-tierra-del-fuego/>



Autor: Martin Parodi

Dirección General de Desarrollo Forestal, Ministerio de Producción y Ambiente de la Provincia de Tierra del Fuego.



Autor: Dardo Paredes

Dirección General de Desarrollo Forestal, Ministerio de Producción y Ambiente de la Provincia de Tierra del Fuego.

En el año 2008 varios incendios sucesivos afectaron 6.993 ha de ambientes naturales que incluyeron pastizales húmedos (vegas), turbales y bosques, de las cuales 2.517 ha se clasifican como bosques de *Nothofagus pumilio* (lenga). Estas cifras no incluyen a los eventos de fuego del sector chileno para dicha temporada. Parte de estos bosques se clasifican como de producción, y se localizan mayormente en una de las seis reservas forestales de producción y uso múltiple que se encuentran en tierras fiscales de la Provincia de Tierra del Fuego, incluyendo a la Reserva Forestal de Producción LOTE 93. En esta reserva se verificaron efectos de fuego en una superficie de 1.374 ha. Esto implicó una pérdida significativa de recursos para la actividad foresto-industrial de la Provincia, ya que esta reserva por sí sola representaba un 59% de la extracción de madera y un 3% del bosque de producción

en las reservas forestales. En la Figura 1 se observa el bosque de lenga previo y posterior a los eventos de fuego.



Figura 1. Bosque de lenga sin cosecha que representa el ecosistema de referencia (izquierda) y el aspecto del bosque tras los eventos de fuego (derecha).
Fuente: Unidad Provincial de Manejo del Fuego

Los incendios forestales en altas latitudes tienen un único origen, el antrópico. En este sentido, estos ecosistemas no están adaptados a este tipo de impacto, que, sumado a su efecto devastador sobre el recurso, en ocasiones se convierte en una oportunidad para justificar el cambio de uso de tierras hacia pastizales para uso ganadero. Asimismo, los tiempos de recuperación natural son extremadamente largos, por lo que las áreas afectadas como el LOTE 93, son sumamente susceptibles a una degradación permanente, siendo necesario acelerar los tiempos de recuperación natural.

Existen distintas estrategias de intervención territorial para recuperar estos ecosistemas destruidos, incluyendo la restauración pasiva, que implica el resguardo de las áreas afectadas hasta que dejen de ser vulnerables, y la restauración activa, que implica un conjunto de acciones para acelerar los tiempos de recuperación de las áreas afectadas. El objetivo de la restauración forestal mediante la segunda estrategia apunta a la recuperación de la cobertura forestal y de los procesos ecológicos del bosque natural en el mediano plazo, y busca para el largo plazo, recuperar las capacidades productivas de las áreas afectadas.

La Provincia de Tierra del Fuego, en el marco de la Ley Nacional N° 26.331 promulgada en el año 2007 que incluye un programa experimental (Resolución S.A. y D.S. N° 256/09), elaboró un proyecto de restauración de 3 años, al que luego se dio continuidad mediante la elaboración del Plan de Recuperación del LOTE 93 aprobado en el año 2012 y por un plazo de 25 años. Su aprobación acontece en el marco de la primera convocatoria de planes de manejo y conservación de la Ley Provincial N° 869 de Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo y del Programa Nacional de Protección de los Bosques Nativos de la Ley Nacional antes mencionada.

En este contexto, desde la Dirección General de Desarrollo Forestal de la Provincia se planteó la instalación de un vivero bajo cubierta en la ciudad de Tolhuin, para producir plantas con destino a restaurar, siguiendo como estrategia principal a la extracción y repique de plántulas del bosque para estimular el desa-

rollo bajo cubierta. Potencialmente, se espera poder cultivar plantas a partir de semillas en un futuro próximo. Por otra parte, se definieron las áreas prioritarias de restauración, donde el bosque degradado surge de una matriz que contempla diferentes aspectos: (i) fitogeográficos con consideraciones ecológicas, (ii) climáticos y (iii) topográficos con consideraciones generales de la geomorfología local. Esta matriz define la prioridad para 584 ha de intervención.

Son escasos los estudios y experiencias exitosas de restauración en estas latitudes, muchas de las cuales carecen de monitoreos que cuantifiquen la eficiencia y factibilidad en el mediano y largo plazo, y que pongan en evidencia cuáles son las técnicas más recomendables a seguir. Considerando que el material utilizado en las tareas de restauración activa es posiblemente determinante del éxito de las mismas, se planteó la necesidad de poner a prueba el tipo de plantín a usar. Para la primera alternativa (extracción y repique), se seleccionaron plantines del bosque de hasta 10 cm de altura, extraídos de bancos naturales próximos a las áreas a restaurar. Inicialmente se emplearon bolsas de polietileno de 540 cc como macetas (técnica “Bo”), y los plantines se criaron durante dos temporadas de crecimiento bajo cubierta. Posteriormente, se emplearon bandejas rígidas monoblock de 15 celdas de 320 cc y se criaron durante una temporada de crecimiento bajo cubierta (técnica “Ba”). Por otra parte, se ensayó otra alternativa que evita el período de cría bajo cubierta, y consiste en trasplantar los plantines a raíz desnuda en el mismo momento de la extracción. Para ello, se extrajeron plantines de 30 cm de altura, con su tallo mayormente lignificado (técnica “Rd”) (Figura 2).



Figura 2. Extracción de renovales del bosque sin afectación del fuego (izquierda) y producción de plantines bajo cubierta en la ciudad de Tolhuin (derecha).
Fuente: Dirección General de Desarrollo Forestal

Entre los años 2012 y 2021 se plantaron un total de 59.031 plantas cubriendo una superficie de 110,3 ha (Figura 3), correspondientes a alguna de las tres alternativas descriptas de tipo de plantín. En todos los casos, la plantación se realizó en grupos de 30 a 45 plantas próximas unas con otras (técnica de “núcleos de regeneración”), donde los núcleos se distribuyeron en un patrón irregular en toda el área afectada. Los núcleos de regeneración se establecieron preferentemente en áreas que presentaban una protección natural adicional, como sitios con restos leñosos remanentes del incendio o con una micro-topografía que brindara protección contra las inclemencias climáticas (fundamentalmente vientos y alta radiación) y/o mantención de la humedad del suelo.

En el año 2018 se inició un monitoreo anual (Tabla 1) a los fines de: (i) cuantificar el desarrollo de los plantines analizando los distintos períodos de plantación, y (ii) evaluar la efectividad de los tipos de plantines utilizados. Los resultados del monitoreo durante el último año (2021) muestran que los plantines

establecidos en 2012 (Rd) y 2013 (Bo) presentaron promedios de altura de 139 cm y 111 cm, respectivamente, y tasas de crecimiento en altura de 53 y 49 cm año⁻¹, respectivamente. Para los plantines establecidos en las temporadas 2014 (Ba + Bo) y 2015 (Ba), se obtuvieron promedios de altura de 65 cm y 70 cm con tasas de crecimiento en altura de 33,6 y 39,6 cm año⁻¹, respectivamente. Para las plantas establecidas en las temporadas 2018, 2019 y 2021, las alturas promedio resultaron en 21 cm para el año 2018 con técnica de repique directo (Rd), y de 17 cm para el año 2019 y 15 cm para el año 2021 con técnica en bandejas de cultivo (Ba), con despreciables tasas de crecimiento en altura como es habitual durante los primeros años, que corresponden al establecimiento. Si bien las tasas de crecimiento anual no pueden contrastarse de manera directa para comparar la eficacia de los tipos de plantín, ya que fueron plantados en distintos años, son de todos modos indicativas de los resultados esperables.

Año de plantación	Técnica	Altura			
		Promedio (cm)	Desviación estándar (cm)	Min-Max (cm)	Tasa (cm/año)
2012	Rd	138,7	29,1	76,0-197,0	52,9
2013	Bo	110,7	31,2	47,0-181,2	48,6
2014	Bo+Ba	64,8	23,5	18,0-113,1	33,6
2015	Ba	70,0	24,8	18,0-119,0	39,6
2018	Rd	20,7	7,9	10,1-38,1	

Tabla 1. Técnicas empleadas y resumen de los resultados del monitoreo del año 2021.

Los resultados de supervivencia superan el 85% para los períodos comprendidos entre 2012 y 2015, y desde el comienzo del monitoreo (2018) hasta el presente, sólo el 2,5% de las plantas monitoreadas murieron. Asimismo, para la plantación de los años 2018 y 2019, la mortalidad es inferior al 10%. Por otra parte, el programa ha sido satisfactorio en términos de operatividad técnica (obtención y viverización de las plantas) y en las plantaciones, considerando que las ventanas de tiempo óptimas se corresponden a los meses de mayo y octubre, aumentando las probabilidades de supervivencia durante el otoño para las técnicas analizadas.

Asimismo, se trabaja en la concientización sobre la necesidad de efectivizar este tipo de prácticas para la recuperación de ambientes forestales afectados por incendios y otros estresores, como la invasión de castor (*Castor canadensis*). El objetivo en este sentido es llegar a la comunidad en general, y en especial a la que tiene un alto sentido de pertenencia de uso en el bosque afectado. Se busca resaltar que el área afectada por los incendios de 2018 fue un bosque de los más productivos de la Provincia y no un ambiente de praderas, como lo es actualmente. En este sentido, se intenta mantener en la comunidad un sentimiento de necesidad de recuperación de dicho ecosistema, incluyendo una participación activa de distintos grupos sociales tales como los alumnos de escuelas cercanas a los sectores afectados (Figura 3).

Las principales dificultades encontradas en el proyecto se relacionan con la operatividad en el territorio (ej. intransitabilidad de caminos, accesos cortados debidos a residuos del incendio, topografía), particularmente para la plantación

en los sectores más alejados de la ruta provincial, donde sólo es posible el ingreso con vehículos 4x4 en algunos momentos del año. Otra de las preocupaciones se relaciona con el avance de la ganadería vacuna informal, que trae aparejada la ocupación y el establecimiento de alambrados ilegales en las tierras fiscales. Esto genera una mayor carga ganadera puntual sobre las tierras forestales degradadas. Por ejemplo, se ha observado un impacto negativo en el área de plantación del año 2018 debido al pisoteo y herbivoría del ganado doméstico.



Figura 3. Aspecto de las plántulas establecidas en las áreas de restauración (arriba) y participación activa de la comunidad en las tareas de restauración (abajo).

Del presente programa de restauración en el LOTE 93 se destaca que: (i) es una primera experiencia a gran escala en la Provincia con una activa participación de las autoridades locales (ej. Dirección de Desarrollo Forestal) (Figura 4), (ii) pretende ser el punto de partida para desarrollar o generar un sector de servicios profesionales y de empresas que realicen la producción de plantas, plantación y otras acciones específicas, y (iii) tiene la finalidad de proyectar y mantener el horizonte de la actividad forestal en el largo plazo en el ámbito de la Provincia. Para el cumplimiento de los puntos (ii) y (iii), es necesario dejar de conceptualizar a la restauración forestal activa sólo como una actividad filantrópica ambiental de grupos sociales comprometidos con la conservación. En este sentido es necesario involucrar a los diferentes actores locales, siendo necesario generar, adoptar y adherir a normas y programas que hoy posibilitan el acceso a fondos públicos, que identifican y vinculan términos como restauración y enriquecimiento, generando la posibilidad de hacer lucrativa tales actividades para el sector actual y otros nuevos actores que podrían sumarse.



Figura 4. Equipo de trabajo durante una de las salidas de plantación y Autoridades de la Secretaria de Desarrollo Productivo y PyME del Ministerio de Producción y Ambiente.
Fuente: Secretaria de Desarrollo Productivo y PyME

Colaboradores: Luis Antony Fagnani, Jorge Federico Trangoni Boto, Sebastián Farina, Juan Javier Ojeda (Dirección General de Desarrollo Forestal, Ministerio de Producción y Ambiente de la Provincia de Tierra del Fuego), Emiliano Valentín Olmedo (Subsecretaria de Producción, Ministerio de Producción y Ambiente de la Provincia de Tierra del Fuego), Carolina Hernández (Secretaria de Desarrollo Productivo y PyME, Ministerio de Producción y Ambiente de la Provincia de Tierra del Fuego) y Guillermo Martínez Pastur (Centro Austral de Investigaciones Científicas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas).

B 3.8

¿SE PUEDE PRODUCIR MADERA Y CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD?

<https://www.argentinaforestal.com/2022/10/26/se-puede-producir-madera-y-conservar-la-biodiversidad/>



Autora: Medina Micaela

Laboratorio de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA) Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata



Autora: Magali Pérez Flores

Laboratorio de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA) Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata



Autor: Marcelo Arturi

Laboratorio de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA) Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata



Autor: Juan Goya

Laboratorio de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA) Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata

La provincia de Misiones se caracteriza por una diversidad en tipos de uso del suelo, las plantaciones forestales representan uno de los más importantes. Principalmente se desarrollan plantaciones monoespecíficas cuya producción se destina a pulpa para papel y madera para aserrado. Para entender si las plantaciones pueden representar un hábitat adecuado para especies nativas se estudiaron plantaciones de *A. angustifolia* en el noreste de Misiones. Por un lado, se encontró que debajo del dosel de las plantaciones de *A. angustifolia* crecieron espontáneamente individuos de árboles nativos; cerca del 70% de las especies halladas en las plantaciones también se hallaron en el bosque nativo aledaño a las plantaciones. Por otro lado, las cortas efectuadas para obtener madera de aserrado a lo largo del turno extendido de la plantación, generaron heterogeneidad ambiental, lo que permitió que especies de árboles ecológicamente diferentes se establecieran. Las plantaciones de araucaria cercanas a fuentes de semillas y manejadas con turnos largos pueden funcionar como hábitat para especies de árboles nativos y, con ello, contribuir a la conservación de la biodiversidad. Los objetivos económicos y de conservación de la diversidad son compatibles en plantaciones forestales en Misiones, pero depende tanto del destino de la plantación y su manejo, como de la disponibilidad de semillas en el entorno.

El efecto de las plantaciones forestales sobre la biodiversidad constituye un tema controvertido que ha sido estudiado intensamente en los últimos años. Si bien la sustitución del bosque nativo por plantaciones de árboles presenta consecuencias negativas para la biodiversidad, las plantaciones pueden proporcionar mayor variedad de bienes y servicios que otros cambios de uso del suelo. Por ejemplo, las plantaciones pueden albergar diferentes especies vegetales debajo del dosel de la especie plantada, otorgando refugio, alimento y/o hábitat para otros organismos del bosque nativo. El bosque de araucarias, ubicado en el noreste de Misiones y sur de Brasil, es un tipo de ecosistema natural perteneciente a la ecoregión mega diversa del Bosque Atlántico¹. En este ecosistema, ejemplares maduros de *Araucaria angustifolia*, conocida localmente como pino paraná, frecuentemente sobresalen del dosel. En el siglo pasado, los árboles nativos de *A. angustifolia* se cosecharon principalmente para la producción de madera, y la superficie de bosque nativo fue reducida para otros usos de la tierra como la agricultura y la ganadería. A su vez, alrededor del 6% de las plantaciones comerciales de Misiones son llevadas a cabo con *A. angustifolia* y se manejan con el objetivo de producción de madera. Una pregunta importante es si las plantaciones de *A. angustifolia*, desarrolladas en la zona de distribución natural de la especie, pueden ser hábitat para otras especies nativas y por lo tanto contribuir a reducir la pérdida de biodiversidad en una región forestal muy diversa y vulnerable. Para responder esta pregunta se estudiaron plantaciones de *A. angustifolia* en el noreste de Misiones. Se relevó la estructura de las plantaciones y los árboles nativos que crecieron espontáneamente debajo del dosel de las mismas (Figura 1). Además, se relevaron parcelas de bosque nativo aledaño a las plantaciones para tener una referencia del número de especies (riqueza de especies) presentes en el sitio. Los resultados del trabajo fueron publicados en la revista *Austral Ecology* en el año 2020².

¹Bosque Atlántico: ecoregión ubicada en la costa de Brasil, Misiones y este de Paraguay. Ha sido declarada como hot spot, es decir, punto caliente para conservación de la biodiversidad principalmente debido a que presenta gran cantidad de especies, algunas de las cuales pueden ser halladas solamente en estos sitios (especies endémicas). Esta región ha sido fuertemente transformada en las últimas décadas.

²Medina, M., Pérez Flores, M., Goya, J. F., Campanello, P. I., Pinazo, M. A., Ritter, L. J., & Arturi, M. F. (2020). Native tree regeneration in native tree plantations: understanding the contribution of *Araucaria angustifolia* to biodiversity conservation in the threatened Atlantic Forest in Argentina. *Austral Ecology*, 45(2), 229-239.

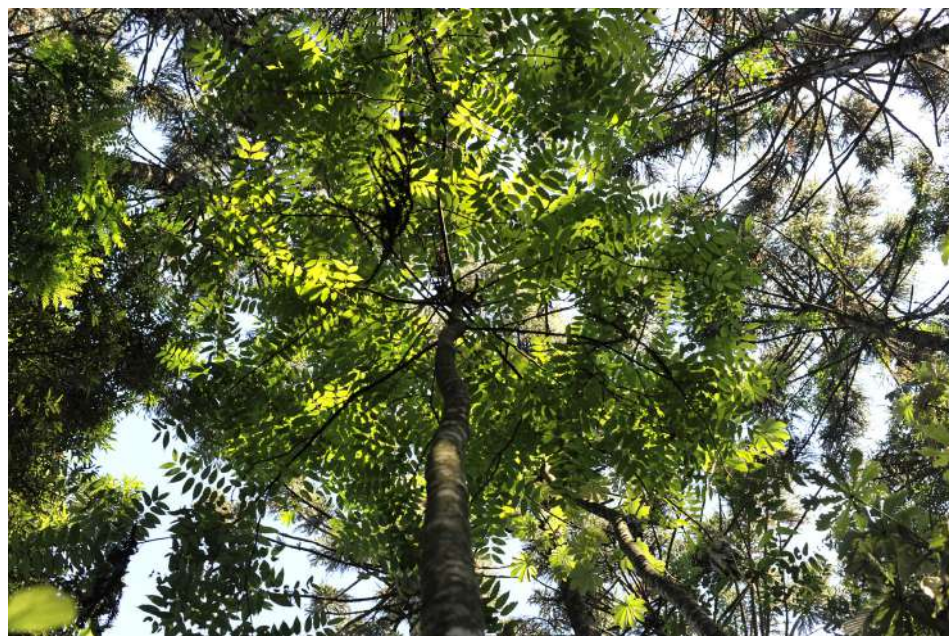


Figura 1. *Cedrela fissilis* (cedro misionero) establecido espontáneamente en plantaciones de *A. angustifolia* en el noreste de Misiones

El estudio se llevó a cabo en el Campo Anexo Manuel Belgrano (CAMB), el cual pertenece a la Estación Experimental Montecarlo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). En este campo, existen plantaciones de araucaria desarrolladas con el objetivo de producción de madera y conservación de la diversidad genética de la especie. La historia de intervenciones y usos de estas plantaciones representó una oportunidad única para evaluar el efecto de la edad, la estructura de la plantación y el tiempo desde la última corta sobre la regeneración espontánea de árboles nativos. La historia de manejo de estas plantaciones presentó ciertas particularidades en su estructura y prácticas silvícolas que las diferencian de otras plantaciones de araucaria halladas en la región. La mayoría de las plantaciones estudiadas presentaron edades mayores a 50 años, edad superior a la mayoría de las plantaciones comerciales, ya que el turno o rotación más común de la zona es 30-35 años. Presentaron diferentes intervenciones, atribuibles a raleos o cosechas parciales, ya que en las plantaciones mayores a 30 años se siguieron extrayendo fustes para obtener madera para aserrado, siendo lo más común para la zona dos a tres intervenciones o raleos antes de los 30 años y luego tala rasa al turno. Las plantaciones estudiadas representan sitios en su primer ciclo de crecimiento (primera rotación), provenientes, principalmente, del reemplazo del bosque nativo original. En el entorno a las plantaciones se mantuvieron unidades remanentes de bosque sin reemplazar, constituyendo en la actualidad un área de más de 1000 ha circundantes que confieren una estructura del paisaje particular (Figura 2). Si bien no se estudió la disponibilidad de semillas que originó la vegetación bajo el dosel de las araucarias, es probable que sea consecuencia del efecto de la lluvia de semillas provenientes del bosque nativo cercano y/o del banco de semillas del suelo legado del uso previo.



Figura 2. Conformación del paisaje de plantaciones de *A. angustifolia* y bosque nativo del entorno en el noreste de Misiones (Google Earth, 2022)

Los resultados ponen de manifiesto que las plantaciones de araucaria estudiadas constituyeron un ambiente heterogéneo que permitió el desarrollo de una gran cantidad de especies de árboles nativos, las cuales, además, presentaron diferencias ecológicas. En las plantaciones de araucaria se detectó alrededor del 70% de las especies de árboles presentes en el bosque nativo circundante. Las especies compartidas entre ambos ecosistemas pertenecieron principalmente a cinco familias taxonómicas: Fabaceae, Myrtaceae, Rutaceae, Euphorbiaceae y Lauraceae. Siendo las especies más abundantes características del bosque con araucaria: laureles (*Ocotea* y *Nectandraspp.*), yerba (*Ilex paraguariensis*) y guatambú (*Balfourondendron riedelianum*), entre otras. Sin embargo, el bosque nativo presentó mayor riqueza total de especies, mientras que las plantaciones presentaron mayor cantidad de especies demandantes de luz, es decir especies menos tolerantes a la sombra, clasificadas como pioneras y/o secundarias iniciales.

Las plantaciones de mayor edad y mayor tiempo desde la última corta presentaron mayor riqueza y abundancia de especies, ya que tuvieron más tiempo para la colonización y el establecimiento de nuevas especies arbóreas que las plantaciones de menor edad. Las plantaciones mayores a 30 años presentaron mayor abundancia de individuos de especies tolerantes a la sombra (no pioneras). La dinámica de las plantaciones, en cuanto a los cambios estructurales en el tiempo, se debió al crecimiento y/o mortalidad de los individuos, pero también como un factor importante, a las intervenciones de corta o raleos que se realizaron en diferentes momentos con objetivos productivos de la administración del campo, con la finalidad de venta de madera. Estas cortas generaron un ambiente heterogéneo en el cual especies con diferentes requerimientos funcionales/ecológicos pudieron aprovechar los nuevos espacios de crecimiento o ambientes creados en las plantaciones. Por ejemplo, se observó mayor abundancia de especies demandantes de luz (pioneras) con un menor tiempo desde la última corta independientemente de la edad de la plantación. La corta genera condiciones ambientales determinadas, como son el aumento de la disponibilidad de luz y la temperatura del aire, en las cuales las especies demandantes de luz son más

eficientes que las especies tolerantes a la sombra. Además, los datos observados y modelados reflejaron que la abundancia y riqueza total de árboles y la abundancia de especies secundarias tempranas se recuperó aproximadamente 5 años después de la corta, probablemente debido a la germinación de semillas, el crecimiento de los árboles jóvenes y a los rebrotes. Estos resultados indicarían que la corta puede inducir efectos negativos a corto plazo, pero nulos o positivos, a medio o largo plazo.

Los cambios estructurales asociados a la edad de la plantación y las cortas a lo largo del tiempo pueden también influir en los procesos de dispersión. La colonización de las plantaciones por especies arbóreas nativas depende en gran medida de la llegada de semillas procedentes de remanentes de bosque nativo en el entorno. Entre las especies arbóreas de las plantaciones de araucaria que estudiamos, encontramos que la dispersión por animales fue el modo de dispersión más frecuente y no estuvo relacionado con la edad de la plantación como se esperaba. Probablemente, las plantaciones de menor edad de araucaria son utilizadas por animales dispersores tanto como las plantaciones de mayor edad. Ciertas características de *A. angustifolia* pueden hacerlas atractivas para los dispersores y podrían aumentar la llegada de semillas. En tanto es un árbol que emerge del dosel y desarrolla una gran copa horizontal, la cual puede ser utilizada como percha por diferentes aves. Produce semillas grandes, altamente nutritivas, que son consumidas y dispersadas tanto por aves como por pequeños mamíferos.

Los resultados del estudio aquí sintetizados tienen diversas aplicaciones. Por un lado, se demostró que una importante proporción de las especies de árboles presentes en el bosque nativo puede establecerse y crecer debajo del dosel de las araucarias plantadas. Por otro lado, se observó que las diversas cortas a lo largo del turno extendido proporcionan recursos económicos, por la venta de madera para aserradero, a la vez que generan heterogeneidad ambiental lo cual favorece a la diversidad funcional de las especies que crecen espontáneamente. Las plantaciones forestales manejadas con turnos más largos tienen mayor probabilidad de constituir hábitat para especies de árboles nativos, y con ello, proveer recursos y hábitat para la fauna local. Cabe resaltar que para que este objetivo se cumpla las plantaciones deben desarrollarse cercanas a una fuente de propágulos/semillas. Los resultados coinciden con otros estudios llevados a cabo en Misiones en plantaciones de pino, en los cuales se demostró que las plantaciones de pino manejadas con turnos extendidos y con aplicación de raleos son aquellas que tienen mayor probabilidad de proveer hábitat para la flora y fauna silvestre. Además, algunas de las especies halladas, además de las funciones ecológicas, presentan características determinadas de su madera que pueden ser utilizadas comercialmente (Tabla 1). Se espera que en futuros estudios se pueda aportar mayor información acerca de la dinámica natural y el manejo adaptativo de estos sistemas, que podrían considerarse una transición hacia sistemas mixtos con el establecimiento espontáneo de regeneración de especies nativas que aporten valor ecológico, en conjunto con plantaciones forestales productivas (Figura 3).



Figura 3. Plantaciones de 50 a 55 años de *A. angustifolia* en las cuales se llevaron a cabo tratamientos intermedios para favorecer el crecimiento de los árboles nativos espontáneamente establecidos.

Nombre de árbol nativo	Usos comerciales potenciales
Anchico colorado (<i>Parapiptadenia rigida</i>)	Parquet, construcciones rurales, carpintería, vigas, postes
Cancharana (<i>Cabrealea canjerana</i>)	Postes, carpintería en general, muebles finos
Caña fístola (<i>Peltophorum dubium</i>)	Construcciones civiles y navales, madera ornamental, carpintería
Cedro (<i>Cedrella fissilis</i>)	Mueblería, carpintería, chapas para placas y compensados, marcos de puertas
Incienso (<i>Myrocarpus frondosus</i>)	Construcciones civiles, muebles de duración, construcciones navales
Laurel negro (<i>Nectandra megapotamica</i>)	Chapas para placas, construcciones civiles como puertas y ventanas, parquets
Loro negro (<i>Cordia trichotoma</i>)	Chapas, revestimientos, muebles, construcciones navales

Tabla 1. Especies forestales de posible interés comercial halladas en plantaciones de *A. angustifolia*

B 3.9

MORTALIDAD DE PINOS EN CORRIENTES: CUANDO LOS PRONÓSTICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO DEJAN DE SERLO Y SE CONVIERTEN EN ACTUALIDAD

<https://www.argentinaforestal.com/2022/12/07/mortalidad-de-pinos-en-corrientes/>



Autora: María Elena Fernández

UEDD IPADS, INTA-CONICET, sede Tandil,
Pcia. de Buenos Aires, Argentina



Autor: Gabriel Gatica

UEDD IPADS, INTA-CONICET, sede Tandil,
Pcia. de Buenos Aires, Argentina



Autora: Nardia Bulfe

EEA INTA Montecarlo, Montecarlo,
Pcia. de Misiones, Argentina



Autor: Norberto Pahr

EEA INTA Montecarlo, Montecarlo,
Pcia. de Misiones, Argentina



Autor: Javier Gyenge

UEDD IPADS, INTA-CONICET, sede Tandil,
Pcia. de Buenos Aires, Argentina

El fenómeno de mortalidad masiva -o extendida- de árboles en bosques naturales se produce cuando las tasas de mortalidad superan a las esperables por los procesos de dinámica poblacional propios de cada sistema. Este fenómeno se viene reportando desde hace algunas décadas en varias partes del mundo, pero fue en el año 2010, cuando se publicó el primer estudio que integró la información disponible a nivel mundial (Allen et al., 2010; <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>). Este estudio se fue actualizando en años subsiguientes con más y más casos (ver por ej. Hammond et al., 2022, para un reporte reciente: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29289-2>). La conclusión en todos los trabajos fue la misma: la mortalidad extendida de árboles no es propia o exclusiva de un determinado tipo de ecosistema o grupo de especies.



Figura 1: Ejemplo de plantaciones de *Pinus taeda* con distinto nivel de mortalidad en la Pcia. de Corrientes. En el panel superior se observa la situación de mortalidad variable, donde algunos árboles mueren y otros sobreviven dentro del rodal. En la imagen inferior se observa un lote con mortalidad masiva en buena parte del área forestada.

Si bien, en diversos casos la causa primaria de mortalidad es compleja de ser desentrañada -porque puede haber interacción con plagas o incendios- los eventos siempre coinciden temporalmente con sequías y olas de calor, y en particular cuando ambos elementos se juntan y conforman lo que hoy se denomina “sequías propias del cambio climático” o “hotter-droughts”. En comparación con estos reportes en bosques naturales, son menos extendidos los informes en don-

de se notifica mortalidad en bosques cultivados, especialmente en plantaciones con árboles adultos, donde se supone que las plantas están menos expuestas a los riesgos climáticos debido a que en general se les proporcionan condiciones nutricionales e hídricas -por riego o por manejo de la densidad- que permiten su crecimiento en condiciones óptimas (o por lo menos, mejores que en las condiciones donde las especies se desarrollan naturalmente, favoreciendo altas tasas de crecimiento medio). Sin embargo, una vez más la realidad nos muestra que ningún sistema está exento. En este sentido, desde el año 2021, y con gran velocidad durante 2022, se viene produciendo un fenómeno de mortalidad extendida de árboles en plantaciones, principalmente pinos (Fig. 1), en la Pcia. de Corrientes, que ha generado gran alarma en el sector forestal. Es así, como se conformó un comité de emergencia en el que participan distintas empresas forestales, productores, tomadores de decisión nacionales y provinciales, e instituciones académicas para abordar esta problemática.



¿Por qué murieron -o se están muriendo- los pinos en Corrientes?

Lo primero que se descartó en plantaciones afectadas por mortalidad masiva fue que este proceso se generó por el ataque de insectos plagas. El fenómeno no obedeció al ingreso de una nueva plaga, o al estallido poblacional de alguna preexistente. La causa de muerte se debió, principalmente, al estrés abiótico. Como es de público conocimiento debido a la magnitud de los incendios ocurridos en la provincia, los cuales fueron divulgados en todos los medios de comunicación, esta región sufrió una sequía severa y extendida en el tiempo sumada a altísimas temperaturas. El análisis climático de las estaciones meteorológicas muestra que desde el año 2019, y de manera consecutiva, las precipitaciones han estado por debajo de la media histórica para la región. A la vez, las temperaturas medias, mínimas y máximas han excedido las medias históricas en los últimos tres años, con records históricos de olas de calor (es decir, tres o más días consecutivos con temperaturas marcadamente superiores a lo normal). La combinación de ambas variables puede verse en índices combinados como el SPEI (Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración, por sus siglas en inglés), que están relativizados a las condiciones meteorológicas históricas del lugar. En este índice, los

valores positivos y negativos expresan meses húmedos y secos, respectivamente, mientras que el valor absoluto indica la magnitud del evento. A modo de ejemplo, en la Fig. 2 se observa el SPEI para la Estación meteorológica de la EEA Bella Vista del INTA, en donde se puede apreciar los valores negativos (con respecto a la media histórica) desde el año 2019, periodo que siguió a un ciclo húmedo de aproximadamente 7 años. Con anterioridad el SPEI también muestra valores negativos que representan sequías, sin embargo, en estos últimos años no hubo prácticamente periodos húmedos intermedios que permitan la recarga de las reservas de agua de los suelos y acuíferos. Estos años corresponden a años Niña en cuanto al fenómeno forzante macrorregional de temperatura del océano Pacífico. En este sentido, se encontró una asociación positiva entre la magnitud del fenómeno de La Niña-Oscilación del Sur y el SPEI en esta región. De acuerdo a algunos autores, los valores de SPEI por debajo de -1 indican sequías severas, y por debajo de -1,5, sequías extremas. Si bien estas intensidades tienen mayor sentido biológico para ecosistemas nativos, adaptados a las condiciones climáticas históricas de un lugar, sirven también para revelar la magnitud y particularidad del evento climático. De hecho, los individuos implantados considerando su material genético y el manejo aplicado están alineados con las condiciones “normales” de la región. Más allá del SPEI, es importante destacar que las temperaturas máximas registradas a fines de 2020 y principios de 2022, con varios días seguidos de temperaturas superiores a 40°C, estarían por encima de la termo-tolerancia de las especies forestales implantadas. Por ejemplo, en Mercedes, Corrientes, la estación meteorológica del INTA registró temperaturas máximas por encima de 30 °C todos los días de enero y febrero de 2022, con una ola de calor de 19 días consecutivos de más de 40°C en enero, y dos olas de calor de 3 y 6 días consecutivos con más de 40°C en febrero. La temperatura media máxima en enero fue de 39,3°C, i.e. 6,5 °C por encima de la media máxima histórica (1951-2019), y de 37,6°C en febrero, i.e. 5,8°C por encima de la media máxima histórica para la zona. Asimismo, las temperaturas medias estuvieron 4 y 2°C por encima de las históricas. Estudios recientes destacan la importancia de estudiar el impacto diferencial que tienen las altas temperaturas sobre la mortalidad de bosques, ya que podrían tener efectos letales aún en ausencia de sequía (es decir, aún con abundante agua en el suelo).

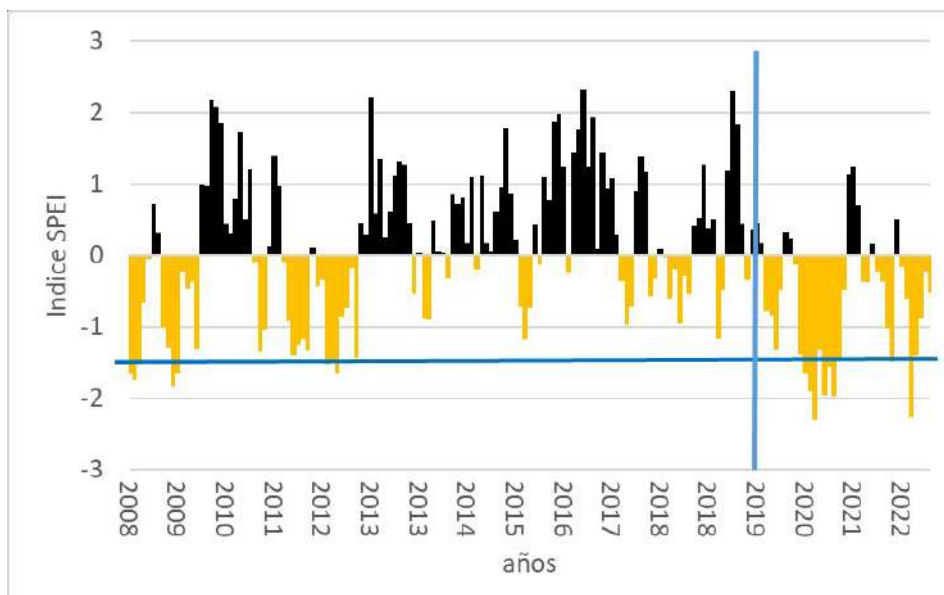


Figura 2: SPEI en la estación Bellavista, Corrientes. Valores positivos (barras negras) denotan condiciones más húmedas (y/o de menor evapotranspiración potencial) que las históricas en el lugar. Valores negativos (barras amarillas), indican condiciones más secas que las históricas. La barra vertical azul indica el año 2019 donde comienza el periodo extremadamente seco y cálido. La línea azul horizontal indica un SPEI de -1,5, que para algunos autores marca el límite entre sequía severa y extrema.

Por otro lado, es importante destacar que cuando se superan ciertos umbrales fisiológicos de las especies, por más que las condiciones ambientales favorables se restablezcan (por ej., se produzca la recarga de agua del suelo por precipitaciones), el proceso de mortalidad sigue avanzando. En realidad, para cuando el mismo se visualiza con el amarronamiento de las copas, el árbol ya entró en un ciclo de decaimiento varios meses atrás (o incluso años, aunque éste no sea el caso para los pinos en Corrientes), proceso que es prácticamente irreversible. De allí la importancia de poseer alertas tempranas a nivel fisiológico que permitan tomar medidas de mitigación -cuando éstas son posibles- o al menos, preparar la logística para el evento masivo que se va a producir un tiempo más adelante.

El pino taeda, el mas afectado

Retornando a la pregunta de la causa de la mortalidad observada recientemente, si bien no podemos medir nada fisiológico en los árboles – a manera de autopsia- que nos indique con absoluta certeza la causa de muerte, podemos concluir con bastante seguridad que la falta de agua en los suelos sumada a las olas de calor, proceso climático acumulado durante poco más de 3 años consecutivos, ha llevado a superar los umbrales fisiológicos de tolerancia al estrés abiótico en las especies forestales implantadas en la región. En este sentido, y en particular el pino taeda, que ha sido la especie más afectada, se caracteriza por sus altísimas tasas de crecimiento (en comparación con el crecimiento de la especie en sus zonas de distribución natural en Norteamérica), lo que ha venido de la mano de una relativamente alta susceptibilidad a la sequía (al menos, extrema) dada por su alta vulnerabilidad a la cavitación del xilema y baja capacidad de regulación estomática de la transpiración (según mediciones fisiológicas realizadas en progenies creciendo en la Pcia. de Misiones). Asimismo, la especie muestra una gran variabilidad genética (diferencias entre progenies) y plasticidad en la asignación del carbono fijado entre estructuras aéreas (tallos, hojas) vs. subterráneas (raíces) de acuerdo a las condiciones de crecimiento. Esto podría resultar en un óptimo crecimiento aéreo cuando las condiciones son favorables (años con abundancia de recursos hídricos) pero podrían generarse desbalances entre estructuras que proveen agua vs. las que la pierden cuando las condiciones cambian drásticamente.

¿Por qué algunos árboles o rodales se murieron y otros no?

Responder con precisión a esta pregunta nos permitiría poder proponer medidas de adaptabilidad de la producción frente a futuros riesgos climáticos. En esta instancia del proceso, estamos empezando a recabar los primeros datos y a trazar los primeros patrones. De manera preliminar y a partir de un estudio de caso representativo de una extensión de aproximadamente 20 mil hectáreas, podemos concluir que el fenómeno se asoció principalmente a pino taeda, seguido en su incidencia en pino *elliottii*, y con baja incidencia en el pino híbrido y en los eucaliptos, y que también se afectaron las forestaciones de mayor edad a nivel predial. En ninguno de los casos podemos asegurar que la especie y la edad hayan sido completamente determinantes ya que al ser forestaciones comerciales y no un ensayo experimental, no poseemos ejemplos de todas las combinaciones de especies y edades en todos los tipos de suelos. Por otro lado, las forestaciones analizadas, tomando como fecha de análisis marzo de 2022 (es decir, el fenómeno siguió evolucionando posteriormente), muestran una alta asociación entre el nivel de mortalidad y el tipo de suelo. Así, se pudieron discriminar tres situaciones de mortalidad:

1. Sin mortalidad (o muy baja): rodales en suelos profundos (de más de 1 m de profundidad), relativamente bien drenados, con presencia de moteados (manchas más o menos redondeadas, no endurecidas, de Fe y Mn que son síntomas de procesos hidromórficos) a 80 cm de profundidad o más. No se observó contacto lítico ni capa freática y se constató la presencia de un horizonte Bt (horizonte subsuperficial con acumulación de arcilla silicatada) franco-arcilloso en profundidad. El sistema radical de los árboles es bien desarrollado, explorando todo el perfil del suelo.

2. Zonas con alta incidencia de mortalidad (90-100%): son suelos pocos profundos, con presencia de un contacto lítico a una profundidad inferior a 50 cm y drenaje moderado. El sistema radical presenta desarrollo superficial impedido por el contacto lítico.

3. Zonas con incidencia de mortalidad media a alta, de entre 40-50% a 100% según el sector: son suelos profundos, con drenaje deficiente, presencia de napa cercana a la superficie y de moteados a una profundidad de 30 cm aproximadamente. También se observó la presencia de un horizonte Bt franco-limo-arcilloso en profundidad. El sistema radical tiene desarrollo a escasa profundidad, sin embargo, comparado con el sitio de alta mortalidad las raíces tuvieron un mayor volumen de exploración, el cual fue impedido en este caso por la acumulación excesiva de agua, provocando una condición de anoxia. Se observó una gran variabilidad del comportamiento de la especie (árboles muertos vs. árboles vivos) posiblemente asociada a una condición transicional entre tipos de suelos.

De acuerdo con esta diferenciación de los patrones de mortalidad a nivel de rodal, planteamos una hipótesis general que explica las características diferenciales que tendrían las plantas en los distintos sectores, que se expone en la Figura 3.



Figura 3: Hipótesis que explica la mortalidad diferencial asociada a distintos tipos de suelos en un estudio de caso en la Pcia. de Corrientes.

sector con alta mortalidad fue menor que en los otros dos sectores. Asimismo, dentro del sector con mortalidad intermedia, los árboles que sobrevivieron fueron aquellos que expresaron un mayor crecimiento medio en los últimos años (desde 2015), denotando menores condiciones de estrés y/o mayor acceso a recursos a nivel de microsítio. Se está trabajando en análisis más exhaustivos de los patrones de crecimiento de los árboles y su respuesta al clima.

En síntesis, más allá de la asociación temporal entre la mortalidad y la sequía-olas de calor de los últimos años, la incidencia de mortalidad se asoció espacialmente con las características edáficas, al menos dentro de la variabilidad registrada en el predio de estudio. La mayor mortalidad se dio en zonas opuestas en cuanto a productividad del fuste: tanto en zonas de relativamente baja productividad como en zonas de media a alta productividad, pero en ambos casos, donde las condiciones de suelo -por impedimento físico al desarrollo o por la presencia de una napa superficial- impiden el adecuado desarrollo del sistema radical de las plantas. Cabe destacar que, dentro de la zona de alta productividad, la mortalidad afectó más a los árboles que presentaban menor crecimiento individual. Esto puede sugerir que el manejo de la densidad -que favorezca el crecimiento en los árboles remanentes- podría ser una estrategia a aplicar para aumentar la resistencia a fenómenos extremos. En general, los sectores que pudieron resistir el evento extraordinario de sequía-olas de calor fueron aquellos donde las plantas poseen un buen desarrollo de raíces.

Se requieren más estudios -algunos de ellos ya en marcha- que permitan ampliar la escala geográfica analizada, así como explorar -a través de análisis de anillos de crecimiento de los árboles y con sensores remotos a escala de rodal- los patrones temporales asociados al fenómeno en distintas condiciones (de ambiente y manejo). Sin embargo, este primer análisis de situación es bastante elocuente y debe ayudar a concientizar al sector forestal sobre la necesidad de comprender los patrones y procesos asociados al cambio climático. El mismo ha dejado de ser un pronóstico futuro incierto para ser una realidad palpable que requiere una acción mancomunada urgente para aumentar la adaptabilidad y resiliencia de nuestros sistemas productivos.

B 3.10

EL SAUCE, UN FORESTAL CON AMPLIO POTENCIAL PARA LA PRODUCCIÓN Y LOS SERVICIOS AMBIENTALES

<https://www.argentinaforestal.com/2022/12/25/el-sauce-un-forestal-con-amplio-potencial/>



Autora: Teresa Cerrillo

INTA - EEA Delta del Paraná – Buenos Aires

Los sauces, con más de 300 especies en los dos hemisferios, se caracterizan por su diversidad morfológica y la capacidad de adaptación a diversos sitios. Su potencial para la producción y los servicios ambientales se basa fundamentalmente en la facilidad de multiplicación, la rapidez de crecimiento y los rasgos adaptativos, aún a sitios con algunas limitantes. En Argentina se utilizan especies de sauces arbóreos para la producción de madera y para destinos no madereros, y los arbustivos, llamados mimbres, para aplicaciones en cestería y elaboración de artesanías y muebles livianos.



Foto 1: Plantación de 4 años de sauce Agronales, Islas de San Fernando, Buenos Aires.

El núcleo productivo de los sauces se encuentra en el Delta del Paraná, donde están dadas excelentes condiciones para su desarrollo. Las plantaciones de sauces y álamos se establecieron en la región desde la segunda mitad del siglo XIX, lo que la convirtió en una de las primeras cuencas forestales del país. Más recientemente, se nota un incremento del interés por el sauce en otros ambientes del territorio nacional. El INTA, a través de sus diferentes programas y proyectos, acompaña esta demanda, a través de redes de experimentación in situ.

Usos tradicionales del sauce y otras aplicaciones innovadoras

Alrededor del 90% de la producción de madera de sauce en el Delta se destina a las industrias del papel y de los tableros de partículas. Entre los tipos de papel, Papel Prensa agregó en 2016 el destinado a embalaje. Con una tendencia creciente, este producto innovador utilizando madera de sauce, hoy supera al volumen de producción del tradicional papel para diarios, lo que representa una nueva oportunidad para la cuenca. Además, se trata de una madera apta para elaborar productos con valor agregado como tableros alistonados, vigas multilaminadas, pisos y muebles, renglón conocido en el sector como “uso sólido”. También es factible aplicar madera de sauce para bioenergía, con la oportunidad de establecer plantaciones específicas o bien, aprovechar trozos de menores dimensiones del árbol o residuos de cosecha.

Pero más allá del potencial maderero, hoy el sauce concita también interés creciente para aplicar en servicios ambientales (como la fitorremediación), los sistemas silvopastoriles o en apicultura; usos que pueden complementar la forestación para producción de madera. Como en otros árboles de rápido crecimiento, el valor estratégico del sauce crece ante nuevos desafíos, como los efectos derivados del cambio climático y de cara a nuevas necesidades de la sociedad.



El camino recorrido para la obtención de un clon mejorado

El Programa de Mejoramiento Genético de Sauces del INTA (PMGS), desarrollado en la EEA Delta del Paraná, sigue una metodología clásica, donde a partir de cruzamientos controlados y polinización abierta se obtiene una población para mejoramiento. La misma se establece a campo a los 8 meses (constituyendo un “banco de progenies”), realizándose el primer screening a los 3 años de edad, con una presión de selección de entre el 15-20%. El material preseleccionado se clona e instala en un estaquero, con el objetivo de su propagación y evaluación, para más tarde probar el germoplasma en una red de ensayos a campo. De darse la debida continuidad, la creación de un clon requiere aproximadamente 16 años.



Foto 2: Amento femenino maduro con producción de semillas logradas a partir de cruzamientos controlados en el proceso de mejoramiento.

Como resultado de esa metodología, entre 2013 y 2022 se seleccionaron ocho híbridos (de las especies *Salix matsudana* Koidtz, *Salix alba* L. y *Salix nigra*. Marsh), superadores de los clones tradicionales sobre la base de una serie de atributos considerados globalmente: crecimiento, tolerancia y/o resistencia a enfermedades, adaptación, y aptitud tecnológica de la madera. Todos los sauces seleccionados se inscribieron en el Registro Nacional de Cultivares del Instituto Nacional de Semillas (INASE). Tratándose de plantas que se multiplican por estaca (propagación agámica o asexual), donde todas las plantas dentro de un clon tienen el mismo patrimonio genético, es fundamental promover el uso por parte del productor de toda la oferta clonal hoy existente.

Clon	Especies
Los Arroyos INTA CIEF	<i>S. matsudana</i> x <i>S. alba</i>
Agronales INTA CIEF	<i>S. matsudana</i> x <i>S. alba</i>
Carapachay INTA CIEF	<i>S. matsudana</i> x <i>S. alba</i>
Lezama INTA CIEF	<i>S. matsudana</i> x <i>S. nigra</i>
Géminis INTA CIEF	<i>S. matsudana</i> x ?
Yaguareté INTA CIEF	<i>S. alba</i> x ?
Ibicuy INTA CIEF	<i>S. nigra</i> x ?
Tehuelche INTA	<i>S. matsudana</i> x <i>S. alba</i>

El PMGS cuenta también con germoplasma en fases experimentales se suman otras entidades: *Salix amygdaloides* Andersson y *Salix humboldtiana* Willd. (“Sauce criollo”). Sobre esta última, única especie de la familia Salicáceas de distribución natural en el Hemisferio Sur, INTA trabaja en la conservación y estudio de poblaciones. En el Delta “sauce criollo” se utilizó para leña y cajonería a mitad del siglo XX, a través del aprovechamiento de clones espontáneos de *Salix babylonica* x *Salix humboldtiana* (genéricamente: *Salix* x *argentinensis*).



Foto 3: Banco de germoplasma en la EEA Delta del Paraná INTA con individuos de *Salix humboldtiana* (“sauce criollo”) colectados en el delta bonaerense.

Perfil de los nuevos materiales seleccionados: versatilidad desde el uso en la foresto-industria a los servicios ambientales.

Los nuevos sauces seleccionados superan a los clones tradicionales en crecimiento y forma del árbol. En cuanto a la aptitud de la madera, seis de los ocho nuevos sauces muestran altos estándares tecnológicos “doble propósito”, es decir aptitud para “usos sólidos” (aserrado, elaboración de tableros alistonados, etc) y para pasta para papel (para diarios y para embalaje). Este perfil integrador da una oportunidad para lograr forestaciones más sostenibles, como opción para diferentes ambientes y para proveer productos en un lapso menor. El productor puede ver facilitada la elección de materiales, según el sitio y el destino productivo que pretenda dar a su cultivo, existiendo la posibilidad de hacer un uso más eficiente del árbol, destinando los primeros dos o tres trozos/rollizos a usos sólidos y el resto a papel y tableros de partículas.

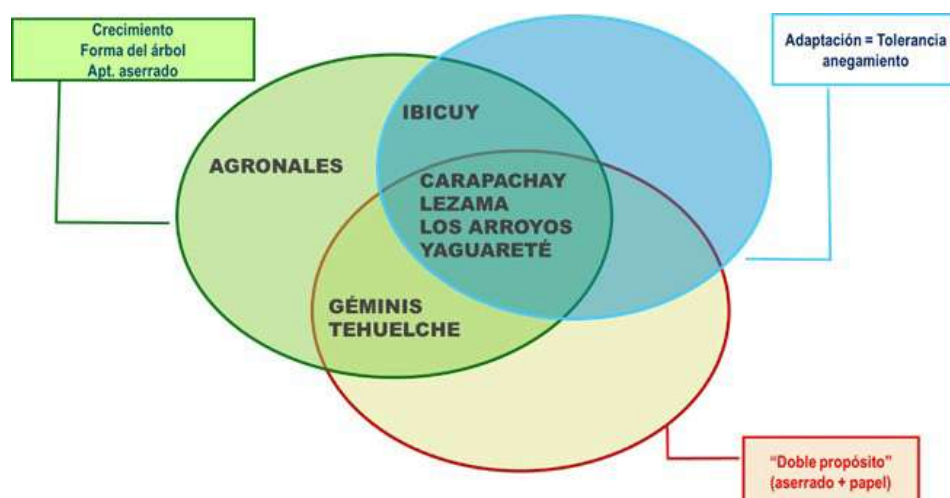


Fig 1: Caracterización integrada de los cultivares de sauce mejorados recientemente.

Con la concurrencia de otros factores (provisión de servicios, disponibilidad de mano de obra, estímulos a través de políticas públicas, etc.) la nueva tecnología puede aportar beneficios al sector, que posiblemente sean más claramente percibidos luego de transcurrido el primer turno de corte. Por lo pronto, a partir de la adopción de esta nueva oferta genética por parte de empresas y productores del Delta, se está generando en los últimos años una gradual reconversión de las antiguas plantaciones. Es de esperar que este cambio en la cuenca forestal pueda promover una masa crítica de sauces de calidad, que represente un punto de inflexión positivo para el sector.



Foto 4: Plantación de 8 años de sauce Lezama, Islas de Campana, Buenos Aires.

Potencial del sauce para otros usos, además de la madera

- Servicios ambientales

Los sauces tienen capacidad para uso en servicios ambientales, como la fitorremediación; experiencias en varios países del hemisferio Norte dan cuenta de ello. En Patagonia Norte hace doce años se comenzó a investigar sobre este potencial de los sauces mejorados. A través de ensayos y parcelas demostrativas se obtuvieron resultados favorables sobre la aplicación de sauces como biofiltros forestales en la reutilización de efluentes,

destacándose híbridos de *Salix matsudana* x *Salix alba* y de polinización abierta de *Salix matsudana* (Foto 5 y 6). Estos sistemas permiten realizar un tratamiento complementario de efluentes urbanos o industriales, y producir biomasa para ser utilizada como leña o chips que puede ser destinada a alimentar calderas y producir energía. Otra iniciativa es la rehabilitación en sitios donde existieron canteras de áridos y en vertederos de residuos sólidos urbanos.



Foto 5 y 6: Aplicación de sauce Los Arroyos, para fitorremediación, Patagonia Norte

▪ Sistemas silvopastoriles

Como otra innovación en la aplicación del sauce, en los últimos diez años se ha generado información sobre su uso en sistemas silvopastoriles (SSP), un esquema que hasta la actualidad estaba reservado a los álamos. Estudios realizados en la EEA Delta del Paraná demostraron que el uso de guías y barbados de híbridos mejorados constituye una buena opción para el establecimiento de las plantaciones, facilitando el ingreso anticipado del ganado vacuno de cría al sistema y generando así montes de reparo para el bienestar animal en un lapso relativamente breve ara estos objetivos.



Foto 7: Aplicación de sauce Yaguareté para sistemas silvopastoriles, Islas de San Fernando.

- Apicultura

Otra oportunidad interesante de uso no maderero del sauce que merece subrayarse es en apicultura. Con diferencias entre clones, los que producen más polen son Yaguareté INTA CIEF e Ibicuy, mientras que entre los sauces femeninos mejorados el de mayor producción florífera es el clon Lezama INTA CIEF.



Foto 8: Amentos masculinos con polen, sauce Yaguareté

El sauce-mimbre: primeros cultivares obtenidos por mejoramiento genético en Argentina

Adaptando la experiencia del programa de mejoramiento de sauces arbóreos, en la EEA Delta se desarrolló entre 2010 y 2022 una línea de mejora de mimbre, con el objetivo de ampliar la oferta clonal disponible para el sector. Como resultado, se seleccionaron cinco nuevos cultivares de mimbre. Tres de ellos (Marcos Sastre INTA, Don Patricio INTA, y Sarmiento INTA) son híbridos *S. viminalis* x *S. caprea*, mientras que Ave Fénix INTA y San Martín INTA pertenecen a la especie *S. viminalis*.



Foto 9: Banco de germoplasma en EEA Delta del Paraná INTA con los cinco primeros sauces-mimbre mejorados.

¿Qué horizonte hay en la mejora genética del sauce?

INTA continúa el proceso de evaluación de una nueva serie de clones experimentales que proveerán nuevos sauces para el sector en los próximos años. La selección focaliza en la producción de madera ampliando a otras aplicaciones, como los servicios ambientales. En una visión prospectiva, es fundamental tener una base genética amplia para asegurar la creación de opciones para el futuro. Asimismo, el mejoramiento debe atender a nuevas necesidades de la sociedad y profundizar en el conocimiento de rasgos adaptativos, que permita hacer frente a posibles nuevos escenarios, como los vinculados al cambio climático.

Para logra todos estos objetivos, es fundamental continuar y fortalecer el vínculo con instituciones públicas y del sector privado, a través de un ejercicio participativo que ha permitido el desarrollo de los resultados hoy disponibles.



Foto 10: Plantación de 3 años de sauce Carapachay, visita a campo con productores, Islas de San Fernando.

Participantes que trabajan en la experimentación materiales generados por el PMGS

De INTA: Sabrina Loval (EEA Delta), Esteban Thomas (EEA Alto Valle), Edgardo Casaubón (EEA Delta), Mauro Fernández (AER Delta Frontal), Pablo Pathauer (Instituto de Recursos Biológicos (IRB), Paula Ferrere (EEA 9 de Julio), Francisco Marraro Acuña (EEA Manfredi), Daniel Iurman (EEA Hilario Ascasubi), Atilio Segura (AER General Conesa), Andrea Garrido (EEA Chubut), Ivana Amico (EEA Esquel), Ezequiel Balducci (EEA Yuto), Susana Torales (IRB), Florencia Pomponio (IRB), Christian Tarnowski (EEA La Consulta), Sergio Romagnoli (AER Cipolletti), Manuel García Cortés (Agencia De Extensión Rural San Javier), Luis Fornés (INTA Famaillá).

De otras instituciones públicas y privadas: Virginia Luquez (UNLP), Gabriel Keil (UNLP), Eleana Spavento (UNLP), Jorgelina Grande (Papel Prensa), Marcos Jouanny (Papel Prensa), Esteban Montero (Sabores del Sur SRL), Ederra SA, Arauco SA, Grupo de Productores Los Arroyos, Grupo Viveristas del Delta, Cooperativa de Consumo, Forestal y Servicios Públicos del Delta Ltda y productores no nucleados en organizaciones.

B 4.1

CONOCER Y VALORAR LOS PRODUCTOS NATURALES: CUASINOIDES EN *Picrasma crenata* (PALO AMARGO), UN INSECTICIDA NATURAL

<https://www.argentinaforestal.com/2021/01/16/conocer-y-valorar-los-productos-naturales-cuasinoides-en-picrasma-crenata-palo-amargo-un-insecticida-natural/>



Autora: Viviana Spotorno

Instituto Recursos Biológicos. CIRN. INTA.



Autora: Micaela López

Instituto Recursos Biológicos. CIRN. INTA.



Autora: Sara Barth

Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo.
CR Misiones. INTA.



Autora: Paola González

Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo.
CR Misiones. INTA.

Las plantas contienen una enorme variedad de productos naturales. Esta diversidad de sustancias químicas, además de cumplir funciones fisiológicas en la planta y en la interacción con su ambiente, tiene un fuerte impacto en la cultura humana. Sus múltiples aplicaciones atraen a la investigación en distintas ramas. El interés se fija tanto en la identificación de principios activos, responsables de las propiedades de sus extractos, su estructura química, mecanismo de acción y origen biosintético; como también en la mejora de la eficiencia de su producción en cultivo y el desarrollo de nuevas formas de uso. Todo ello contribuye a la valoración de la especie vegetal de origen, desde un punto de vista cultural y económico.

Picrasma crenata es una especie nativa del dosel de la Selva Paranaense, su distribución abarca Brasil, Paraguay y noreste de Argentina, aunque en distinta densidad. Según la zona, es un arbusto o un árbol, con alturas de entre 5 y 20 m y un diámetro de 4 a 25 cm de dap definido como diámetro a 1,30 m de altura (figura 1). Debido a su explotación excesiva, la especie, tiene baja frecuencia de aparición, por lo que ha sido declarada en distintos países como extinta o en riesgo de extinción. Lamentablemente en Argentina aún no se han tomado medidas para su protección. Esta especie de importancia ecológica, social y productiva, se la conoce en la región como: palo amargo, cuasia, paraih, entre otros nombres, dependiendo de la zona considerada.



Figura 1. Palo amargo. Copa y fuste (izquierda), Hojas y frutos verdes (derecha). Oberá, Misiones.

Planta medicinal

Su importancia social radica en su utilización como planta medicinal: como antifebril, para el tratamiento de dolencias estomacales, y para control del paludismo. También es empleada como insecticida y antiparasitario. El extracto del tallo entero tiene poder insecticida y antiviral, y es su muy difundida su aplicación como pediculicida. Extractos del leño y la corteza son utilizados en la industria alimentaria como amargante en la composición de bebidas alcohólicas, aperitivos y en la elaboración de tinturas alcohólicas como sustituto de la Quassia amara (Nombre vulgar: amargo, cuasia), especie exótica, distribuida por una amplia zona de América Tropical, desde los 18° de latitud N en México hasta el norte de Sudamérica y el Amazonas brasileño.

En Misiones, la corteza y el leño, se extraen del monte nativo y no se ha logrado aún un protocolo viable para su cultivo a gran escala. Lograrlo minimizaría la explotación del recurso silvestre y generaría además beneficios sociales y económicos para los pequeños productores. Si bien, se ha avanzado en la propagación por semilla y vía agámica (esquejes), es necesario avanzar también

en el análisis del principio activo, que permite determinar la calidad del material a cultivar. El desafío es obtener un material de cultivo con alto rendimiento de las sustancias demandadas por la industria, y también descubrir nuevas aplicaciones comerciales para la especie. Esto aumentará el valor del recurso nativo y contribuirá a su conservación.

El tallo de *Picrasma* posee un alto contenido de cuasina, que se considera la sustancia más amarga encontrada en la naturaleza. Este principio activo y otros de la familia de los cuasinoides, han sido investigados por sus propiedades medicinales y por su acción insecticida. Además de cuasina, en *Picrasma* se han encontrado picrasmina (isocuasina, un isómero de igual composición mínima, masa molar, pero diferente estructura química), y neocuasina (figura 2).

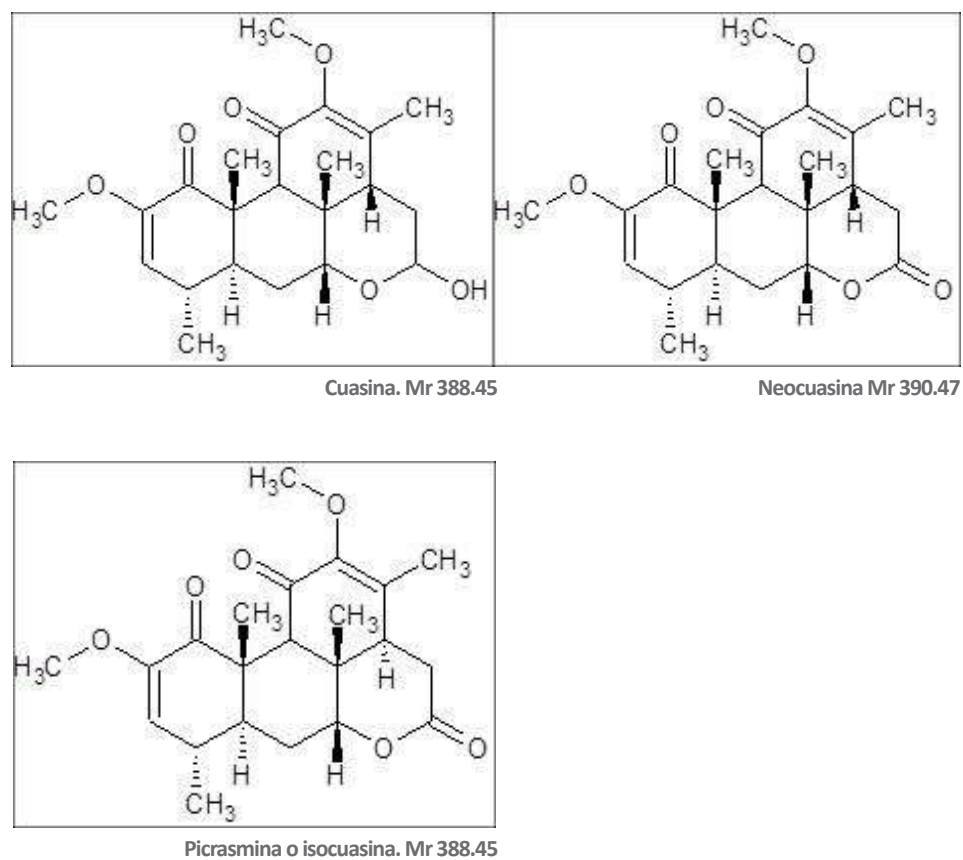


Figura 2: Principios activos en tallo de *Picrasma crenata*.

Una estrategia para maximizar el aprovechamiento integral de *Picrasma crenata*, consiste en extraer sus principios activos no de la corteza y el leño, sino de otros órganos como las hojas o los brotes, y así evitar la tala del árbol completo. Para ello se estudia la presencia de cuasinoides en distintas partes de la planta. La cuantificación precisa indicará también el momento de cosecha o la altura o exposición a la luz solar más conveniente, ya que los extractos de *Picrasma*, correspondientes a distintos compartimentos de la planta y sometidos a distintas condiciones de sombreado y de sol, presentan distintos perfiles químicos, distintas concentraciones.

La identificación de diferentes tipos de cuasinas requiere de técnicas muy complejas como la cromatografía líquida de alto rendimiento con espectroscopía de masas (HPLC-MS). Esta metodología separa los componentes de un extracto e identifica los compuestos por su masa molecular. Por HPLC-MS pudimos detectar distintos cuasinoides en muestras procedentes de los alrededores a la Estación Experimental de INTA Montecarlo, Misiones (figura 3). Finalmente, la presencia de cuasina, iso cuasina y neocuasina fueron confirmadas en muestras de tronco y de rama con sólo 20% de exposición al sol.

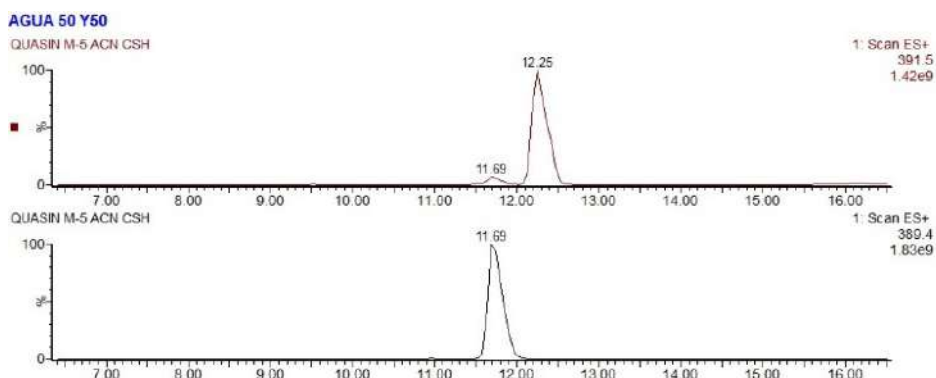


Figura 3: Cromatograma por HPLC-MS, donde se monitorea la presencia de neocuasina: $[M+1]^+ = 391 \text{ m/z}$ (arriba), y cuasina e isocuasina: $[M+1]^+ = 389 \text{ m/z}$ (abajo) en el extracto del tronco de *Picrasma crenata*.

Las plantas han evolucionado a lo largo del tiempo para defenderse del ataque de los insectos, para lo cual han desarrollado mecanismos de protección como la repelencia y la acción insecticida, que la ejercen metabolitos secundarios como los cuasinoides. Estos metabolitos son denominados aleloquímicos, les proporcionan una ventaja adaptativa, y pueden actuar como atrayentes, estimulantes, toxinas, repelentes o inhibidores de la alimentación o de la oviposición.

Por su actividad insecticida, un extracto de *Picrasma* o su principio activo purificado podría aplicarse en producciones de horticultura ecológica, como una herramienta amigable con el ambiente. Por ello estamos realizando estudios de estos extractos sobre en una plaga como la mosca blanca, o mosca de la fruta (figura 4). La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es temida debido a su elevado grado de resistencia a numerosos insecticidas y su tendencia a transmitir virus. Ha sido y es una plaga a controlar en los cultivos hortícolas, no sólo por los daños directos que causa, sino como vector para la propagación de enfermedades.





Figura 4. Pruebas de toxicidad directa. Mosca blanca (arriba izquierda), Placa de Petri con Agar y disco de hoja (arriba derecha), dispositivos para el ensayo de toxicidad directa (abajo). Colaboración con la Dra. Carmen Hernández del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola CICVyA INTA

Los ensayos de toxicidad directa son bioensayos empleados para reconocer y evaluar los efectos de los contaminantes sobre la biota. En los bioensayos se usa un tejido vivo, un organismo o un grupo de organismos, como reactivo para evaluar los efectos de cualquier sustancia fisiológicamente activa. En estas pruebas, básicamente, se exponen grupos de moscas a determinadas concentraciones del extracto por un tiempo determinado. Los insectos deben estar en buenas condiciones de salud, previamente aclimatados, y mantenidos durante el ensayo a condiciones ambientales constantes. Se dispone además de grupos control (no expuestos al tóxico). El siguiente paso es medir y registrar los efectos biológicos observados en cada uno de los grupos control y tratados, para posteriormente efectuar un análisis estadístico de los datos obtenidos.

Lo que diferencia el cultivo de plantas con aplicación medicinal o química, del cultivo tradicional son principalmente los criterios utilizados para evaluar la productividad y la calidad. En estos casos, la productividad y la calidad se expresan como porcentaje de ingrediente activo por peso de planta, y la cantidad de ingrediente activo cosechado por área es el objetivo de producción. **Tres factores determinan la composición y cantidad de principios activos presentes en las plantas: el factor genético, el factor ambiental y el factor ontogenético (es decir, el desarrollo del individuo desde la fecundación hasta la madurez y la reproducción).** Para controlar estos factores que determinan la productividad, así como las causas de variación de los principios activos, es necesario su adaptación al cultivo, y sólo podrán obtenerse resultados positivos considerando la variabilidad genética existente en las poblaciones naturales.

B 4.2

NUEVAS ESTRATEGIAS PARA MERCADOS EMERGENTES: BIORREFINERÍAS INTEGRADAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLETS Y PRODUCTOS DE ALTO VALOR

<https://www.argentinaforestal.com/2021/08/10/nuevas-estrategias-para-mercados-emergentes-biorrefinerias-integradas-para-la-produccion-de-pellets-y-productos-de-alto-valor/>



Autor: Nicolás Martín Clauser

Becario posdoctoral del CONICET y docente de la UNaM. Programa de Celulosa y Papel, Instituto de Materiales de Misiones (IMAM) de la UNaM y el CONICET



Autora: María Evangelina Vallejos

Investigadora Adjunta del CONICET y docente de la UNaM. Programa de Celulosa y Papel, Instituto de Materiales de Misiones (IMAM) de la UNaM y el CONICET



Autora: María Cristina Area

Investigadora Principal del CONICET y Profesora Titular de la UNaM. Programa de Celulosa y Papel, Instituto de Materiales de Misiones (IMAM) de la UNaM y el CONICET

La bioenergía en el mundo

La biomasa denominada técnicamente lignocelulósica incluye madera, paja, estiércol, hojas y bagazo de caña de azúcar y otros subproductos agro y foresto industriales. Es un combustible renovable de gran disponibilidad que contiene bajo contenido de azufre y cenizas en comparación con los combustibles fósiles. Es el tercer recurso energético en el mundo, después del carbón y el petróleo, siendo la principal fuente de producción primaria de energía para la mitad la población mundial (equivalente a 1250 millones de toneladas de petróleo). En el año 2017, la energía a partir de biomasa a nivel mundial fue 12,7% del total de la energía consumida. Se estima que 60% de la biomasa total se sigue empleando como fuente de calor en países en desarrollo usando métodos convencionales de baja eficiencia y alta contaminación ambiental. El consumo de energía ha aumentado considerablemente en los últimos años y se estima que para el año 2030 el consumo global podría crecer en un 40%. Sin embargo, la bioenergía moderna representa alrededor del 50% del total de la energía renovable en el mundo.

Las principales ventajas respecto a los combustibles fósiles son (i) la capacidad de absorber CO₂ durante el crecimiento y emitir la misma cantidad de CO₂ durante la combustión, (ii) reciclar el carbono atmosférico y (iii) no contribuir al efecto invernadero. Se considera que la combustión de biomasa es carbono neutro. La limitada utilización de la biomasa como fuente de energía más eficiente y con mayor valor agregado se debe a factores económicos, de disponibilidad y la falta de tecnologías que permitan resolver los problemas relacionados con su baja densidad aparente, alto costo de transporte y pérdidas durante el transporte.

Por este motivo, desarrollos recientes han puesto énfasis en tecnologías que permiten procesar diversos tipos de biomasa para su valorización como bio-combustibles sólidos (pellets, briquetas, otros), líquidos (bioetanol, combustible de aviación, biodiesel, otros) o gases (biogás, Syngas, hidrógeno, otros).

Los pellets son un tipo de combustible sólido renovable en forma de unidades cilíndricas o esféricas (diámetro: 6 a 12 mm y longitud: 10 a 30 mm). El consumo de pellets a nivel mundial ha crecido en los últimos años a una tasa de 14% anual. Debido a la pandemia de COVID-19, el mercado fue testigo de una reducción de la demanda y escasez de materias primas. Sin embargo, se espera que hasta el 2026, el mercado tenga una tasa de crecimiento del anual entre 3 y 7%.

Europa y Norte América son los principales productores de pellets, ambos representan casi 70% de la producción mundial. En América Latina existen sectores forestales y agroindustriales establecidos, con gran potencial para la producción de pellets a partir de los materiales no aprovechados o sub-aprovechados por esos sectores. En el año 2015, la producción de pellets en Argentina fue de 11.000 toneladas, y actualmente existen diversos proyectos para la producción de pellets, principalmente en la región NEA.



La biomasa “verde” suele contener alrededor del 50% de humedad. El proceso de producción de pellets comienza con el secado, lo que permite reducir la humedad de la biomasa a valores cercanos al 15% (producto final con un contenido de humedad inferior al 10%). Con esto se evita el sobrepeso en el procesamiento y se reduce la elasticidad del material. Considerando el proceso global, el secado es una de las etapas de mayor consumo energético. Luego se procede a la molienda, para obtener las pequeñas partículas que pasan al pelletizado, aplicando presión a la biomasa. Finalmente se realiza el enfriado y tamizado, en el cual se filtran los finos y se los introduce nuevamente en el proceso.

En la producción convencional de pellets se utiliza la biomasa sin ningún pretratamiento. Si bien el pelletizado de la biomasa mejora la densidad de la biomasa, es posible mejorar aún más la densidad del combustible y su poder calorífico. En este sentido, se han desarrollado tratamientos, principalmente con vapor, que permitan obtener productos de mayor rendimiento. Estas estrategias buscan mejorar la calidad de los pellets obtenidos, aumentando su densidad y poder calorífico, optimizando los rendimientos de los procesos. Si bien esta es una alternativa de valorización para los residuos generados por las industrias, existen alternativas de valorización en desarrollo que podrían significar un salto de calidad y valor en los esquemas convencionales de producción de combustibles sólidos.



Nuevas estrategias de valorización de la biomasa

Como una nueva estrategia, en los últimos años se han realizado estudios sobre la obtención de pellets a partir de materiales lignocelulósicos *pretratados*. Teniendo en cuenta que los materiales lignocelulósicos están compuestos principalmente por celulosa, hemicelulosas y lignina, la selección y aplicación de cada uno de estos pretratamientos depende de la materia prima que se desea tratar y de la fracción que se desea solubilizar y valorizar. Uno de los posibles pretratamientos tiene como objetivo la solubilización y aprovechamiento de los azúcares hemicelulósicos presentes en la materia prima. Dentro de los pretratamientos más comunes podemos mencionar el tratamiento hidrotérmico, la explosión de

vapor, tratamientos empleando ácidos y tratamientos con solventes, entre otros. Respecto a los productos que podrían obtenerse a partir de la fracción líquida proveniente del pretratamiento, existen diversas alternativas que dependen del tipo de materia prima y el tipo de azúcares que posee.

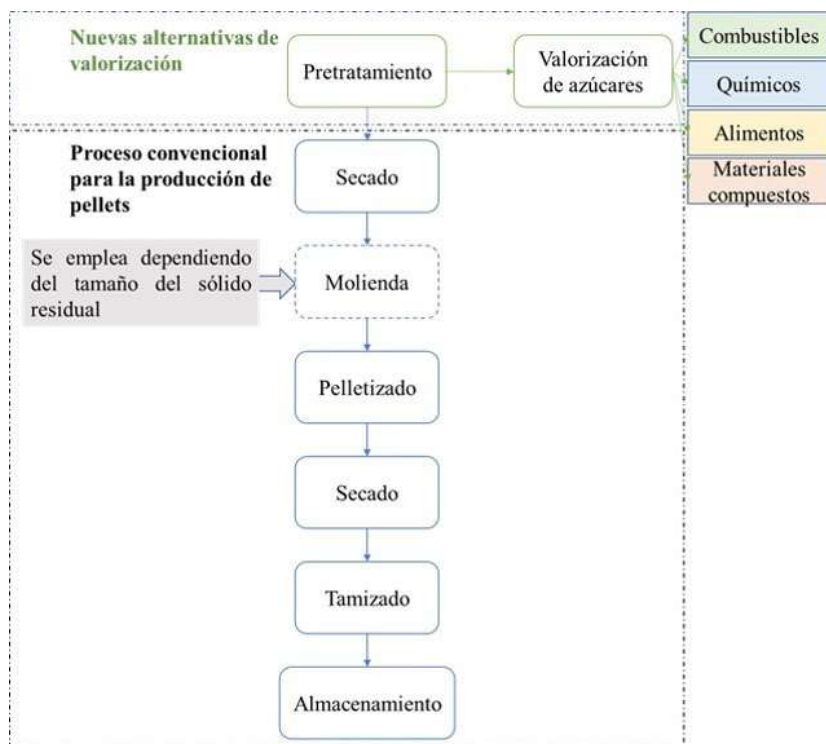


Figura 1. Esquema de valorización de biomasa en el contexto de una biorrefinería.

El costo de producción de los pellets a partir del material pretratado es mayor, debido a la menor cantidad de material disponible y a la mayor demanda energética para el secado inicial. Sin embargo, esto se ve compensado en las siguientes etapas del pelletizado ya que la energía requerida se reduce considerablemente. Además, el producto de la pelletización del material lignocelulósico pretratado posee mayor densidad, superior resistencia mecánica, mayor poder calorífico y menor contenido de cenizas.

En el caso de las industrias papeleras y azucareras, una biorrefinería integrada que aproveche en mejor forma los residuos generados para la producción de combustibles líquidos, sólidos y gaseosos, resultaría en una disminución considerable del consumo energético a partir de recursos fósiles.

Por otra parte, en los esquemas de biorrefinería y dependiendo de las particularidades del tipo de proceso involucrado (biológico, químico, otros), se generan diversos residuos sólidos en las diferentes etapas, por ejemplo, en la fermentación y sacarificación, entre otros. En este sentido, la alternativa de producir pellets en un esquema de biorrefinería permitiría, además, el aprovechamiento de estos residuos sólidos que en la mayoría de los casos son poco aprovechados.

Para reducir el riesgo de abastecimiento de pellets, deben considerarse las fluctuaciones de los precios en la cadena de suministro para determinar el riesgo de exposición financiera y permitir la adopción de contratos a corto y largo plazo entre quienes los producen y quienes los comercializan en diferentes países. Sin embargo, las fluctuaciones extremas producidas por los tipos de cambio en las monedas son difíciles de superar.



Estudios realizados en el marco del proyecto “Biorrefinerías del NEA”

Específicamente, en nuestro grupo del Programa de Celulosa y Papel del Instituto de Materiales de Misiones (UNaM-CONICET) estudiamos diversos esquemas de biorrefinería a partir de aserrín de pino, eucaliptus y bagazo de caña de azúcar. En particular, hemos realizado diversos estudios para analizar la producción de productos de alto valor a partir de la fracción hemicelulósica de la biomasa, como ácido levulínico, ácido fórmico, furfural, xilitol, bioetanol, incluyendo como una opción la producción de pellets a partir del sólido pretratado.

En el caso del aserrín de pino, usamos un pretratamiento ácido para la separación hemicelulosas y determinamos que se pueden producir alrededor de 100 kg de productos químicos (ácido levulínico, ácido fórmico y furfural) más aproximadamente 750 kg de pellets por tonelada de aserrín pretratado. Con el mismo esquema de producción, pero implementando la alternativa de integrar energéticamente el proceso mediante el uso de una parte del material sólido pretratado para generar vapor de proceso, se produce la misma cantidad de químicos y unos 100 kg de pellets por tonelada de aserrín pretratado, pero se consigue una mejora en la economía global del proceso.

Cuando aplicamos un esquema similar al bagazo de caña de azúcar, pero empleando un pretratamiento con agua caliente debido a la naturaleza química de las hemicelulosas, determinamos que es posible producir más de 90 kg de xilitol (un edulcorante natural de alta demanda) y alrededor de 880 kg de pellets por tonelada de materia prima.

En cualquier caso, las inversiones necesarias para el desarrollo de estos procesos a escala industrial varían considerablemente dependiendo del esquema de biorrefinería seleccionado y la capacidad de producción. Sin embargo, los resultados obtenidos a partir de los análisis técnico-económicos evidencian que la alternativa de pretratar el material antes del pelletizado y valorizar la fracción de azúcares hemicelulósicos es muy atractiva económicamente y tiene ventajas adicionales, como el desarrollo de polos industriales diversificados y geográficamente dispersos.

B 4.3

LA VALORIZACIÓN EN CASCADA DE LA BIOMASA LIGNOCELULÓSICA COMO UNA DE LAS CLAVES PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR

<https://www.argentinaforestal.com/2021/08/29/biomasa-lignocelulosica/>



Autor: Nicolás Martín Clauser

Becario posdoctoral del CONICET y docente de la UNaM. Programa de Celulosa y Papel, Instituto de Materiales de Misiones (IMAM) de la UNaM y el CONICET



Autora: María Evangelina Vallejos

Investigadora Adjunta del CONICET y docente de la UNaM. Programa de Celulosa y Papel, Instituto de Materiales de Misiones (IMAM) de la UNaM y el CONICET



Autora: María Cristina Area

Investigadora Principal del CONICET y Profesora Titular de la UNaM. Programa de Celulosa y Papel, Instituto de Materiales de Misiones (IMAM) de la UNaM y el CONICET

La necesidad de aprovechar de manera eficiente los recursos naturales renovables ha generado nuevos enfoques de valorización de diversos tipos de materiales lignocelulósicos disponibles en cada región de nuestro país. Estos enfoques deberían estar alineados con los objetivos de los conceptos de bioeconomía y economía circular para contribuir con el desarrollo sostenible de las regiones, teniendo en cuenta el entorno geográfico y los recursos humanos, económicos y ambientales disponibles para que se mantenga en el tiempo. En el Noroeste Argentino (NEA) hay una importante cantidad de biomasa lignocelulósica sub-aprovechada y de bajo costo, proveniente de la agroindustria y forestoindustria. Particularmente nos referiremos a subproductos de madera, como ramas, despuntes, corteza, aserrín, virutas, etc.

Los materiales lignocelulósicos se componen principalmente de polímeros naturales (celulosa, hemicelulosas y lignina) acompañados de otros componentes que se encuentran en menor proporción (proteínas, extractivos y minerales inorgánicos). La tendencia mundial es el desarrollo de diversas estrategias para el aprovechamiento de materiales lignocelulósicos a través de las plataformas de biorrefinería. En este marco puede combinarse la producción energética (vapor, pellets, etanol, entre otros), alimentos (xilitol, jarabes, sorbitol, entre otros), químicos (ácidos, furfural, entre otros) y otros productos de alto valor. Estas estrategias dependen del tipo de materia prima, la proporción y composición química de sus principales componentes (hemicelulosas, celulosa y lignina), la disponibilidad local y regional, y las condiciones socioeconómicas de la región, entre otros factores.

Valorización en cascada de materias primas lignocelulósicas

Las estrategias de valorización de la biomasa lignocelulósica han evolucionado considerablemente en la búsqueda de esquemas tecnológicos más eficientes y sustentables que maximicen los beneficios económicos y minimicen el impacto ambiental de su procesamiento. Una de estas estrategias es el denominado “uso en cascada”.

En este caso, teniendo en cuenta las características de cada materia prima, se separan los diferentes componentes de la biomasa lignocelulósica aplicando más de una etapa cronológicamente secuencial y luego cada uno de estos componentes se utiliza individualmente para producir distintos productos de alto valor. Los subproductos y desechos de un proceso de producción se utilizan para alimentar otros procesos de producción o para energía. Así, únicamente los residuos no aprovechables en otros usos se convierten en energía y también los productos al final de su ciclo de vida, lo que también tiene en cuenta el potencial de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Las biorrefinerías pueden contribuir así a los principios de una “sociedad sin desperdicios”.

La intención es que el uso en cascada de la biomasa contribuya a una mayor eficiencia en el uso del recurso, reduciendo la presión sobre el medio ambiente. Esto permite utilizar estas materias primas de manera eficiente y completa, produciendo una diversa gama de los productos y minimizando los residuos.

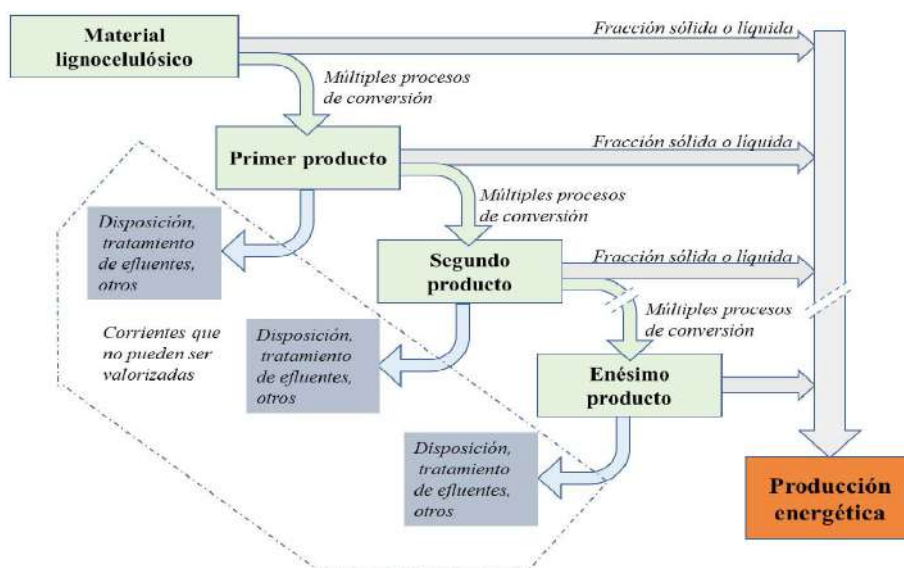


Figura 1. Valorización de biomasa en cascada.

Existen varias clasificaciones del uso en cascada de la biomasa. Por ejemplo, centrándose en los productos, algunos estudios diferencian el uso en cascada de una etapa, en el cual la biomasa se usa para un producto final y este producto final se usa directamente para la producción energética, y de múltiples etapas, donde la biomasa se emplea para producir un producto final y este producto final se utiliza al menos una vez más como material, antes de emplearse para la producción energética.

Adicionalmente, algunos autores distinguen tres enfoques de uso en cascada. El primero, *cascada en tiempo*, que consiste en el uso secuencial de la biomasa, pero teniendo en cuenta, además, el uso, reúso y reciclaje de los productos obtenidos. En el segundo, *cascada en valor*, se busca el esquema que brinde la máxima valorización de la biomasa. El tercer enfoque, *cascada en función*, busca optimizar la coproducción, es decir, la generación de la mayor variedad de productos. Posteriormente a este último enfoque suele aplicarse un enfoque en valor o en tiempo.

Las diversas metodologías existentes para el diseño de procesos empleando un enfoque en cascada dependen principalmente del alcance geográfico (regional, global, otro) y de la información disponible sobre los requerimientos tecnológicos y los procesos involucrados. Normalmente se emplean modelos matemáticos y métodos holísticos, entre otros, con el objetivo de obtener indicadores que permitan determinar el potencial del esquema analizado.

Si bien hay pocos antecedentes de biorrefinerías enfocadas en el uso en cascada de la biomasa, se han realizado diversos estudios sobre biorrefinerías multiproductos y biorrefinerías integradas para la valorización de la biomasa, que pueden ser la base para un diseño de procesos que contemple el uso en cascada y permita comparar y determinar indicadores económicos, sociales y ambientales.



Potencialidad y desafíos de la producción en cascada

Las biorrefinerías deberían adoptar un enfoque en cascada para el uso de sus insumos, favoreciendo los productos de mayor valor agregado y recursos eficientes, como los bioproductos y los biomateriales, en lugar de la bioenergía.¹ La industria forestal permitiría una utilización de flujo lateral altamente eficiente y en cascada debido a su infraestructura bien desarrollada y experiencias en cascada en la industria de pulpa y papel. Sin embargo, es necesario superar las barreras de la política y legislación de bioenergía y biocombustibles, que solo respalda el uso energético de la biomasa y no el uso en cascada.² Este problema es claro en Argentina y en algunas provincias, como Misiones.

La utilización en cascada de los componentes extraídos de los materiales lignocelulósicos permitiría la producción de productos de alto valor a partir de cada componente, entre otros:

- Pulpa de disolución, nanocelulosa, adhesivos, recubrimientos y productos químicos a partir de la celulosa.
- Azúcares fermentables, moléculas para la síntesis de productos químicos de mayor valor, biofilmes, y carriers de uso farmacéutico a partir de las hemicelulosas.
- Fibras de carbono, bioplásticos, y productos químicos a partir de la lignina.
- La aplicación a escala comercial de las biorrefinerías de biomasa lignocelulósica requiere resolver los desafíos relacionados a la demanda de energía, el costo de capital y la eficiencia de los procesos. Algunos aspectos que se tienen que considerar en este sentido son:
 - La optimización de los pretratamientos según la composición química, características y tipo de biomasa lignocelulósica.
 - La elaboración de modelos de uso en cascada para la selección de la biomasa apropiada para los diversos productos según sus valores de mercado.
 - El diseño de procesos integrados para el aprovechamiento de la biomasa teniendo en cuenta la interdependencia de los procesos y los aspectos económicos de los productos y sus mercados.

¹Carus, M., Dammer, L., Essel, R., Quo vadis, cascading use of biomass? Hürth (Germany), March 2015.

²Expert Group Report Review of the EU Bioeconomy Strategy and its Action Plan, European Union, 2017. https://gbs2018.com/fileadmin/gbs2018/Downloads/Expert_group_report.PDF

- Además, para la implementación eficaz del concepto de uso en cascada, es necesario tener en cuenta algunos aspectos importantes:
- En contraste con el apoyo político que han recibido en los últimos años la bioenergía y los biocombustibles, los bioproductos y biomateriales han quedado relegados.
- Las cadenas de suministro de materias primas deberían fortalecerse, comenzando por los productores y transportistas.
- Para el caso de los biocombustibles, se ha generado infraestructura de clasificación de residuos y su tratamiento. Para el caso de los bioproductos y biomateriales debiera actuarse de la misma manera.
- Es imprescindible concientizar a los consumidores y la industria respecto a las posibilidades y beneficios sobre nuevos los bioproductos y biomateriales que podrían obtenerse en estas plataformas.

Políticas para el uso en cascada

Varios estudios han analizado el marco de políticas que promueve el uso en cascada de la madera, llegando a la conclusión de que es necesario armonizar las medidas legislativas sobre disponibilidad y uso de los recursos, desarrollar métodos estandarizados para la clasificación de materiales, clasificación de productos y nomenclatura empleada en el área de bioeconomía, entre otras.

Finlandia, Alemania, Suiza, Francia y Austria son algunos de los países que han analizado el principio de uso en cascada desde una perspectiva política, proponiendo lineamientos que promuevan su aplicación. En Europa, una de las acciones de la Comisión para la implementación de los objetivos de la Estrategia de Bioeconomía de la Unión Europea, basadas en el Séptimo Programa Marco (7PM), Horizonte 2020 y las Asociaciones Europeas para la Innovación (EIPs), buscó promover el establecimiento de redes con la logística necesaria para las biorrefinerías integradas y diversificadas, las plantas piloto y demostrativas, el uso en cascada de la biomasa y los flujos de residuos.³

En Argentina, en los últimos años se han desarrollado lineamientos en el área de bioeconomía.

En 2012 se creó el Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa PROBIOMASA, entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, y la Secretaría de Gobierno de Energía del Ministerio de Hacienda, con la asistencia técnica y administrativa de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).⁴ “El Proyecto tiene como objetivo principal incrementar la producción de energía térmica y eléctrica derivada de biomasa a nivel local, provincial y nacional, para asegurar un creciente suministro de energía limpia, confiable y competitiva y, a la vez, abrir nuevas oportunidades agroforestales, estimular el desarrollo regional y contribuir a mitigar el cambio climático.” Pese a que una de sus líneas de acción es “Generar valor agregado impulsando la creación de biorrefinerías para la producción integrada de alimentos, energía y químicos”, el Proyecto PROBIOMASA, ha realizado importantes

³European Commission, COM (2012) 60 Final. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe Strategy for “Innovating for Sustainable Growth: A bioeconomy for Europe” Brussels, 13.2.2012.

⁴UTF/ARG/020/ARG - Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa – PROBIOMASA, <http://www.probiomasa.gob.ar/sitio/es/>

acciones de concientización, capacitación y apoyo sobre todo para la concreción de emprendimientos energéticos.

En 2018, “en línea con la tendencia mundial hacia el reemplazo de los recursos combustibles fósiles por recursos biológicos renovables, el Ministerio de Agroindustria creó hoy la Comisión Nacional Asesora en Biomateriales (COBIO-MAT)”, dada la identificación de “una gran oportunidad para desarrollar la cadena de valor de los biomateriales, que va desde la investigación y el desarrollo necesarios para el aprovechamiento de la materia prima hasta las herramientas de identificación y promoción del producto ante el consumidor. Pasando también por aspectos importantes como la estrategia de aprovechamiento inteligente de la biomasa e incluso el diseño industrial como herramienta para potenciar el agregado de valor e industrialización.”⁵

Si bien estas iniciativas favorecen indirectamente a la estrategia de producción en cascada de la biomasa lignocelulósica, aún no se han desarrollado lineamientos integrados que lo propicien.

Comentarios finales

Para optimizar la valorización de la biomasa forestal debiera propiciarse su uso en cascada. Esto significa priorizar el uso de la biomasa para obtener bioproductos o biomateriales y utilizarlos como energía solamente cuando no exista una opción de mayor valor.⁶

Las cascadas solo se establecen si tienen sentido económicamente, pero la economía está influenciada tanto por factores comerciales como por el apoyo público (por ejemplo, a través de incentivos políticos). Hay una fuerte impresión de que mientras la bioenergía esté fuertemente subsidiada, es altamente improbable que se establezcan o mejoren cascadas más efectivas.

Al considerar el uso en cascada, es extremadamente importante tener en cuenta las interrelaciones entre la recolección de la biomasa y las políticas de manejo, las medidas de secuestro de carbono, las estrategias de manejo en el bosque, las estrategias de eficiencia de recursos y las políticas energéticas, ya que son complejas e influyen entre sí. Por lo tanto, la implementación del uso en cascada de la madera no es un debate unidimensional sino todo un conjunto de interacciones de políticas complejas. La armonización de políticas aún debe permitir un espacio para cada situación única del país en términos de disponibilidad y utilización de la madera. Los ejemplos positivos de sistemas en cascada y de reciclaje muestran que la concientización y aceptación del público es clave.

Las inversiones en bioeconomía brindan oportunidades prometedoras para el desarrollo de las economías locales y globales. La implementación de industrias de base biológica puede desencadenar la creación de empleo, desarrollar áreas rurales y, en consecuencia, mejorar las economías locales. **La creación de biorrefinerías puede permitir que las pequeñas instalaciones generen productos de base renovable adicionales y nuevos mientras se utiliza la materia prima disponible en la región.** El diseño de biorrefinerías es un estudio complejo que incluye una gran cantidad de posibilidades de producción para lo cual se debe tener en cuenta el tipo de materias primas, tecnologías,

⁵Se creó la Comisión Nacional Asesora en Biomateriales, 26/04/2018, https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/prensa/index.php?accion=noticia&id_info=180426135948

⁶Consultoría para el desarrollo de nuevos productos foresto-industriales en la Argentina. La sostenibilidad como un instrumento de desarrollo de sectores productivos estratégicos. RND/CAR - Banco Interamericano de Desarrollo. Informe de María Cristina Area con la colaboración de María E. Vallejos; Nicolás M. Clauser; Laura G. Covinich; Giselle González. Abril 2019.

productos, contexto, caminos de transformación, aspectos logísticos y sociales, políticas y leyes. La definición de contexto y ubicación permitiría el desarrollo de soluciones locales. Los incentivos gubernamentales actuales, principalmente para la generación de bioenergía, hacen que avanzar en estrategias de producción en cascada sea una opción muy atractiva.

En los últimos años la producción y el uso de materiales lignocelulósicos ha crecido considerablemente y se estima que continuará aumentando en los próximos, a pesar de que la disponibilidad ha disminuido debido a la pandemia ocasionada por el COVID-19. En los próximos años se prevé una demanda creciente de recursos forestales para materiales y energía. En general, las consideraciones conceptuales y las aplicaciones prácticas de la cascada son muy populares en el sector de la madera, estimándose que la adopción del uso en cascada podría ayudar a moderar el impacto de esta demanda, debido a un uso más eficiente de los recursos.

B 4.4

EL UBAJAY, UN RECURSO FORESTAL NO MADERABLE SUBUTILIZADO CON GRAN POTENCIAL DE DIVERSIFICACIÓN Y PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

<https://www.argentinaforestal.com/2022/07/19/el-ubajay/>



Autor: Ignacio Povilonis

Universidad de Morón (UM) y CONICET



Autora: Miriam Arena

Universidad de Morón (UM) y CONICET



Autora: Silvia Radice

Universidad de Morón (UM) y CONICET

El ubajay (*Hexachamis edulis*), un recurso forestal no maderable subutilizado.



Quizás el lector haya escuchado el nombre Ubajay en referencia al pueblo entrerriano ubicado sobre la ruta nacional 14. Lo cierto es, que el pueblo debe su nombre al árbol del ubajay: un frutal comestible endémico del NEA; aunque también, está ampliamente distribuida en áreas tropicales y subtropicales de Sudamérica. Precisamente, desde el Bosque Atlántico se extiende por los ríos Paraná y Uruguay. Incluso, existen referencias en la Selva Paranaense y río Paraguay. En nuestro país se encuentra en las provincias de Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Santa Fe, Formosa y Chaco.

Fue bautizado como *iva hay* por los guaraníes, y al probarlo se puede comprobar su significado etimológico, el cual se traduce como “fruto ácido”. Sin embargo, esto no es necesariamente siempre así, su sabor, así como otros atributos sensoriales, cambian de árbol en árbol. De esto, se deduce que el fruto del ubajay no es apto para timoratos.

En una rueda de degustación pudimos construir la siguiente afirmación: “El fruto del ubajay es parecido a una ciruela amarilla de apariencia jugosa y medianamente carnosa; suave y afelpado al tacto, con aroma genuino algo similar al durazno y sabor ácido”. Claro está que esto puede variar con el momento de cosecha, el sitio, el ejemplar y por supuesto la apreciación subjetiva de quién lo degusta. Y para aquellos que buscan algo más dulce también lo pueden encontrar en el ubajay; dada su gran variabilidad fenotípica -es decir la variación de sus rasgos o características observables y mensurables- también se encuentran frutos notablemente más dulces. Sabemos que ha sido recolectado y consumido por guaraníes y mocovíes, lo cual indica algún atractivo, pero no hay referencias de su cultivo y no está domesticado; es decir, no hay una variedad “dulce”, “para jugo” o “criolla” de ubajay.



Una cuestión que no deja de despertar curiosidad es el desconocimiento generalizado de las especies comestibles. De unas 300.000 especies de plantas potencialmente comestibles en el mundo sólo utilizamos unas 200 y a su vez de esas 200 sólo 15 explican el 90% de la energía alimentaria que consumimos.

¿Por qué en vista de tanta diversidad nos conformamos con tan poco? Algunas respuestas, que merecen continuar su discusión, explican que las especies que consumimos hoy están asociadas a aquellas que domesticamos hace más de 12.000 años allí por el Neolítico y en adelante. Las más exitosas, a su vez, son aquellas que tienen una forma de reproducción sencilla como las anemófilas y entomófilas (especies que se polinizan por viento e insectos, respectivamente). Y si bien otra limitante de las especies no domesticadas es que pueden contener metabolitos secundarios (compuestos sintetizados por la especie) que son tóxicos para nuestro organismo, esto puede ser revertido y hoy es más factible su adopción.

Entre tantas especies subutilizadas ¿Por qué el ubajay?. Hay muchas especies subtropicales atractivas por su potencial como alimento funcional. Incluso, de la misma familia (*Myrtaceae*) encontramos la pitanga, el arazá, el guaviyú o los guayabos, entre muchísimas otras. Las motivaciones de su estudio radican en su vasta presencia en los márgenes de los ríos Uruguay y Paraná y por ende en su adaptación al ambiente, en el gran tamaño de su fruto en comparación con otros de la misma familia, en resultados promisorios obtenidos en trabajos previos y en su versatilidad para su utilización como producto forestal no maderable, además de ser nativo de Argentina.

La especie es sin dudas prominente debido a todos sus usos potenciales. Por ejemplo, las infusiones de hojas en tisanas, o incluso en el mate, son utilizadas para el tratamiento de bronquitis, tos, tos ferina y además para el tratamiento de la diabetes. En éste último caso el extracto de hoja provoca una respuesta significativa en los niveles de glucosa en sangre debido a su rico contenido en flavonoides y taninos. A su vez, las hojas del ubajay son recomendadas como tratamiento médico para reducir la hiperuricemia.

Por su parte, el consumo del fruto favorecería el combate de cálculos renales, además de su funcionalidad preventiva dada por su perfil nutracéutico –combina propiedades nutritivas y beneficiosas para la salud-, sobre el cual aún estamos profundizando los estudios para comprobar sus efectos. Entre otras variables, el fruto maduro se destaca por su concentración de carotenoides, en promedio se obtuvo un valor de 706 µg de carotenoides por cada gramo de peso seco del fruto. El consumo de éstos compuestos carotenoides tienen efectos beneficiosos para la salud humana, incluida la protección contra el cáncer y enfermedades cardiovasculares, afecciones asociadas con el envejecimiento y al estrés oxidativo y previene la degeneración macular.

Una especie de producción comestible

De todo lo expuesto decanta nuestro objetivo: quitar de la lista a una de las cientos de miles de especies subutilizadas y agregarla -para su uso sostenible- a la lista de cultivos. Para alcanzar este objetivo el grupo de investigación aborda estudios de variabilidad que se concentran en poblaciones de individuos localizados en la provincia de Entre Ríos. Puntualmente, en Concordia, en el Parque Nacional El Palmar y en Gualeguaychú se observan rasgos morfológicos, genéti-

cos, fisiológicos y químicos que se estudian durante al menos tres años. A su vez, se aísla la variabilidad ambiental dada por las condiciones meteorológicas de cada temporada y las características edáficas (de suelo), para obtener genotipos (árboles) candidatos para su multiplicación y posterior cultivo.

Parte de estos estudios son financiados por la Universidad de Morón y por el FONCYT a través de diversos proyectos de investigación.

Paralelamente estamos estudiando la conservación poscosecha, pruebas de reproducción agámica (clones de un mismo individuo), caracterización del ciclo de floración, pruebas de polinización, el seguimiento de la formación y el crecimiento del fruto como así también la época de maduración (octubre a diciembre) y su perfil de carotenoides, fenoles, poder antioxidante, fibras, carbohidratos, ácidos orgánicos, cationes, sólidos solubles y acidez total titulable.



Es importante destacar la red de colaboración que se ha trazado en torno a este proyecto. Los resultados de éstos estudios son consecuencia del trabajo en equipo entre la Universidad de Morón, CONICET, Productores regionales (p.e.: Pampa Azul), INTA Concordia, Reservas privadas (p.e.: El Potrero de San Lorenzo), Administración de Parques Nacionales, Viveristas, PLAPIQUI, Universidad de Florencia (Italia), Universidad de Lomas de Zamora y Universidad de Buenos Aires, entre otras instituciones.

Finalmente, estos estudios serán un aporte fundamental para la conservación, posterior mejoramiento y aprovechamiento sustentable de esta especie, hecho que permitirá generar nuevas alternativas productivas a las actividades agropecuarias y forestales, no solo en el área de influencia de la especie, sino también en otras regiones. Estos estudios despertarán el interés de los productores que buscan adecuar sus agroecosistemas hacia la producción sostenible y ser una alternativa de diversificación, hecho que trae ventajas en términos de servicios ecosistémicos y nuevas posibilidades de comercialización.

Este libro digital puede ser aprovechado por diferentes lectores vinculados a la cadena de valor foresto-industrial y todo aquel que se interese por conocer cómo se trabaja en el país en investigación, por el sector forestal próspero, innovador y sostenible.

Llevar la Ciencia a la sociedad es parte de nuestro reto. El conocimiento generado tiene un valor social ya que lo que publicamos tiene incidencia en la transformación cotidiana de la comunidad. Desde esta perspectiva la REDFOR.ar y ArgentinaForestal.com están ocupando un espacio que consiste en socializar resultados de las investigaciones, que muchas veces incluso generan debate entre las mismas disciplinas, debido a las visiones diferentes.

Comunicar a la comunidad es fundamental en la sociedad actual, pero no es una tarea fácil. La comunicación de conocimiento científico debe ser claro y accesible. Esto significa usar un lenguaje amigable de tal manera que aseguremos la transmisión e interpretación del mensaje al público destinatario.

Queremos destacar que la alianza REDFOR.ar- AF está fortalecida. La Red de Ciencia y Tecnología Forestal se creó en junio de 2016 reuniendo a las principales instituciones de investigación forestal de Argentina, con la misión de articular las capacidades científico-técnicas existentes en Argentina para atender las demandas del sector foresto-industrial del ámbito público y privado, en forma colaborativa e interdisciplinaria. AF es un medio digital especializado y general de toda la cadena productiva, abarcando segmentos que muchas veces no se conocen entre sí. El acuerdo entre la REDFOR.ar y AF con la generación de los dos libros Ciencia y Tecnología Forestal en la Argentina es una prueba de que estamos logrando ese diálogo fructífero en el cual podemos hacer conocer nuestro trabajo e ideas.

Ana María Lupi y María Cristina Area, Comisión de Comunicación de la REDFOR.ar
Patricia Escobar, Editora y periodista de ArgentinaForestal.com

Ciencia y Tecnología Forestal en Argentina

