



Actas del
IX FORO ECOVALLE

Los paisajes de valles de América Latina en tiempos de cambios



Leonardo A. Datri | Ivonne Orellana | Luciano Boyero
(Editores)



Facultad
de Ciencias Naturales
y Ciencias de la Salud



UFLO
UNIVERSIDAD

UFLO Universidad

Rectora

Arq. Ruth Fische

Vicerrectora de Docencia e Investigación

Dra. Analía Verónica Losada

Laboratorio de Ecología de Bordes

Director

Dr. Luciano Boyero

2025- 118 pág.; 21 x 29,7 cm.

ISBN: 978-987-710-131-7

DOI: 10.63790/978-987-710-131-7

Edición: Hernán Cortés

Diseño de portada: Cecilia Kowalewicz

Maquetación: Cecilia Kowalewicz

© Editorial de la Universidad de Flores, 2025

Diciembre de 2025

La reproducción total o parcial de este libro, en cualquier forma que sea, idéntica o modificada, no autorizada por los editores, viola los derechos reservados; cualquier utilización debe ser previamente solicitada.

Actas del IX Foro Ecovalle : los paisajes de valles de América Latina en tiempos de cambio /

Leonardo Datri ... [et al.] ; Compilación de Leonardo Datri ; Ivonne Orellana ; Luciano Boyero. -

1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad de Flores, 2025.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-987-710-131-7

1. Ecología. 2. Medio Ambiente. 3. Biología. I. Datri, Leonardo II. Datri, Leonardo, comp. III. Orellana, Ivonne, comp. IV. Boyero, Luciano, comp.

CDD 577

Índice

Comité Científico Evaluador del IX Foro Ecovalle	7
Prólogo	8
Leonardo A. Datri e Ivonne Orellana	
Aportes al conocimiento en restauración de humedales urbanos: experiencias en Bogotá, Colombia	10
Byron Calvachi Zambrano	
Para no olvidar: ¿por qué las ciudades de la Patagonia crecen a lo largo de los ríos?	21
Leonardo A. Datri, Micaela López, Mario Robertazzi, Luciano Boyero, Hernán A. López, Santiago Machado, Victoria Chávez, Luz Sánchez, Mirna Artaza, Fernanda Gauna y Rafael Maddio	
Uso de aceites esenciales en la sanidad apícola: ensayo de laboratorio en el noroeste de la Patagonia	38
Brenda D. Freeman, Carolina A. Amaturi, Rosa M. Manzo y Susana Rizzuto	
Polinizadores de los sauces del río Chubut	46
Graciela Jaramillo, Ivonne Orellana y Danielle Anjos-Santos	
Diversidad florística, actualización nomenclatural, distribucional actual y de las licofitas (Lycopodiopsida) y helechos (Polypodiopsida) de Neuquén, Argentina	53
Hernán A. López, Marcelo Arana, Leonardo A. Datri, Eliana Miranda Pazcel, Mario Robertazzi y Maira Krasler	
Kolümamüll: el caso de la cofacilitación del Bosque de Arrayanes. Una facilitación regenerativa e intercultural	67
Pablo Lumerman	

Perspectiva histórica del aporte del sauce criollo al poblamiento de Chubut	73
Ivonne Orellana y María Marta Novella	
Infraestructuras híbridas de soluciones basadas en la naturaleza en diálogo con el conocimiento ancestral en Tekoa Itakupé, tierra indígena de Jaraguá	82
Riciane Maria Reis Pombo y Pedro Roberto Jacobi	
Análisis cartográfico de riesgos y amenazas del cambio climático en la localidad de Cipolletti	92
Viviana Vanesa Simón, Angelina Lidia Illescas, Silvina Desirée Pezullo y Luis Raúl Callejas Rodríguez	
Experiencia de restauración luego de la remoción del sauce híbrido frágil en ecosistemas ribereños del nordeste de Patagonia	100
María del Milagro Torres, Melisa Blackhall y María Andrea Relva	
Relación entre diámetro y edad de dos sauces del río Chubut	110
Agustín Williams, Ivonne Orellana, Sandra Bucci y Mariano Amoroso	

Comité Científico

Evaluador del IX Foro

Ecovalle

Dr. Leonardo Datri

Laboratorio de Ecología de Bordes – UFLO Universidad, Argentina

Dra. Micaela López

Laboratorio de Ecología de Bordes – UFLO Universidad

Lic. Eliana Miranda Pazcel

Laboratorio de Ecología de Bordes – UFLO Universidad

Dra. Ivonne A. Orellana

Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud –
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina

Dra. Laura Acheritobehere

Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud –
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina

Dra. Susana Rizzuto

Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud –
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina

Lic. Agustín Williams

Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud –
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina

Prólogo

Leonardo A. Datri e Ivonne Orellana

La promoción de la protección de las funciones ecológicas y sociales de los valles es vital y conlleva un esfuerzo por desarrollar una comprensión de su valor como refugio de la biodiversidad y la protección de la biota imprescindible para sostener la calidad del agua, al tiempo que representan espacios y recursos para la sociedad. Esto se vuelve especialmente importante en contextos de valles intermontanos o esteparios, donde constituyen la principal fuente de recursos y agua. También son áreas sujetas a un alto riesgo ambiental por inundaciones, aluviones y por facilitar la propagación de vectores zoonóticos de enfermedades. Solo la inteligencia colectiva, con enfoques interdisciplinarios y pluriculturales, puede generar las alternativas y promover las acciones de manejo de humedales urbanos que favorezcan su integración urbana, periurbana y rural.

Bajo los principios de decisiones basadas en datos, soluciones basadas en naturaleza y sustentabilidad urbana se compartieron abordajes multidisciplinares y plurisectoriales para la integración de paisajes urbanos y rurales en valles fluviales, lacustres o intermontanos. A fines de 2024 nos reunimos en Neuquén con base en la experiencia de integración de humedales de Chile, Argentina, Costa Rica, Brasil y Colombia, intentando colaborar y ser partícipes en la construcción de una mirada latinoamericana que resulte superadora del tradicional abordaje de otras jornadas Ecovalle previas. Las experiencias expuestas representan acciones sobre humedales urbanos con datos espaciales que promuevan el análisis y el debate de las formas de replicación. Ecovalle 2024 estuvo destinado a coordinar esfuerzos y trabajos de diversos actores sociales y científicos en el desarrollo de un modelo de integración de las ciudades y sus áreas rurales en paisajes de valles de Latinoamérica.

A pesar de la difícil situación que atraviesa la ciencia en nuestro país, nos reunimos para compartir experiencias y estudios que vienen trabajando paisajes de valles e infraestructuras verdes y azules urbanas y rurales latinoamericanas. Desde un enfoque de corredores bioculturales, promovemos la continuidad espacio-temporal de los procesos ecológicos en contextos urbanos y rurales. En este sentido,

consideramos relevante incluir los conocimientos, las prácticas y expresiones culturales de las poblaciones que viven en estos territorios urbanos y rurales, dado que la biodiversidad y la diversidad cultural expresan simultáneamente varios de sus atributos de la configuración del paisaje y la forma particular en la que se relacionan con sus sociedades.

Aportes al conocimiento en restauración de humedales urbanos: experiencias en Bogotá, Colombia

Byron Calvachi Zambrano¹

Resumen

Este documento aporta conocimientos en la restauración de humedales urbanos a partir de las experiencias adelantadas en la ciudad de Bogotá, Colombia. Se realiza un breve recuento de la situación crítica en que se encontraban estos ecosistemas hasta inicios del siglo XXI, resaltando su gran valor ecológico, su estratégica posición biogeográfica en el norte de los Andes y su singular biodiversidad, que les ha merecido su reconocimiento a nivel global. Se muestra cómo la expansión urbana desordenada, la pérdida de cobertura original (actualmente menos del 1%), la contaminación y la construcción de infraestructura (ciclorrutas, plazoletas, etc.) han degradado significativamente estos ecosistemas. Sobre este contexto se resumen las acciones realizadas de restauración.

¹ Biólogo especialista en gestión y restauración de humedales. Consultor independiente. Contacto: byroncalvachi@gmail.com.

Se destacan las iniciativas impulsadas por un grupo de ciudadanos que a finales de la década del 90 lograron incidir en la institucionalidad pública durante periodos de gobierno con enfoque ecológico, promoviendo la recuperación y conservación de los atributos esenciales de estos ecosistemas. Esto se logró mediante la gestión requerida para adelantar los estudios multidisciplinarios y diseños necesarios para intervenir los humedales, mediante obras civiles ecohidrogeomorfológicas y participación social amplia, en contraste con el modelo paisajístico urbano que había establecido el gobierno, con baja participación ciudadana.

1. Introducción

Los humedales de Bogotá, capital de Colombia, son parte fundamental del sistema hídrico regional, inmerso en una matriz urbana de una región metropolitana en el centro del país, hogar de cerca de diez millones de habitantes. Hasta principios del siglo XX, este territorio contaba con una significativa riqueza de aguas superficiales y una biodiversidad singular. Sin embargo, la expansión urbana desordenada y la inadecuada planeación territorial condujeron a la ocupación de amplios sectores de humedales en la altiplanicie de Bogotá, considerados como uno de los sistemas de humedales más importante del norte de los Andes y uno de los ecosistemas más amenazados del país. Incluidos en el listado de Áreas de Importancia Global para la Conservación de las Aves (AICAS), 11 de estos humedales urbanos fueron incluidos dentro de la categoría de importancia mundial RAMSAR. De entre los 17 protegidos en Bogotá, a pesar de su relevancia planetaria, continúan amenazados; no obstante, se han realizado notables esfuerzos e inversiones para recuperarlos y conservarlos (Moreno et al., 2000; Etter et al., 2017; RAMSAR, 2019).

A lo largo de su historia reciente persisten factores de afectación urbana, la contaminación de sus aguas, la disminución de áreas de escorrentía, de sus fuentes hídricas y la fragmentación de estos ecosistemas, situación agravada por la obstinación gubernamental por construir infraestructura urbana (ciclorrutas, plazoletas, centros deportivos, expansión de vías, etc.) sobre su restringida extensión, sumada a la incoherencia y falta de continuidad en acciones de gobernanza, desencadenaron equivocadas decisiones y respuestas anacrónicas a sus necesidades (Revista Semana, 2020; González, 2021). En medio de este panorama, fue posible incidir en la gestión para su manejo apropiado, durante gobiernos afines a la visión ciudadana de defensa del patrimonio natural urbano. Esto permitió reorientar las acciones para recuperar su identidad ecosistémica y avanzar en procesos de restauración ecológica, con la reimplantación de coberturas vegetales nativas arbóreas y arbustivas en sus márgenes hídricas, recuperación de la capacidad de retención de

3. Relevancia ecológica

Estos humedales son relictos de ecosistemas milenarios, resultado del proceso natural de secamiento de un gran lago aproximadamente diez mil años atrás, denominado “mar de Humboldt” o “Lago de Funze” que, a causa de cambios geológicos y climáticos, se transformó en una extensa altiplanicie cubierta de bosques andinos y pantanos. A la llegada de los europeos, el territorio aún mantenía extensas áreas pantanosas en retroceso, con un ciclo hidrológico dependiente de las inundaciones periódicas. Desde tiempos ancestrales, la región fue sometida a transformaciones por parte de pobladores nativos que conformaron la cultura Muisca (van der Hammen, 1998 y Rodríguez Gallo, 2020).

Figura 2

Aspectos ecológicos relevantes de los humedales de Bogotá



Fuente: Editado a partir de Cortés y Rangel (2000)

Fuente: Editado de H. Arellano En: Hernández y Rangel-Ch. (2009)

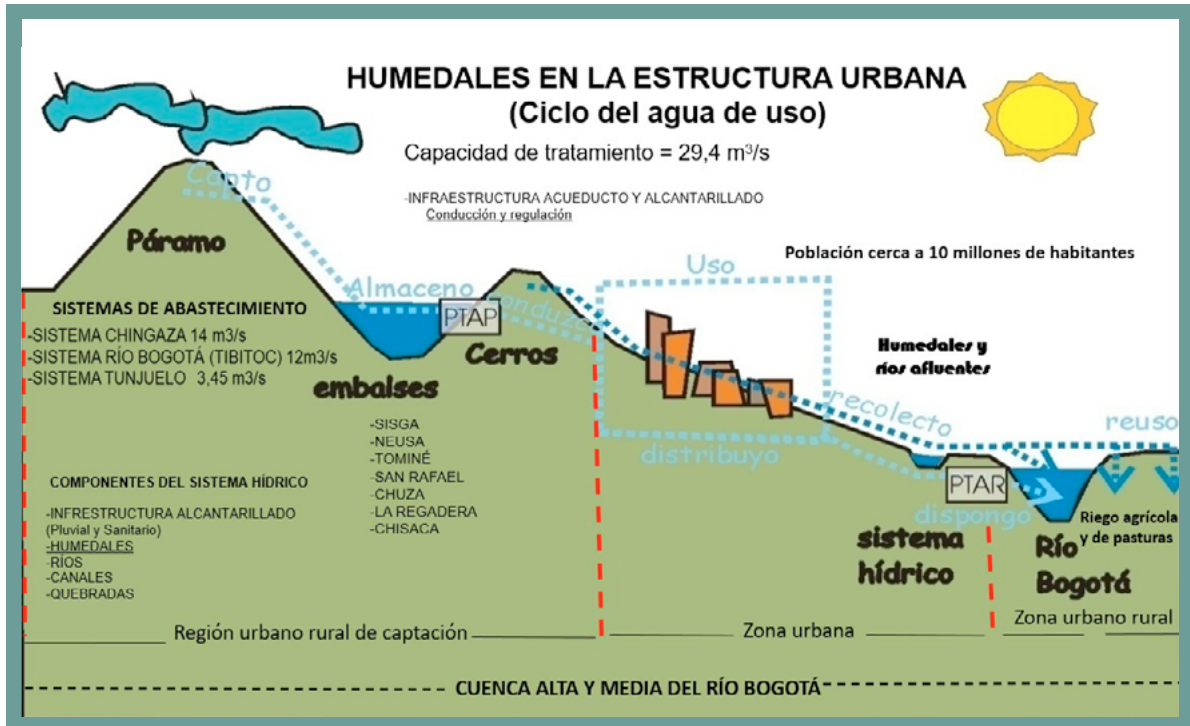
Las características ecológicas que forjaron este territorio otorgan a los humedales una singularidad biológica apreciable, destacándose los endemismos aviares y las extinciones de especies y subespecies o el riesgo de desaparición de otras más, de un total de 188 especies de aves contabilizadas y se destacan además 78 especies de plantas acuáticas en la sabana de Bogotá (Schmidt-Mumm, 1998; Chaparro-Herrera y Ochoa, 2015). Son igualmente relevantes dos especies endémicas de peces, y una amplia diversidad de insectos, plantas inferiores y microorganismos, menos conocidas, que aún subsisten. Su alto valor ecosistémico es reconocido por prestigiosas entidades internacionales como BirdLife International y la Convención RAMSAR. Se encuentran amparados por los marcos normativos de la nación, entre los que se destaca el Decreto 1076 de 2015, en el que 11 humedales del Distrito Capital de Bogotá se incluyeron en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de Colombia y 17 de ellos están actualmente protegidos en el Distrito Capital, bajo la categoría de Reservas Distritales de Humedal y hacen parte de la Estructura Ecológica Principal de la ciudad (Decreto 555 de 2021)-Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá (RAMSAR, 2019; Secretaría Distrital de Ambiente, 2023).

4. Los humedales en el contexto urbano

Estos ecosistemas, fundamentales en el entramado hídrico de la región en la ciudad capital y poblaciones satélites, fueron históricamente conectados al drenaje urbano. Con el crecimiento desmedido de la ciudad se afectaron las aguas superficiales en toda la región, convirtiendo los humedales en sumideros de aguas residuales del alcantarillado y desechos sólidos (incluyendo escombros). A pesar de notables esfuerzos e inversiones para revertir esta situación, no se tienen aún resultados satisfactorios en la descontaminación de sus aguas, mientras que en sus suelos continúan depositadas toneladas de escombros y de residuos. Diferentes administraciones distritales decidieron, a inicios del presente siglo, incorporar estas reservas naturales en el Plan de Ordenamiento Territorial, cuando se conservaban aproximadamente tan solo el 1% de su superficie que tenían hacia la década del 50, como se ha referido.

Figura 3

Los humedales urbanos de Bogotá en el contexto del sistema hídrico regional



Fuente: Editado a partir de Acueducto de Bogotá, sin fecha

Su inclusión como parte del espacio público urbano estimuló la construcción de ciclorrutas, alamedas, plazoletas y otros equipamientos en sus ya escasos suelos protegidos, lo que causó nuevos impactos a su fragilidad y afectó los esfuerzos emprendidos años atrás por colectivos ambientalistas ciudadanos. En consecuencia, los humedales de mayor tamaño, como Tibabuyes o Juan Amarillo y Jaboque, sufrieron un deterioro adicional significativo, generando conflictos aún vigentes entre la ciudadanía e institucionalidad pública distrital.

5. Breve recuento del proceso de deterioro

El proceso de deterioro de los humedales del Distrito Capital de Bogotá y poblaciones circunvecinas del área metropolitana como Zipaquirá, Chía, Cajicá o Soacha, se extendió hacia toda la altiplanicie de Bogotá impactando los humedales regionalmente, que abarcaban extensas áreas de desborde de la cuenca del río Bogotá,

sus afluentes y relictos de áreas pantanosas de su valle aluvial, conformadas tras el secamiento del gran lago de la Sabana de Bogotá y transformados por diversas actividades humanas. Desde la ocupación ancestral del pueblo Muisca se implementaron obras de ingeniería hidráulica indígena para manejar inundaciones y encauzar las aguas con fines agrícolas y piscícolas (van der Hammen, 1998; Rodríguez Gallo, 2020). Sin embargo, con los procesos de urbanización modernos ya mencionados se han desencadenado impactos en la estructura física y ecológica del territorio, resultado de múltiples intervenciones a lo largo del tiempo.

Durante las últimas décadas del siglo XX, la urbanización extendida en Bogotá sobre 163.635 hectáreas a consecuencia del crecimiento informal y mala planificación urbana, facilitaron el surgimiento de asentamientos urbanos informales en zonas inundables y pantanosas, reduciendo la extensión de las aguas superficiales y alterando el ciclo hidrológico, provocando la desaparición de ecosistemas locales, la pérdida de hábitats y biodiversidad –especialmente de avifauna–, inestabilidad del suelo, aumento de la vulnerabilidad al cambio climático e incremento del riesgo a las amenazas sísmicas. En la década del 80 se intensifica el proceso urbano, siendo el caso de deterioro del humedal La Vaca uno de los más extremos hasta el punto de considerarse su eliminación del listado de humedales de la ciudad; no obstante, gracias a los procesos de restauración, en la actualidad es uno de los más representativos y emblemáticos (Calvachi Zambrano y Ramírez Suarez, 2016; González, 2021).

6. Gestión y acciones de restauración

Ante la devastación generalizada de estos humedales e ineficacia del gobierno, un grupo de ciudadanos organizados inició en la década del 90 una cruzada en el humedal La Conejera para protegerlos, emprendiendo acciones legales contra las entidades competentes, elaborando una propuesta técnica de restauración con amplia participación comunitaria y estableciendo un modelo ciudadano alternativo de gestión y administración, en contraste al modelo gubernamental que los asemejaba a parques urbanos recreativos (Revista Semana, 2020b).

Gracias al esfuerzo ciudadano, entre 2005 y 2015 se lograron avances notables en la restauración y rehabilitación de estos ecosistemas, a través de estudios básicos (aguas, suelos, topografía, fauna, flora, aspectos sociales, urbanos, prediales y jurídicos, entre otros), insumos fundamentales para elaborar diseños técnicos que permitieron adelantar el saneamiento de predios, levantamiento de planos temáticos, zonificación ecológica y ambiental actualizada, modelaciones hidráulicas, cálculos de movimientos de tierras, cortes y perfilados de suelos, diseños

florísticos de restauración de vegetación nativa (tanto terrestre como acuática), definición de manejos silviculturales del arbolado existente, rescate y traslado de fauna y flora, tratamiento mecánico y agrológico de suelos riparios, elaboración de presupuestos y planes de manejo social y ambiental, etc. Con lo anterior, finalmente se contrataron las obras de restauración, que contaron con una amplia participación de actores sociales y de la ciudadanía en general.

Figura 4

Algunas acciones de restauración y rehabilitación en los humedales de Bogotá



Fotos: Byron Calvachi Zambrano

7. Conclusiones

El proceso de restauración de los humedales de Bogotá se encuentra entre dos modelos opuestos, uno paisajístico y otro ecológico. La experiencia demuestra que es

posible recuperar debidamente estos ecosistemas en entornos urbanos, combinando acciones jurídicas, la participación comunitaria y un enfoque técnico-científico coherente y eficaz. Algunos aspectos clave del proceso son:

1. **Fortalecimiento institucional con participación ciudadana:** La apropiación comunitaria es esencial para garantizar la continuidad de los procesos de restauración.
2. **Participación ciudadana en todas las etapas del proceso:** Desde los estudios preliminares hasta la ejecución de las obras.
3. **Desarrollo de estudios multidisciplinarios:** Es fundamental abordar la complejidad ecosistémica en lo físico, ecológico, social y el entorno urbano, para corregir factores de afectación y adelantar acciones de restauración.
4. **Relevancia de los humedales en entornos urbanos:** No solo como reservas naturales de biodiversidad, sino como elementos clave que mejoren la calidad de vida ciudadana, el equilibrio ecohidrológico y la capacidad de resiliencia ante el cambio climático y otras amenazas ambientales, además de valorizar los predios circundantes (Secretaría Distrital de Ambiente, 2023; Ministerio de Ambiente, 2018; Ortiz González, sin fecha).

8. Referencias

Alcaldía de Bogotá (2024). *Diecisiete reservas distritales de humedales*. <https://bogota.gov.co/en/node/98873> [Consultado el 14 de marzo de 2025].

Calvachi Zambrano B. y Ramírez Suarez, A. (2016). Recuperación del sector norte del Humedal La Vaca. En B. Calvachi Zambrano (Ed.) *Los Humedales de Kennedy: dinámica social, ambiental y urbana*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR.

Cortés, S. P. y Rangel, J. O. (2000). Los relictos des vegetación de la Sabana de Bogotá. En J. Aguirre (Ed.). *Memorias del Primer Congreso Colombiano de Botánica*. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia.

Chaparro-Herrera, S. y D. Ochoa (Eds.) (2015). *Aves de los Humedales de Bogotá, Aportes para su Conservación*. Asociación Bogotana de Ornitología

Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P. y Arévalo, P. (2017). *Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas*

(Vers. 2.0) (p. 138). Informe Final. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional Colombia.

González, G. P. (2021). *El impacto de la dinámica urbana sobre los humedales de Bogotá (Colombia)*. [Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza].

Hernández, R. J. y Rangel-Ch, J. O. (2009). La vegetación del humedal de Jaboque (Bogotá, D.C.). *Caldasia*, 31(2), 355-379. <https://www.researchgate.net/publication/339177903> LA VEGETACION DEL HUMEDAL DE JABOQUE BOGOTA DC

Humedales de Bogotá (2024). En *Wikipedia* [https://es.wikipedia.org/wiki/Humedales de Bogot%C3%A1](https://es.wikipedia.org/wiki/Humedales_de_Bogot%C3%A1) [Consultado el 11 de marzo de 2025].

Ministerio de Ambiente (2024, 6 de mayo). *Ministerio de Ambiente impone medida de protección a los humedales Juan Amarillo, Córdoba y Jaboque*. <https://www.minambiente.gov.co/ministerio-de-ambiente-impone-medida-de-proteccion-a-los-humedales-juan-amarillo-cordoba-y-jaboque/> [Consultado el 11 de marzo de 2025].

Ministerio de Ambiente (2018, 5 de febrero). *Humedales urbanos son clave para la sostenibilidad ambiental*. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/3561-humedales-urbanos-son-clave-para-la-sostenibilidad-ambiental> [Consultado el 12 de abril de 2025].

Moreno V., García J. F. y Villalba, J. C. (2000). *Descripción general de los humedales de Bogotá D.C.* Sociedad Geográfica de Colombia. Academia de Ciencias Geográficas.

Ortiz González, E. (s.f.). *Formulación de un método de valoración económica para humedales bogotanos desde perspectivas socioculturales*. [file:///C:/Users/Pc/Downloads/malaxechebarria,+art+3%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Pc/Downloads/malaxechebarria,+art+3%20(2).pdf) [Consultado el 12 de abril de 2025].

Posada Arrubla, A. y Olarte Riaño, J. R. (2018). El entorno de la ciudad, un asunto de relaciones. Caso Bogotá, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(1), 207-216. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n1.2018.679>

RAMSAR (2019). *Ficha Informativa Ramsar. Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá* https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/CO2404RIS_1912_es.pdf [Consultado el 11 de marzo de 2025].

Revista Semana (2020a, 30 de junio). *Freno al crecimiento de los humedales en Bogotá*. <https://www.semana.com/impacto/articulo/freno-al-cemento-en-los-humedales-de-bogota/52462/>. [Consultado el 11 de marzo de 2025].

Revista Semana (2020b. *Especial: Así nació el movimiento ciudadano que salvó a los humedales de Bogotá*. <https://www.semana.com/impacto/articulo/especial-asi-nacio-el-movimiento-ciudadano-que-salvo-a-los-humedales-de-bogota/55982/> [Consultado el 11 de marzo de 2025].

Rodríguez Gallo, L. (2020). *Construcción del paisaje Agrícola al sur de la Sabana de Bogotá: un desafío al agua. Sistema de camellones prehispánicos en el valle de los ríos Tunjuelito y Bogotá* [Tesis de Maestría, Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro].

Secretaría Distrital de Ambiente (2023). *Plan de manejo ambiental del sitio RAMSAR complejo de humedales urbanos del Distrito Capital de Bogotá. Resumen Ejecutivo*.

Secretaría Distrital de Ambiente (2022). *Descubre con el Visor Geográfico Ambiental los humedales de Bogotá*. <https://oab.ambientebogota.gov.co/descubre-con-el-visor-geografico-ambiental-los-humedales-de-bogota/> [Consultado el 11 de marzo de 2025].

Schmidt-Mumm, U. (1998). *Vegetación acuática y palustre de la Sabana de Bogotá y plano del río Ubaté: ecología y taxonomía de la flora acuática y semiacuática*. [Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia].

van der Hammen, T. (1998). *Plan Ambiental de la Cuenca Alta del río Bogotá: Análisis y Orientaciones para el Ordenamiento Territorial*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR.

Para no olvidar: ¿por qué las ciudades de la Patagonia crecen a lo largo de los ríos?

Leonardo A. Datri,² Micaela López,² Mario Robertazzi,² Luciano Boyero,²
Hernán A. López,² Santiago Machado,² Victoria Chávez,² Luz Sánchez,²
Mirna Artaza,² Fernanda Gauna³ y Rafael Maddio⁴

En los comienzos: estepas y ríos

La percepción humana del entorno físico suele ser bastante limitada. En términos sencillos, muchas veces el árbol tapa el bosque. Queremos presentar este dilema a partir de la siguiente pregunta: ¿cuán conscientes somos los habitantes de los valles del norte de la Patagonia de que vivimos en una amplia región árida? Es posible que las sociedades modernas que la habitamos hayamos perdido la percepción de lo riguroso del clima y el paisaje en relación con nuestros antepasados. Por una razón muy simple, para ellos la experiencia directa con el monte y su vegetación xerófila, el viento, la amplitud térmica y la escasez de agua más allá de los ríos, les hizo adaptar sus modos de vida, y más recientemente en el último siglo los llevó a modificar el entorno.

² Laboratorio de Ecología de Bordes – UFLO Universidad.

³ Facultad de Arquitectura – Universidad Nacional del Comhue.

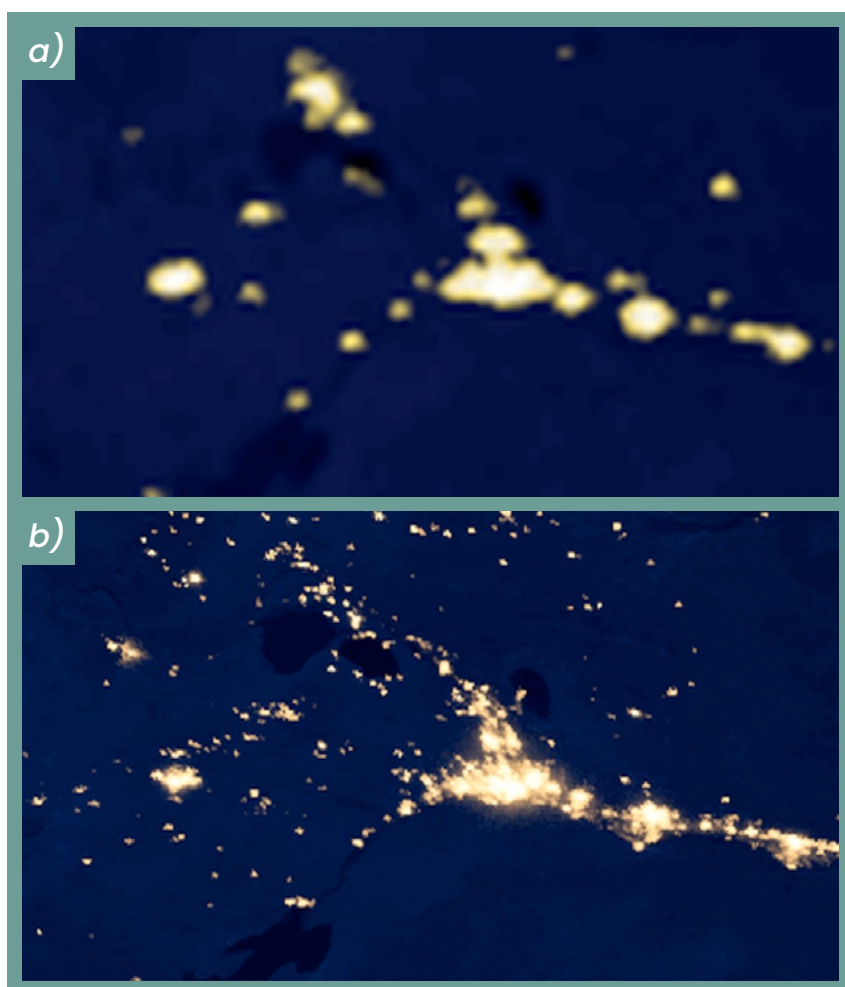
⁴ Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Bariloche – CONICET.

Así se originaron los oasis de riego y las ciudades del norte de la Patagonia, como puede observarse en las imágenes satelitales nocturnas del Alto Valle, dispuestas a lo largo de los ríos Limay, Neuquén y Negro (*Figura 1*). Estas imágenes revelan mucho más que el impacto lumínico de los asentamientos urbanos: permiten visualizar la linealidad característica y el patrón de expansión de las ciudades norpatagónicas, comparando dos momentos en el tiempo, correspondientes a los años 2000 y 2012.

Figura 1

Imágenes satelitales nocturnas del Alto Valle neuquino:

a) año 2000 y b) año 2012



Fuente: Nighth Earth

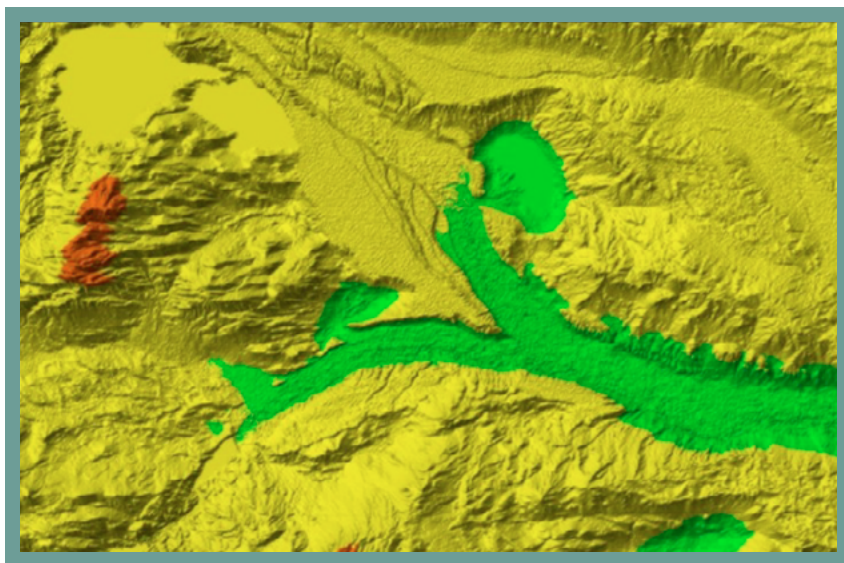
No son solo los cambios en la cantidad de luces de la ciudad, ni los álamos plantados durante el siglo XX los que limitan nuestra percepción moderna del entorno.

Básicamente lo es el hecho de que perdimos la dimensión de lo que implica acceder al agua en una región árida, o la experiencia directa de la rigurosidad climática, debido a las comodidades que brindan las ciudades modernas, hoy consolidadas como una metrópoli de 447.713 habitantes (INDEC, 2022). Las luces de la imagen de 2012, que se alejan de los valles, alumbran y reflejan la nueva expansión de la actividad hidrocarburífera sobre la estepa, que antes se limitaba a la mancha iluminada occidental correspondiente a Cutral Co y Plaza Huincul.

Pero no solo perdimos la dimensión de lo que significa obtener agua para consumo o riego en una región árida, sino también la comprensión de la hidrogeomorfología de los valles y del riesgo que supone urbanizar las planicies de inundación. Ciudades como Neuquén, Plottier o Cipolletti crecieron casi exponencialmente en las últimas décadas. Neuquén pasó de 231.780 habitantes en 2010 a 289.712 en 2022; Plottier, de 32.390 a 52.354 en el mismo período; y Cipolletti, de 77.713 a 105.647 habitantes (INDEC, 2010; INDEC, 2022).

Figura 2

Modelo de elevaciones 3D del Alto Valle neuquino



Fuente: Elaboración propia sobre MDE ALOS

Las ciudades fundadas al norte de las vías del Ferrocarril General Roca —que conecta las provincias de Buenos Aires y Neuquén— se establecieron, en sus orígenes, a partir de una comprensión profunda de las condiciones del entorno. A partir de este conocimiento, se implementó un sistema de riego que generó las condiciones

necesarias para el desarrollo de ciudades como Neuquén y Cipolletti, asentadas entre bardas que fueron transformadas en un auténtico vergel (*Figura 2*).

Las vías del ferrocarril se pensaron con su nivel actual sobre un terraplén que fue dimensionado para afrontar las crecidas de los ríos en aquel tiempo, que en el caso del río Limay superaba los 2300 m³/s. Es más, las localizaciones originales de las fundaciones de las actuales ciudades de Cipolletti, antes llamada Colonia Lucinda y General Roca, fueron reemplazadas como consecuencia de la inundación de 1899.

Soluciones de antes y después

La genialidad del Ingeniero Cipolletti a fines del siglo XIX, con la obra hidráulica, que con origen en el actual dique Ballester sobre el río Neuquén, dispersa a través de una extensa red de canales de riego a lo largo de un canal principal de más de 100 km, no solo irriga la histórica producción frutícola del valle. También colaboró en la regulación de caudales extremos. Junto a los canales de riego fueron construidos también canales de drenaje, para facilitar la evacuación de los excedentes y los pluviales de las cuencas que descienden de las bardas. Con ello se resolvió aquella adversidad impuesta por el clima y el paisaje para la producción y los asentamientos urbanos.

Las soluciones tradicionales a los problemas de drenaje y mitigación del riesgo hidrológico urbano basadas en ingeniería se han orientado a lo largo del siglo XX a evacuar grandes volúmenes de agua a la mayor velocidad posible, más allá de las ciudades. Pero a medida que las ciudades crecieron (y el valor de la tierra urbana también) la mayor parte de estos enfoques se han escindido de las dinámicas ecológicas asociadas a los ríos y humedales, pero también a la mejora y oferta de espacio público y amenidad urbana. Los nuevos enfoques de infraestructuras azules y verdes (IAV) brindan una nueva forma de solución al problema de los desagües pluviales, humedales urbanos y frentes fluviales, basados en la naturaleza. Sus principios apuntan a la aplicación de sistemas naturales de absorción del suelo, de la mano de estrategias a escala de cuencas urbanas de conducción y retención del agua.

Este tipo de intervenciones implican el empleo de diversas herramientas de diseño, desarrollo y ejecución que distinguiremos entre: a) sistemas de información geográfica (SIG) y modelado; b) diseño ecofuncional y c) materialidad y ecotecnologías. En primera instancia la viabilidad de los modelos en Europa (Rusche et al., 2019; De Lotto et al., 2015) y China (Zhang et al., 2022), se destacan por el análisis de grandes volúmenes de datos por medio de SIG a diversas escalas espaciales: de paisajes, cuencas y locales (biotopos) (Lu y Wang, 2018). Esto permite la modelación

hidráulica y ecológica para una adecuada planificación del uso del suelo y el diseño de IAV. En América Latina, este nivel de desarrollo es más limitado y requiere mayor robustez de la información ecológica de las ciudades (Vega Sánchez y Mejía, 2023). En Argentina, la atención se ha focalizado especialmente en áreas densamente urbanizadas, como la región metropolitana de Buenos Aires, sobre todo a partir del evento extremo ocurrido en La Plata en 2013 (Kozak et al., 2022). Sin embargo, eventos recientes como el temporal en Bahía Blanca en marzo de 2025 —que dejó un saldo trágico de víctimas, miles de evacuados y daños generalizados— evidencian la necesidad urgente de extender estas herramientas a otras ciudades intermedias del país. La incorporación progresiva de bases de datos y capacidades de análisis en algunos municipios señala un avance, aunque todavía incipiente, hacia una planificación urbana más resiliente y basada en el conocimiento del territorio.

Sobre los diseños y su efectividad, los países anglosajones llevan varios años de diseño e implementación, destacándose las casi cuatro décadas del Programa de Planificación del Paisaje de Berlín (LaPRO, 2023). En esta línea, países como Italia (De Lotto et al., 2015) y Turquía (Dizdaroglu, 2022) trabajan en planificación, guías y diseños de infraestructuras verdes y azules integradas. En América Latina se pueden rescatar experiencias muy locales en Santiago de Chile (Camaño y Arumi, 2018) y algunas ciudades colombianas (Vega Sánchez y Mejía, 2023). En relación con la materialidad y ecotecnologías se puede decir que se están desarrollando tantas opciones como situaciones que enfrentan las ciudades de todo el mundo, especialmente en relación a la densidad urbana y sus necesidades específicas de adaptación al cambio climático. En este sentido, los Países Bajos y el Plan de Espacios para los Ríos es pionero, combinando la vasta experiencia ingenieril de mitigación de inundaciones a las soluciones basadas en naturaleza.

En otras situaciones menos complejas, Alemania y Reino Unido desarrollan a escalas locales experiencias asociadas a terrazas verdes y muros verticales, estanques y humedales artificiales y una gran variedad de técnicas y diseños de *bioswale* (drenajes urbanos sostenibles), con materiales propios de cada lugar. En nuestra región sería prácticamente inédito un emprendimiento de esta naturaleza, aunque cabe destacar los planes pluvioaluvionales de la década del 70 en Neuquén, que desarrollaron forestaciones en cabeceras de cuencas urbanas y pequeñas obras de arte para control de la erosión. Nuestro Laboratorio de Ecología de Bordes viene desarrollando, junto a la Organización Techo, un proyecto basado en naturaleza para solucionar los problemas de drenaje del barrio La Laguna, en el Oeste de la ciudad de Neuquén. Participan activamente los vecinos, pero sin embargo el apoyo municipal es escaso, ya que éste apuesta más a las soluciones tradicionales que a la eficiencia ecológica (Datri et al. 2024).

Figura 3

Drenaje urbano sustentable, que aprovecha un antiguo canal de drenaje de la Colonia Valentina (Neuquén)



Fuente: Datri et al., 2024

Las ciudades norpatagónicas hoy

Durante las últimas décadas, las ciudades de los valles del Norte de la Patagonia han crecido vertiginosamente en un contexto de desarrollo de hidrocarburos no convencionales y el desarrollo turístico. El proceso urbano se desarrolla principalmente en los valles y oasis de regadío, debido a las condiciones climáticas y ecológicas más favorables, particularmente en los últimos años, así como motivado por el valor de la tierra, la infraestructura disponible, el contexto escénico promovido como un atributo de valor por los desarrolladores y la ausencia de políticas y regulaciones. Las ciudades patagónicas han avanzado sobre planicies inundables y sectores productivos. Este proceso tiene la particularidad de producir ciudades dispersas sobre áreas rurales con una huella de carbono elevada debido a la extensión de su red vial y de servicios y al costo asociado al relleno de humedales y elevación de la cota por sobre los niveles de inundación frecuentes.

Esta forma de crecimiento atenta contra la conservación del patrimonio cultural del oasis de regadío y biológico relacionado a la diversidad del paisaje ribereño. Por ello, la regulación del uso del suelo urbano en zonas ribereñas debería atender diversos aspectos como la preservación de los acervos culturales de los valles, el uso de las riberas con fines recreativos, turísticos y de conservación y la adaptación de la

infraestructura a la optimización de los sistemas de drenaje de las cuencas urbanas. Además, la mitigación de riesgos y la regulación del clima urbano por medio de un incremento del verde comprenden las herramientas capaces de no solo enfrentar los cambios del clima en el futuro, sino también para reducir la huella de carbono y mejora de la accesibilidad de la población a los espacios públicos. También debería contemplar la protección de unidades productivas frente a los cambios que impone sobre el uso y el valor de la tierra y la urbanización del oasis de regadío. En este contexto de metropolización de la confluencia de los ríos Limay, Neuquén y Negro, los paisajes ribereños comprenden espacios aptos para la implementación de IAV como modelo de construcción y sustentabilidad urbana.

Con la meta de lograr economías más verdes como base del desarrollo sostenible (Conferencia Río+20 “El futuro que queremos”), nuestro laboratorio busca apoyar a los esfuerzos regionales en la transición hacia un modelo social, urbano, económica y ambientalmente sostenible a partir del diseño y planificación de sus espacios verdes urbanos y periurbanos empleando biotopos urbanos como unidades funcionales de planificación territorial (*Figura 4*). El desarrollo sustentable adquiere especial importancia en el contexto del avance urbano, ya que éste pone en evidencia tanto las vulnerabilidades sobre las márgenes de los ríos, como la necesidad de promover un crecimiento inclusivo, que reduzca las inequidades, promueva la accesibilidad al verde urbano, garantice la sustentabilidad ambiental y aumente la resiliencia de los ambientes frente al cambio climático. En este sentido, durante ocho años procuramos desarrollar productos y servicios orientados a: 1) resolver la problemática de la gestión del agua en el paisaje urbano; 2) el avance de las ciudades sobre zonas rurales y productivas; y 3) el acceso a espacios verdes que al mismo tiempo pueden funcionar como mitigadores de riesgos y aumentar la eficiencia del sistema de drenaje urbano.

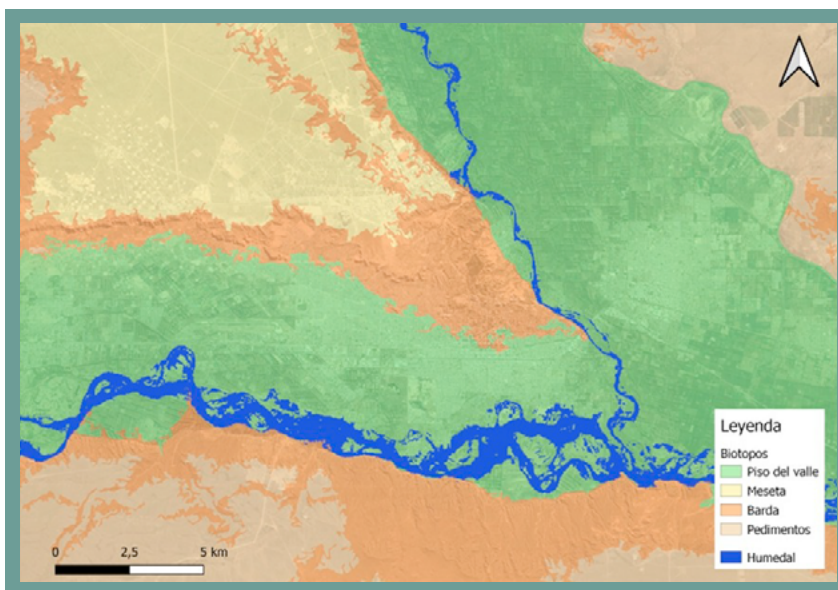
Para el cumplimiento de un proceso de transición justa hacia espacios verdes y ciudades más sustentables en todo el norte de la Patagonia, se plantean las siguientes acciones:

- Promoción y creación de parques agrarios, con el fin de preservar su función tradicional, adaptando sus sistemas de drenaje y canales de riego al drenaje general de las cuencas urbanas y rurales.
- Desarrollo e implementación de un plan de manejo forestal de salicáceas exóticas (raleos y podas) con el fin de rehabilitar lechos fluviales y canales del oasis de regadío al mismo tiempo que se procesa como insumo de fertilizantes orgánicos y energía de biomasa.
- Diseño y desarrollo de infraestructuras, amenidades y servicios recreativos basadas en juegos en la naturaleza, navegación sin motores, contemplación de la naturaleza y turismo regenerativo, adaptando las infraestructuras

necesarias a las dinámicas y condiciones del ecosistema y de los diferentes grupos de usuarios.

- Planificación basada en usos mixtos del suelo en áreas periurbanas. Nuestro laboratorio acompaña el proceso del Consejo Asesor Municipal de Agroecología, creado por la Ordenanza 15/22 de la ciudad de Contralmirante Cordero, en la Provincia de Río Negro.

Figura 4
Biotopos identificados en la región



Fuente: Fundación Bunge y Born (2022)

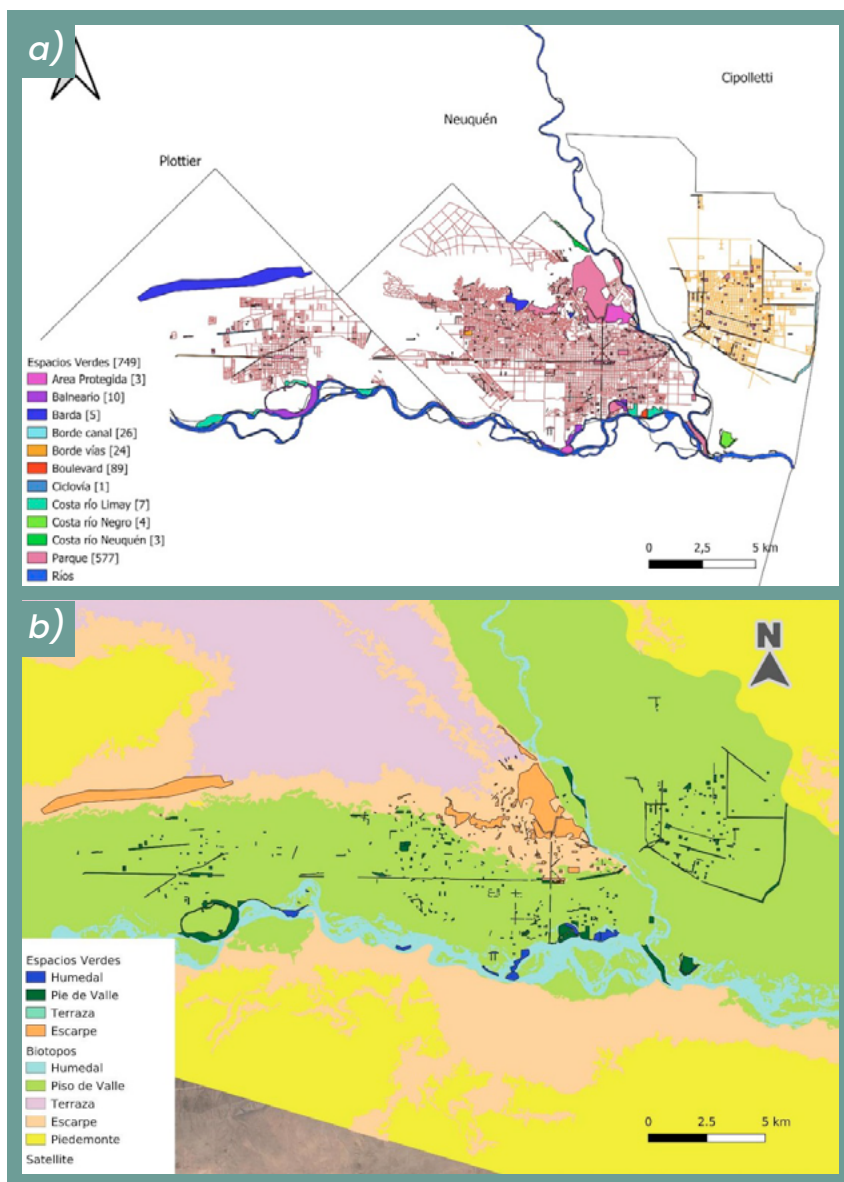
La aplicabilidad y manipulación directa de este conjunto de beneficios culturales ha motivado la replicación global de técnicas, estilos y diseños de espacios verdes urbanos en ciudades de casi todo el mundo. Específicamente, las corrientes europeas de diseño de parques y jardines sentaron bases a principio del siglo XX que aún hoy manifiestan su impronta en espacios verdes de otros continentes y otras latitudes. Entre las manifestaciones de esta impronta pueden citarse el uso de determinados elementos de diseño como las matrices de césped y determinadas especies vegetales en ambientes y climas distintos a los de su origen. En muchos casos continuar esa línea de diseño deriva en ineficiencias energéticas, hídricas y económicas, e impulsa procesos ecológicos desfavorables para la biodiversidad. Aunque resulte paradójico, un espacio verde también puede ser insustentable.

Como contraposición, una corriente alternativa impulsa la adopción de criterios localistas para el diseño de espacios verdes urbanos. Esta visión promulga, entre otras cosas, la utilización de especies nativas adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del sitio donde se proyecta el espacio verde. Pero la propuesta no se agota en la selección de las especies, sino que incluye una perspectiva de gran escala donde los espacios verdes no son elementos aislados, sino que forman parte de un paisaje con el cual pueden tener diferentes grados de integración. De esta manera, se le reconoce a los espacios verdes urbanos su carácter de ecosistemas, y por lo tanto, su potencial para proveer un conjunto de otros servicios ecosistémicos más allá de los culturales. Entre los servicios ecosistémicos de regulación provistos por espacios verdes urbanos se puede mencionar la mitigación de la isla de calor, la reducción de riesgo de aludes y la contención de inundaciones (Matos et al. 2019; Breuste et al. 2013; Yang et al. 2015). Entre los servicios de soporte se destaca el funcionamiento de algunos espacios verdes como corredores biológicos o parches de hábitat. Y entre los servicios de provisión, se incluyen la existencia de huertas urbanas en espacios verdes públicos.

Los criterios localistas para el diseño de espacios verdes no aplican solo a una escala regional, sino también a una escala urbana. Muchos de los servicios ecosistémicos potenciales son provistos por los sistemas naturales que son reemplazados por la matriz urbana. De esta manera, el objetivo de la infraestructura ecológica urbana (en un sentido funcional más amplio que el de azules y verdes) podría limitarse a recrear la estructura y funcionamiento preexistente, en el sitio específico donde se proyecta. Para esto, es evidente la necesidad de conocer la heterogeneidad espacial de estas estructuras (*Figura 5*).

Figura 5

a) Distribución de espacios verdes en las ciudades Neuquén, Plottier y Cipolletti; b) Distribución de espacios verdes en relación a los biotopos



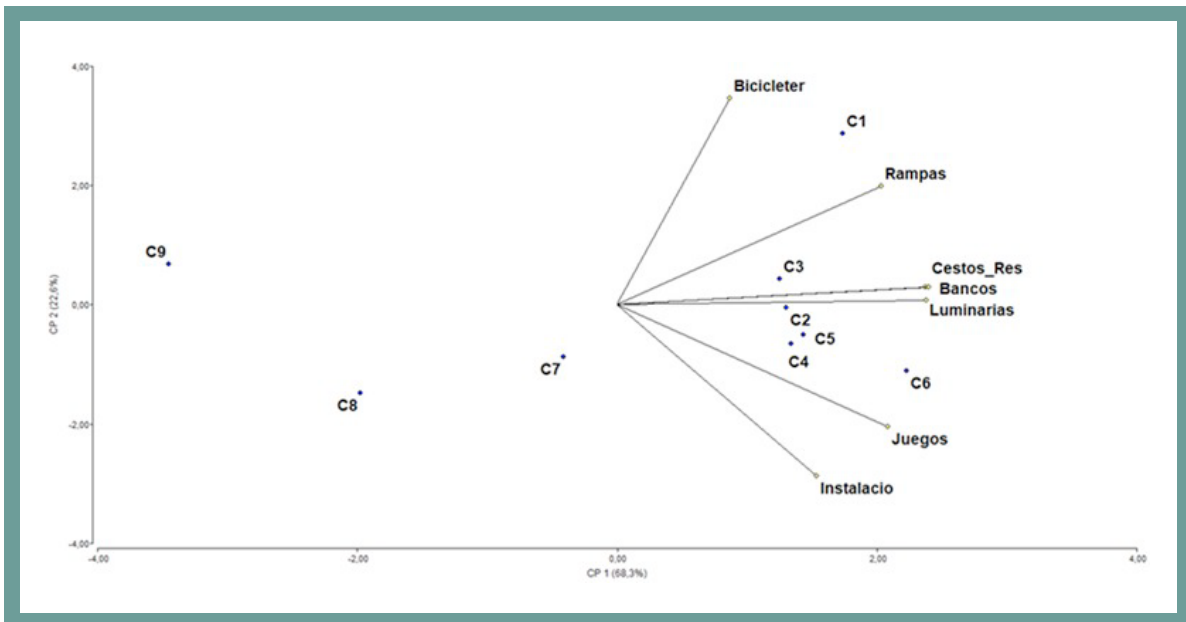
Fuente: Fundación Bunge y Born (2022)

La distribución de espacios verdes en las ciudades de Neuquén, Plottier y Cipolletti exhiben dos aspectos de esta situación. La localización no se asocia tanto a las condiciones ecológicas de sus entornos sino más bien a la demanda social. Pero aun así existe una profunda asimetría: las variables de mantenimiento que definen

la calidad entre los espacios verdes próximos a los centros urbanos y los periféricos (Figura 6).

Figura 6

Análisis de Componentes Principales (ACP) de las comodidades presentes en los espacios verdes, en relación a un radio de distancia de los centros urbanos de Neuquén, Plottier y Cipolletti. Los ejes CP1 y CP2 explican el 68,3 % y el 22,6 % de la variabilidad, respectivamente. Las variables consideradas incluyen elementos de infraestructura y equipamiento como bicicleteros, rampas, cestos de residuos, bancos, luminarias, juegos, y áreas de instalación, entre otros.

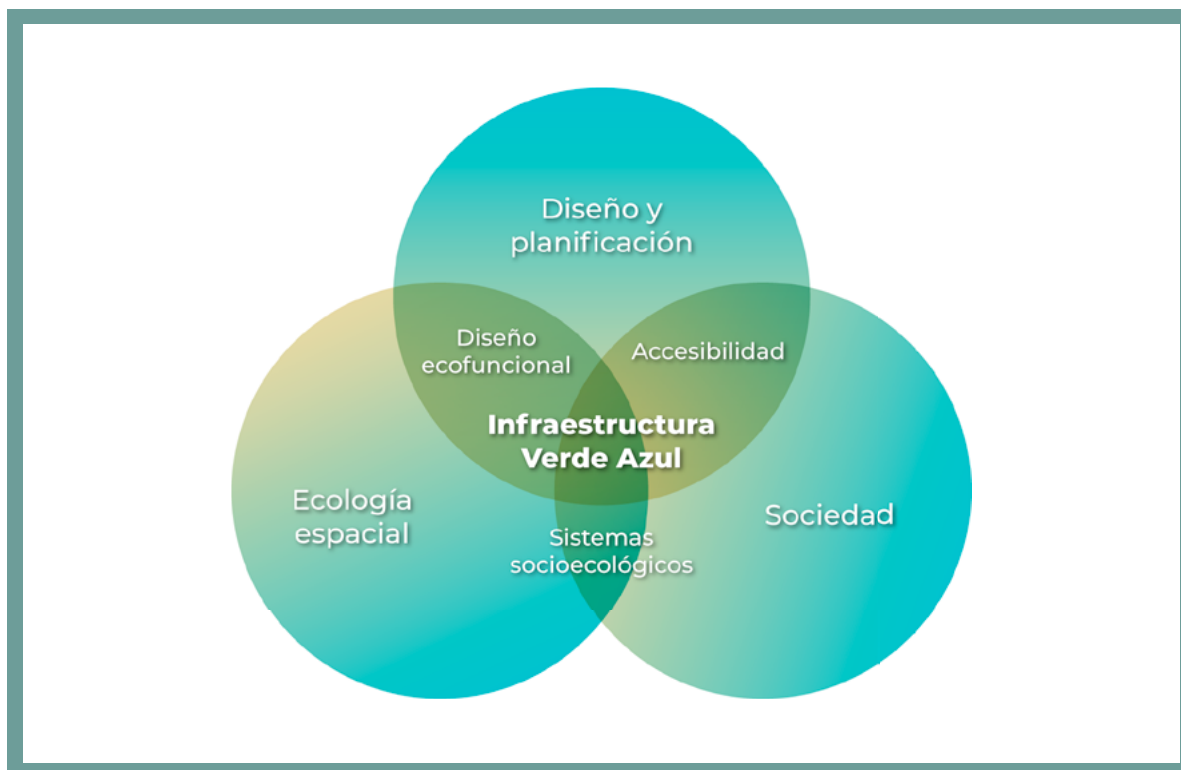


Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto "Indicadores de Infraestructuras Verde Azules", LEB

Por estas razones, un nuevo diseño de infraestructuras ecológicas urbanas (verdes y azules) para la región implica una visión integral e interdisciplinaria. Las nuevas infraestructuras deberán responder a nuevos patrones, de adaptación al drenaje en escenarios de cambio climático como de demanda social. Y sus diseños deberán incorporar tanto aspectos ecológicos como de accesibilidad social y universal (Figura 7).

Figura 7

Modelo de planificación de infraestructuras verde azules según criterios socioecosistémicos



Fuente: Elaboración propia

Biotopos: unidad funcional de la nueva planificación territorial

Un biotopo es un elemento del paisaje con características físicas uniformes y que determina una comunidad biológica particular. En las ciudades de la región árida patagónica, las características geomorfológicas y la ubicación en los fondos de los valles —delimitados por taludes escarpados o bardas— configuran un conjunto de condiciones particulares. Una de estas condiciones es la impermeabilización del suelo, que no solo reduce la infiltración del agua de lluvia, sino que también acelera el escurrimiento superficial. Además, disminuye la evaporación y el aporte de humedad al aire, afectando negativamente la humedad relativa del ambiente. Este proceso conlleva a la reducción del efecto refrigerante proporcionado por la humedad del suelo y agrava el riesgo ambiental, al incrementar la vulnerabilidad frente a eventos extremos. La dinámica del escurrimiento pluvial está determinada por la

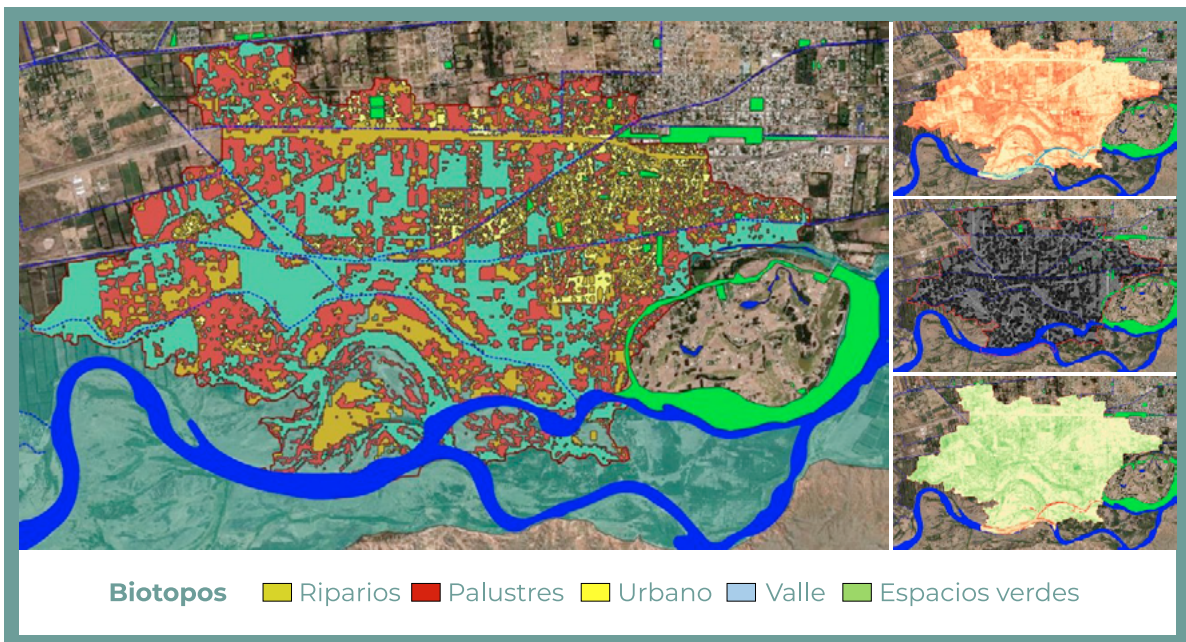
pendiente general del terreno, que canaliza el agua hacia los ríos, junto con la energía modeladora derivada de la erosión del suelo.

Partiendo del problema sobre cómo la configuración espacial de bardas y humedales establece una dinámica de escurrimiento y de climas urbanos muy diversos y particular de ciudades de valles de regiones áridas, definimos una hipótesis de trabajo con múltiples aspectos y derivaciones. Éstas plantean que la información espectral proveniente de la superficie reflectiva de los espacios verdes urbanos, periurbanos y humedales de los valles de la región árida y semiárida patagónica, permite identificar los biotopos urbanos que delimitan la geometría de espacios verdes más funcionales a la dinámica ecohidrológica.

Tomado como caso una zona periurbana de Plottier (Neuquén), en la que coexisten unidades productivas (chacras), con nuevos asentamientos urbanos (formales e informales) y gran cantidad de humedales ribereños y monte nativo, se puede representar la heterogeneidad espacial de biotopos en el oasis de regadío con empleo de series temporales de imágenes satelitales y dos indicadores clave: la producción e biomasa vegetal anual (por medio del NDVII) y un índice de humedad topográfica (Figura 8).

Figura 8

Biotopos de la zona periurbana del valle de la ciudad de Plottier



Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto "Indicadores de Infraestructuras Verde Azules", LEB

Asumir que la superficie del suelo es variable y que la impermeabilización no es el único problema a resolver, con un enfoque basado en biotopos y en demandas sociales y culturales, puede ser una posibilidad para resolver la complejidad del desarrollo urbano de las ciudades del Alto Valle. El uso mixto del suelo, planificado, en base a datos espaciales, es una herramienta que organiza soluciones junto a un diseño ecofuncional que permite que la producción agrícola, la recreación y el drenaje funcionen como un sistema único en ciudades sustentables y resilientes (Boyero et al. 2021).

Referencias

- Boyero, L., Lecuona, J. y López, M. (2021). Sinergias y compromisos entre la infraestructura gris y la infraestructura ecológica urbana. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, 10(1), 3-6. <https://d1e074e619.clvaw-cdnwnd.com/3cfd20b93af41ab30f4d34afad6c23cb/200000134-1b2991b29c/01.%20Boyero%20et%20al.pdf?ph=d1e074e619>
- Breuste, J., Schnellinger, J., Qureshi, S. y Faggi, A. M. (2013). Urban ecosystem services on the local level: urban green spaces as providers. *Ekológia (Bratislava)*, 32(3), 290-304. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Breusteetal.2013.EKOLOGIA.pdf>
- Carson, M.A. y Kirkby., M. J. (1972). *Hillslope form and processes*. Cambridge University Press.
- Chimenton, M. E. y Cogliati, M. G. (2011). Variaciones del uso del suelo en Cipolletti, Provincia de Río Negro, Argentina. *Contribuciones Científicas GAEA*, 23, 51-60. <https://www.gaea.org.ar/5.GAEA23-Chimenton-Cogliati.pdf>
- Datri, L., Machado Gallo, S., Gauto, V., Markic, T., Camu, B. y Cisneros, D. (2024) Experiencia de diseño de un sistema de drenaje urbano sustentable con perspectiva de paisajes en un barrio popular de Neuquén (Patagonia Argentina). *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, 12(1), 18-30. <https://d1e074e619.clvaw-cdnwnd.com/3cfd20b93af41ab30f4d34afad6c23cb/200000183-b25a6b25a7/2.Datri.etal.2024.pdf?ph=d1e074e619>
- Datri, L., Robertazzi, M., Kraser, M., Miranda, E., Gauna, F., Lopez, M. y Maddio, R. (2023). ¿El oasis de regadío del Alto Valle es un paisaje de humedales? Funciones ecológicas y heterogeneidad ambiental de metacomunidades en un paisaje

biocultural. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, 11(1), 1-10. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/255887>

Dizdaroglu, D. (2015). Developing micro-level urban ecosystem indicators for sustainability assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 54, 119-124. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/EnvironmentalImpactAssessmentReviewDD.pdf>

Fundación Bunge y Born (2022). *Atlas de Espacios Verdes de Argentina: Seis estudios de casos de espacios verdes de las principales ciudades argentinas*. <https://www.fundacionbyb.org/atlas-espacios-verdes-argentina>

Gürkan, A. (2016). Biotope mapping in an urban environment for sustainable urban development—a case study in southern part of turkey. *Applied Ecology And Environmental Research*, 14(4), 493-504. <https://avesis.mku.edu.tr/yayin/90cf911f-80d6-4769-bea6-92d86d607311/biotope-mapping-in-an-urban-environment-for-sustainable-urban-development-a-case-study-in-southern-part-of-turkey>

INDEC (2010). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. <https://www.indec.gob.ar/>

INDEC (2022). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. <https://www.indec.gob.ar/>

Inostroza, L., Baur, R. y Csaplovics, E. (2013). Urban sprawl and fragmentation in Latin America: A dynamic quantification and characterization of spatial patterns. *Journal of environmental management*, 115, 87-97. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479712005920>

Jennings, V. y Bamkole, O. (2019). The relationship between social cohesion and urban green space: An avenue for health promotion. *International journal of environmental research and public health*, 16(3), 452. <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/3/452>

Maldonado, L. M. y Lovriha, I. M. (2017). Morfología de Isla de Calor Urbana en Hermosillo, Sonora y su Aporte hacia una Ciudad Sustentable. *Biocencia*, 19, 27-33. <https://biocencia.unison.mx/index.php/biocencia/article/view/407>

Matos, P., Vieira, J., Rocha, B., Branquinho, C. y Pinho, P. (2019). Modeling the

- provision of air-quality regulation ecosystem service provided by urban green spaces using lichens as ecological indicators. *Science of the Total Environment*, 665, 521-530. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719305029>
- McDonough, K., Hutchinson, S., Moore, T. y Hutchinson, J. S. (2017). Analysis of publication trends in ecosystem services research. *Ecosystem Services*, 25, 82-88. <https://ideas.repec.org/a/eee/ecoser/v25y2017icp82-88.html>
- McKinney, M. L. y VerBerkmoes, A. (2020). Beneficial health outcomes of natural green infrastructure in cities. *Current Landscape Ecology Reports*, 5(2), 35-44. <https://www.scilit.com/publications/cab7a77a301df684d17de205b3baf1d2>
- Rabassa, J., Brandani, A., Boninsegna, J. A. y Cobos, D. R. (1984, November). Cronología de la “Pequeña Edad del Hielo” en los glaciares Río Manso y Castaño Overo, Cerro Tronador, Provincia de Río Negro. En *Actas Noveno Congreso Geológico Argentino*, 3, 624-639.
- Russo, A. y Cirella, G. T. (2021). Urban ecosystem services: New findings for landscape architects, urban planners, and policymakers. *Land*, 10(1), 88. <https://www.mdpi.com/2073-445X/10/1/88>
- Schneider, A y Woodcock, C. (2008). Compact, Dispersed, Fragmented, Extensive? A Comparison of Urban Growth in Twenty-five Global Cities using 46 Remotely Sensed Data, Pattern Metrics and Census Information. *Urban Stud march*, 45(3), 659. <https://ideas.repec.org/a/sae/urbstu/v45y2008i3p659-692.html>
- Shi, T. y Xu, H. 2019. Derivation of tasseled cap transformation coefficients for Sentinel-2 MSI at-sensor reflectance data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 12(10), 4038-4048. <https://doi.org/10.1080/017538947.2024.2413885>
- Urraza, M. S. y Muñiz, J. A. (2017). Crecimiento urbano en el área de la Agencia de Extensión Rural Cipolletti. *Revista F & D*, (79), 34-38.
- Vorovencii, I. (2013). Use of the Tasseled Cap Transformacion for the Interpretation of Satellite Images. *Cadastre Journal RevCAD*, 07, http://revcad.uab.ro/upload/16_225_Paper6_RevCAD07_2007.pdf
- Yang, L., Zhang, L., Li, Y. y Wu, S. (2015). Water-related ecosystem services provided

by urban green space: A case study in Yixing City (China). *Landscape and Urban Planning*, 136, 40-51. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016920461400276X>

Uso de aceites esenciales en la sanidad apícola: ensayo de laboratorio en el noroeste de la Patagonia

Brenda D. Freeman,⁵ Carolina A. Amaturi,⁵ Rosa M. Manzo⁵ y Susana Rizzuto⁵

Resumen

La varroosis es una enfermedad producida por el ácaro *Varroa destructor* que afecta a las abejas melíferas (*Apis mellifera*), provocando grandes daños económicos por la pérdida de las colmenas y la merma en la producción de miel. Los apicultores de la comarca Los Alerces desean reemplazar los químicos de síntesis empleados actualmente para el tratamiento de la varroosis, ya que éstos pueden dejar residuos no deseables en la cera y/o en la miel y con el uso continuo pueden desarrollar resistencia en los ácaros. En este contexto, los compuestos orgánicos, como los aceites esenciales, emergen como una alternativa prometedora. Este trabajo evaluó de manera *in vitro* la eficacia acaricida de aceites esenciales de especies de plantas presentes en la Patagonia argentina contra *V. destructor*, determinando la concentración letal 50 (CL₅₀) a diferentes tiempos de exposición. Los resultados preliminares demostraron actividad acaricida variable entre los aceites utilizados.

⁵ Laboratorio de Investigación en Evolución y Biodiversidad - Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Estos hallazgos iniciales sugieren que los aceites esenciales presentan potencial para el control sostenible de varroosis, resaltando la necesidad de futuras investigaciones para validar su eficiencia en ensayos a campo.

Palabras clave: abejas; varroosis; compuestos orgánicos

1. Introducción

Las abejas melíferas (*Apis mellifera*) son un elemento esencial para la biodiversidad y la producción de alimentos a nivel global. Su distribución cosmopolita les permite polinizar la mayoría de cultivos agrícolas y silvestres, incrementando hasta un 96% el rendimiento de los cultivos polinizados por animales (*Figura 1*). Además de su importante rol ecológico, las abejas proveen productos de gran valor, como miel, propóleo, polen, cera y jalea real los cuales se convierten en insumos para la industria alimenticia y farmacológica (Balleta y Locher, 2022).

Figura 1

Abeja melífera (Apis mellifera) polinizando flores de cardo



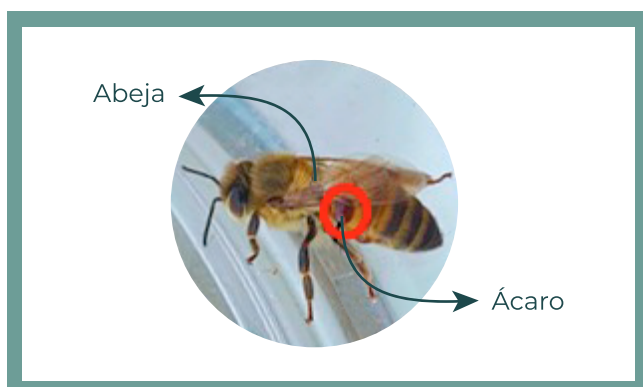
Fuente: Foto a cargo de los autores

La apicultura, en Argentina, es una actividad tradicional con valor económico y social, habiendo logrado convertirse en un protagonista esencial para el mercado mundial (Balleta y Locher, 2022). Nuestro país se posiciona en el tercer lugar en cuanto a producción y en segundo lugar como exportador de miel a nivel mundial, comercializando entre el 90-95% de su producción a nivel internacional, lo que equivale aproximadamente a 200 millones de dólares anuales. En la provincia de Chubut existen cinco asociaciones de productores apícolas, una de ellas es la Asociación Apícola de la Comarca Los Alerces (AACLA), la cual abarca principalmente las localidades de Esquel y Trevelin. Esta provincia cuenta con más de 200 apicultores, logrando alcanzar entre 50.000 y 70.000 kilos anuales de producción de miel, la que es comercializada principalmente a nivel local.

2. Sanidad de abejas melíferas

A pesar del importante rol que cumplen las abejas, se observa a nivel mundial una drástica disminución de sus colonias, siendo esto una gran amenaza para la agricultura y la biodiversidad. Son varias las causas por las cuales están sucediendo estas pérdidas, entre ellas se destacan la pérdida de hábitat, la agricultura intensiva, la reducción de recursos florales, enfermedades parasitarias y posibles interacciones entre diferentes factores de estrés. Entre las enfermedades parasitarias que afectan a las abejas, la varroosis, producida por el ácaro ectoparásito *Varroa destructor*, ha sido identificada a nivel mundial como una de las principales causas de mortalidad en las colmenas (Maggi et al., 2011) (Figura 2).

Figura 2
Apis mellifera y *Varroa destructor*



Fuente: Elaboración propia

El ciclo de vida de este ácaro se divide en dos etapas: la primera es de dispersión, en la cual los ácaros hembra (fecundadas) se adhieren a las abejas adultas. Esta fase cumple una doble función: permite al ácaro alimentarse y desplazarse dentro de la colmena e incluso a otras colmenas.

La segunda fase es la reproductiva, que comienza cuando el ácaro hembra (ya fecundado) abandona al huésped e ingresa a una celda de cría que contiene una larva de abeja. Luego de ingresar, el ácaro hembra deposita huevos siendo el primero macho, y los siguientes serán hembras. La reproducción ocurrirá dentro de la celda entre estos ácaros de la misma generación, el macho fecunda a sus hermanas y después muere. Cuando la abeja adulta emerge de la celda, los ácaros hembra fecundados (la hembra original y sus descendientes) también emergen con ella, comenzando así una nueva fase de dispersión.

Este ácaro genera efectos directos como indirectos. Entre los directos se destacan: el deterioro físico, el acortamiento y deformación de apéndices, el acortamiento del abdomen, la reducción de la vida media, pérdida de peso de las abejas emergentes y el abandono o despoblamiento de la colonia. En cambio, los efectos indirectos se resumen en que estos ácaros pueden facilitar la entrada a una amplia gama de agentes patógenos tales como hongos, bacterias y diversos virus que afectan a las abejas.

Por lo tanto, la varroosis representa uno de los principales problemas para la actividad económica apícola y la agricultura a nivel mundial (Nazzi y Le Conte, 2016). En Argentina se han reportado pérdidas de hasta un 30% de colmenas, siendo *V. destructor* el principal agente causal de estas muertes.

3. Compuestos naturales patagónicos: una alternativa prometedora

El control de la varroosis históricamente se ha basado en el uso de acaricidas sintéticos como compuestos organofosforados y piretroides. Sin embargo, la acumulación de residuos, debido al uso indiscriminado de estos compuestos, ha conducido en muchos casos al desarrollo de poblaciones de abejas con deficiencias (reducción en la supervivencia de larvas y abejas adultas, efectos negativos en el aprendizaje, la memoria y la orientación) y favorecer el desarrollo de poblaciones de ácaros resistentes a estos productos, lo cual conduce a una rápida despoblación de las colonias (Cousin et al., 2013).

En este contexto, los compuestos naturales, como los ácidos orgánicos y los aceites esenciales, representan una alternativa válida, así como una herramienta útil para ser incorporada en un programa de manejo integrado de plagas ya que presentan una baja toxicidad, un escaso impacto ambiental y muy buena aceptación

pública. Además, su integración posibilita la rotación de los acaricidas sintéticos, minimizando su uso.

En la provincia de Chubut, la varroosis es un problema aún no resuelto. Así, muchas veces los productores se ven obligados a utilizar compuestos sintéticos que hacen que los productos apícolas pierdan su valor comercial o bien que no puedan comercializarse cuando los estándares para la venta son muy altos. Por tales motivos, los apicultores de la zona están interesados en sustituir estos compuestos por otros productos más amigables para el medio ambiente y el consumo.

4. Aceites esenciales locales puestos a prueba: ensayos de laboratorio

Algunos estudios en laboratorio han demostrado la eficacia del uso de aceites esenciales como acaricidas (Ruffinengo et al. 2005). No obstante, su aplicación en el interior de las colmenas ha dado resultados variables, y la falta de formulaciones comerciales subraya la necesidad de profundizar en su investigación y desarrollo. Sin embargo, en la región patagónica, los estudios e investigaciones en la temática son escasos y aún se desconoce el efecto de los aceites esenciales sobre *V. destructor* y *A. mellifera*.

En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia acaricida de los aceites esenciales de especies de plantas vasculares seleccionadas para el control de la varroosis: *Senecio filaginoides* DC (charcao), *Adesmia boronioides* Hook f. (paramela), *Dysphania ambrosioides* L. Mosyakin & Clemants (paico), *Azorella prolifera* (Cav.), G.M. Plunkett & A.N. Nicolas (neneo), *Thymus vulgaris* L. (tomillo), *Lavandula hybrida* (lavandín) y *Juniperus communis* L. (enebro) (Figura 3).

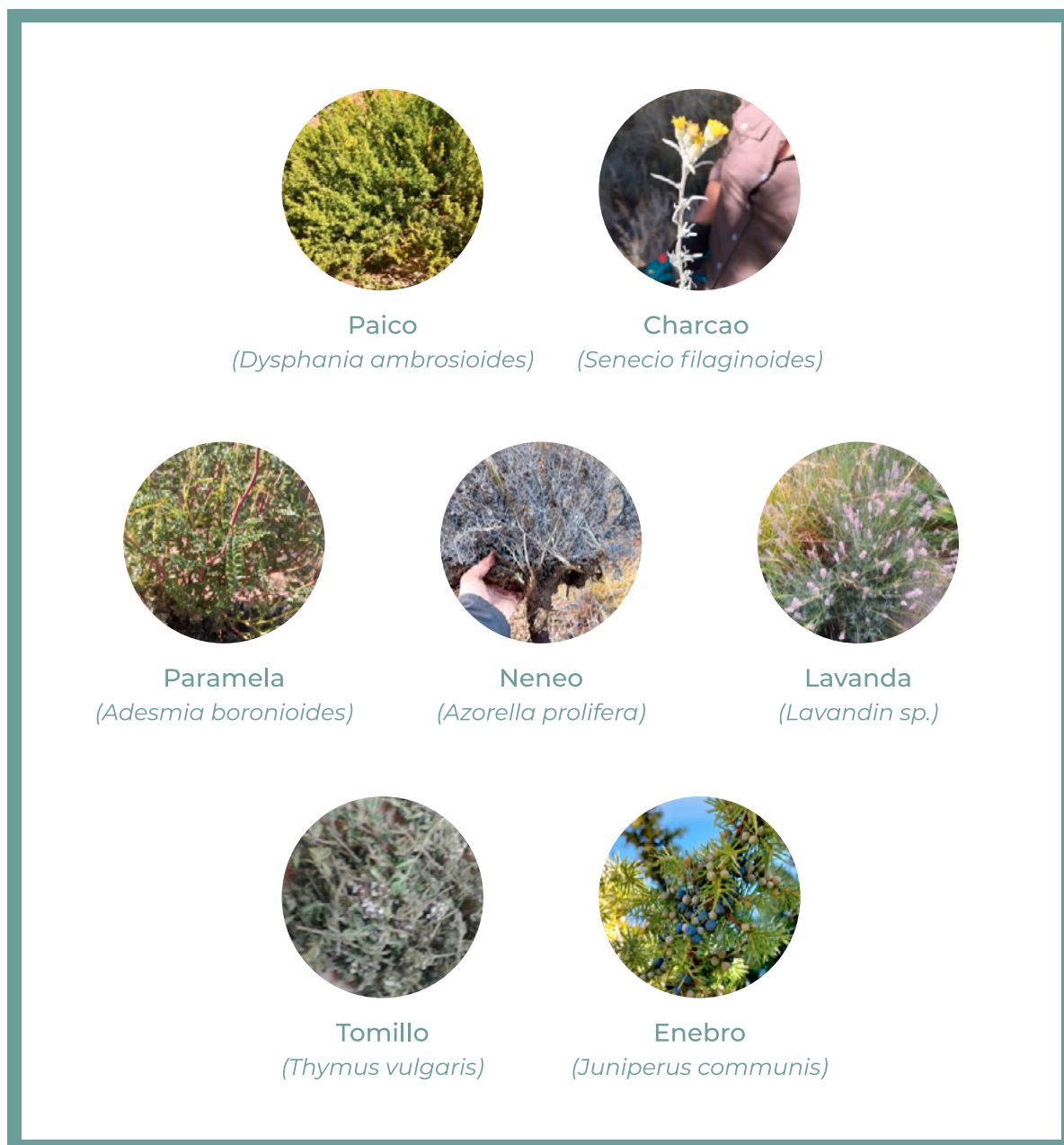
La extracción de los aceites esenciales se realizó en la Unidad de Extracción de Aceites Esenciales del Instituto de Biotecnología Esquel (UEAE-INBIES) perteneciente a la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB) utilizando el equipo de menor escala. A su vez, se realizaron las caracterizaciones químicas de los aceites esenciales obtenidos.

Las muestras de ácaros y abejas adultas se obtuvieron del apiario del establecimiento “Valle andino”, ubicado en el predio de la UNPSJB, sede Esquel. Estas colonias, mantenidas sin tratamiento durante más de seis meses, sirvieron como fuente de parásitos. Tras identificar colmenas infestadas, se seleccionaron cuadros con cría y se incubaron durante 24 hs. De estos cuadros se obtuvieron los ácaros y las abejas recién emergidas. Posteriormente, se realizaron ensayos *in vitro* mediante exposición completa, para calcular la concentración que resulta letal al 50% de los individuos expuestos, tras periodos de exposición de 24, 48 y 72hs.

Durante el tiempo de exposición las abejas fueron alimentadas con Candy (agua + azúcar) y con una esponja humedecida con agua.

Figura 3

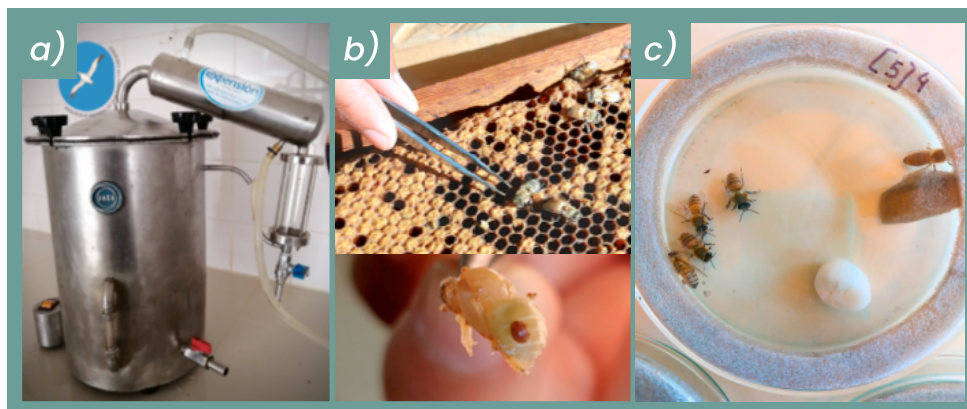
Especies vegetales utilizadas para la obtención de aceites esenciales



Fuente: Fotos a cargo de los autores

Figura 4

Metodología empleada. A) Equipo de extracción de aceites esenciales. B) Colecta de abejas recién emergidas y de ácaros. C) Ensayo de exposición sobre abejas y ácaros.



Fuente: Fotos a cargo de los autores

Los resultados obtenidos han demostrado que los aceites esenciales presentan una actividad acaricida prometedora en condiciones de laboratorio y no muestran actividad insecticida frente a las abejas (adultas y larvas). Esto se debe a su composición química, en especial por la presencia de terpenos, los cuales reducen significativamente la infestación de *V. destructor* en colonias de abejas melíferas. En particular, el aceite de enebro mostró el mayor efecto acaricida para el control de *V. destructor* y por presentar baja toxicidad en las abejas, mientras que el aceite de neneo, paico y paramela resultaron ser tóxicos para las abejas tras 24 hs de exposición.

La crisis sanitaria causada por *V. destructor* y la creciente demanda de estrategias orgánicas para su control han impulsado una intensa búsqueda de herramientas innovadoras a partir de investigaciones científicas, las cuales se han incrementado en los últimos años. En la provincia de Chubut, al igual que en el resto del país, el sector productivo y científico exploran el potencial de aceites esenciales de la vegetación local. De este modo, se proyectan futuras investigaciones, como ensayos en laboratorio con larvas y pruebas a campo con abejas adultas, para validar su eficacia en la reducción de pérdidas de colonias y económicas asociadas. Este estudio sobre el control contra *V. destructor*, aporta información novedosa y relevante para la región, considerando el clima, el manejo apícola y la disponibilidad de recursos, por lo que los resultados son cruciales dada la necesidad de conocimiento científico para abordar los problemas de sanidad del sector apícola regional.

5. Referencias

- Balleta A. y Locher M.V. (2022). Innovación, redes y territorio: un análisis del sistema apícola del centro de Santa Fe, Argentina. *Revista Agroalimentaria*, 28(54),101-121. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/205880/CONICET_Digital_Nro.7ebc0a89-d5ca-47e0-8347-8b0cb7c274dd_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Cousin M., Silva-Zacarin E., Kretzschmar A., El Maataoui M., Brunet J.L. et al. (2013). Size Changes in Honey Bee Larvae Oenocytes Induced by Exposure to Paraquat at Very Low Concentrations. *PLoS ONE*, 8(5), e65693. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065693>
- Maggi M., Peralta L., Ruffinengo S., Fuselli S. y Eguaras M. (2011). Body size variability of *Varroa destructor* and its role in acaricide tolerance. *Parasitology Research*, 110(6), 2333- 2340. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2768-7>.
- Nazzi F. y Le Conte Y. (2016). Ecology of *Varroa destructor*, the major ectoparasite of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Annual review of entomology*, 61, 417-432. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023731>
- Ruffinengo S., Eguaras M., Floris I., Faverin C., Bailac P. y Ponzi M. (2005). LD50 and repellent effects of essential oils from Argentinian wild plant species on *Varroa destructor*. *J Econ Entomol*, 98(2), 651-655. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.3.651>

Polinizadores de los sauces del río Chubut

Graciela Jaramillo,⁶ Ivonne Orellana⁶ y Danielle Anjos-Santos⁷

Resumen

Las riberas de la mayoría de los ríos de Patagonia se encuentran pobladas por especies del género *Salix*. En la cuenca media de río Chubut se ha registrado un proceso de hibridación entre individuos masculinos de *Salix humboldtiana*, que proveen polen a *Salix x fragilis*, que solo presenta individuos femeninos en nuestra región. Para que dicha hibridación ocurra es necesario que los sistemas de polinización de ambos taxones sean compatibles. En general se asume que los sauces son polinizados por insectos, debido a que presentan características como la presencia de amentos rígidos y erectos, aromas florales y oferta de néctar. El objetivo de este trabajo es realizar aportes en cuanto a la composición del ensamble de insectos polinizadores de *S. humboldtiana* y de *S. x fragilis*. Para llevar a cabo el mismo, se seleccionaron tres sitios en la cuenca media del río Chubut, entre Costa del Chubut y Paso del Sapo. En cada uno de ellos, se eligieron tres individuos femeninos y tres masculinos de *S. humboldtiana*, además de otros tres individuos femeninos de *S. x fragilis*, y se realizó un registro de las visitas florales durante dos periodos de floración consecutivos. También se realizó una captura activa

⁶ Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Contacto: gra.jaramillo.esq@gmail.com

⁷ Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP) - Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

de insectos, el acondicionamiento y su posterior identificación. Se registraron 12 especies de visitantes florales dentro de Hymenoptera, siete especies de Diptera, cinco de Coleoptera y uno de Trichoptera. De las 25 especies de insectos registradas, 13 fueron registradas en pies masculinos de *S. humboldtiana*, así como en pies femeninos de *S. x fragilis*, confirmando que estos sauces comparten alrededor de un 50% del ensamble de polinizadores.

Palabras clave: polinización; visitantes florales; sauce criollo; *Salix x fragilis*, *Salix humboldtiana*

1. Introducción

En Argentina se ha citado la presencia de al menos 12 especies de sauces de origen euroasiático, introducidas con fines maderables, ornamentales, de protección, etc. (Méndez, 2012). Por otro lado, en nuestro país, el único sauce nativo sudamericano, *Salix humboldtiana* Willd (sauce criollo), se distribuye naturalmente. Los sauces se distinguen por tener elevadas tasas de crecimiento, particularidad que los hace muy apreciados culturalmente, pero, además, varias especies de sauce tienen facilidad para reproducirse vegetativamente, establecerse en ambientes disturbados y capacidad de cruzarse entre sí generando híbridos (Bozzi et al., 2014). Algunas de estas características les permiten colonizar nuevos ambientes, como está ocurriendo en Patagonia, donde las invasiones se ven favorecidas por la dinámica de disturbios de los ríos patagónicos (Datri et al., 2016).

El sauce híbrido *Salix x fragilis* L. (sauce híbrido frágil o mimbre), originario del Mar Negro, es actualmente una de las especies invasoras más agresivas en los ambientes de ribera y humedales de las provincias patagónicas de Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego (Budde et al., 2010). El río Chubut, en particular, es hábitat de las poblaciones más australes de *S. humboldtiana*, principal especie arbórea de la estepa patagónica. Estas poblaciones se distribuyen, en su mayoría, en grupos relictuales de escasos individuos (Orellana et al., 2022). En la cuenca media del río Chubut se ha registrado la presencia de híbridos entre *S. humboldtiana* y *S. x fragilis*. Esto evidenciaría un proceso de hibridación entre individuos masculinos de sauce criollo, que proveen polen al sauce exótico, que solo presenta individuos femeninos en nuestra región, mientras que el sauce criollo presenta individuos de ambos sexos (Bozzi et al., 2014; Orellana et al., 2022). Conviene recordar que los sauces son especies dioicas (flores masculinas y femeninas en individuos separados) y que para que la hibridación entre especies ocurra, se deben cumplir ciertos requisitos como compatibilidad genética entre los parentales, superposición

de hábitat entre individuos, así como distancias efectivas de polinización y superposición en sus épocas de floración. Las hibridaciones contribuyen a la pérdida de identidad genética de las especies, que en este caso afecta muy negativamente a la especie nativa (Bozzi et al., 2014).

2. Polinización de los sauces

En general se asume que los sauces son polinizados por insectos, aunque algunas especies son parcialmente polinizadas por acción del viento (Argus, 1974; Tamura y Kudo, 2000). Los sauces poseen características que se asocian a la polinización mediada por insectos o entomofilia, como la presencia de amentos rígidos y erectos, aromas florales y oferta de néctar (Figura 1). Los insectos que visitan las flores masculinas son recompensados con polen y néctar de fácil acceso o solamente con néctar cuando visitan las flores femeninas (Füssel, 2007). El objetivo de este trabajo es realizar aportes en cuanto a la composición del ensamble de insectos polinizadores de *S. humboldtiana* y de *S. x fragilis* en el río Chubut.

Figura 1

Flores unisexuales dispuestas en amentos rígidos y erectos.

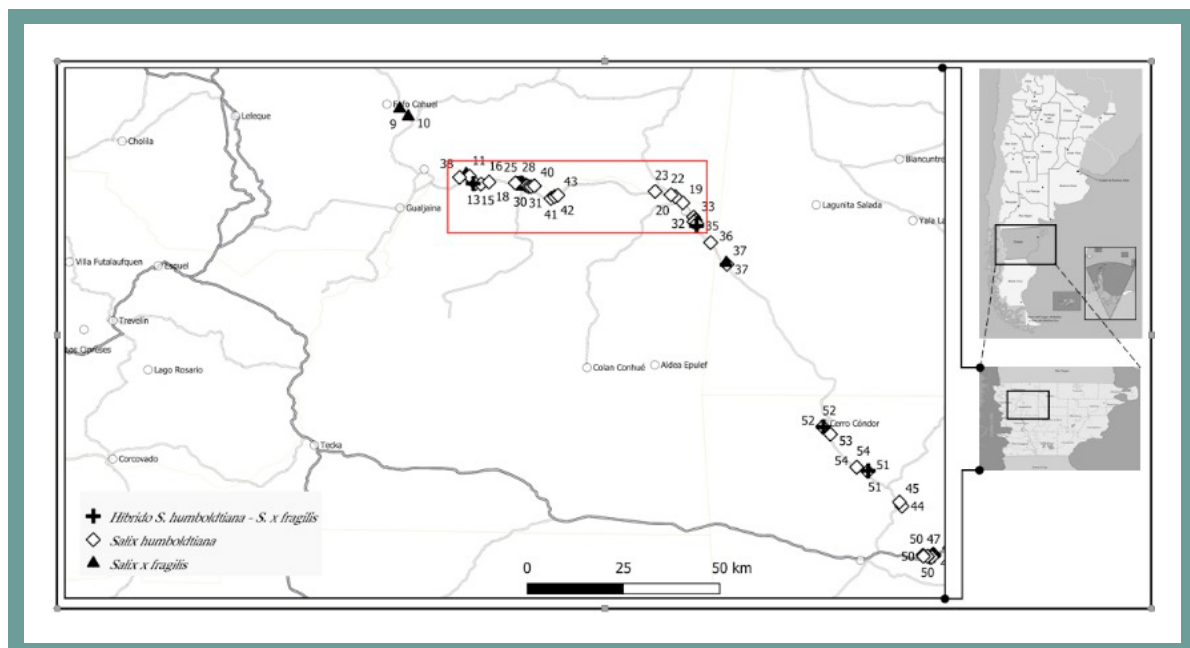


Fuente: Elaboración propia

Para esto se seleccionaron tres sitios en la cuenca media del río Chubut, entre las localidades de Costa del Chubut y Paso del Sapo (Figura 2). En la selección de dichos sitios se tuvo en cuenta la proporción de sexos de *S. humboldtiana*, debido a que la mayoría de las poblaciones presenta una proporción mayor de individuos masculinos (Orellana et al., 2022). En cada uno de los sitios se seleccionaron un total de nueve sauces: tres individuos femeninos y tres masculinos de *S. humboldtiana*, además de otros tres individuos femeninos de *S. x fragilis*. Las distancias entre los individuos femeninos y masculinos fueron de 1-50 m para *S. humboldtiana* y de 12-95 m para *S. x fragilis*. Se realizó un registro de los insectos que visitaban las flores durante dos periodos de floración (2022/2023) consecutivos. En cada árbol se realizaron observaciones focales, registrando los visitantes florales, cada tres horas, de 8 a 20 hs, durante 10 minutos, y repitiendo el procedimiento cada 15 días, durante los meses de noviembre a diciembre. Además, se realizó una captura activa de insectos, usando redes y acondicionándolos adecuadamente para su posterior identificación.

Figura 2

Zonificación de las poblaciones de *Salix humboldtiana*, en la ribera del río Chubut, en la cuenca media. El rectángulo rojo circunscribe el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia

Luego de la identificación de los insectos y el correspondiente análisis de los datos se registraron 12 especies de visitantes florales dentro de Hymenoptera (abejas y avispas), siete especies de Diptera (moscas), cinco de Coleoptera (escarabajos y mariposas) y una de Trichoptera (frigáneas). De las 25 especies registradas, 13 fueron observadas tanto en individuos masculinos de *S. humboldtiana* como en *S. x fragilis* (Figura 3). Esto demuestra que ambas especies (taxones) de sauce comparten una parte del ensamble de visitantes florales. Por otra parte 17 especies de insectos visitaron tanto a individuos masculinos como femeninos de *S. humboldtiana*. No obstante, de esas 17 especies, siete no fueron registradas en *S. x fragilis*, siendo exclusivas del sauce criollo. Finalmente, distancias de 12 a 95 m entre *S. x fragilis* y *S. humboldtiana* demuestran ser efectivas para atraer visitantes florales comunes.

Según se mencionó anteriormente, el río Chubut es el hábitat de las poblaciones en el límite sur de distribución de *S. humboldtiana*, lo cual tiene una enorme importancia para la conservación biológica debido al acervo genético de estas poblaciones. De acuerdo a nuestros resultados, hay evidencias para suponer que al menos una parte del ensamble de insectos polinizadores de *S. humboldtiana* contribuye en la polinización de *S. x fragilis*. Continuaremos indagando en la relación entre visitantes florales y polinización efectiva, así como en la superposición en las épocas de floración de ambas especies de sauces y contribución del viento a la polinización. Por último, cabe destacar que este tipo de estudios son escasos en Patagonia, por lo cual nuestra investigación representa un aporte significativo para la ciencia.

Figura 3

Ensamble de especies polinizadoras comunes a ambas especies de sauce en el río Chubut. Diptera: *Muscina stabulans*, *Syrphus octomaculatus*, *Compsomyiops fulvicrura*, *Myopa* sp., *Musca domestica*; Coleoptera: *Hippodamia variegata*, Melyridae. Hymenoptera: *Apis mellifera*, *Colletes seminitidus*, *Xilocopa splendidula*, *Vespula germánica*, *Bombus terrestres* y Eulophidae.



Fuente: Elaboración propia

Referencias

- Argus, G. W. (1974). An experimental study of hybridization and pollination in *Salix* (Willows). *Canadian Journal of Botany*, 52(7), 1613-1619. <https://doi.org/10.1139/b74-212>
- Bozzi, J. A., Marchelli, P. y Gallo, L. A. (2014). Sauce criollo: Una especie amenazada en Patagonia. *Revista Presencia*, (62), 29-33. <http://hdl.handle.net/11336/40749>
- Budde, K. B., Gallo, L., Marchelli, P., Mosner, E., Liepelt, S., Ziegenhagen, B. y Leyer, I. (2010). Wide spread invasión without sexual reproduction? A case study on European willows in Patagonia, Argentina. *Biological Invasions*. 13(1), 45-54. <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9785-9>
- Datri, L. A., Faggi, A. M. y Gallo, L. A. (2016). Entre el orden y el caos: invasiones con dinámicas no lineales de sauces y álamos en el norte de la Patagonia. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, 6(1), 12-22. <https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/47610/GALLO-16-26%20%281%29.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Füssel, U. (2007). *Floral scent in Salix L. and the role of olfactory and visual cues for pollinator attraction of Salix caprea L.* [Tesis Doctoral, Universidad de Bayreuth de Alemania]. <https://d-nb.info/987374427/34>
- Méndez E. (2012). Revisión del género *Salix* (Salicaceae) en la Provincia de Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCUYO*, 44(2), 157-192. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/4756/t44-2-13-mendez.pdf
- Orellana, I.A., Vincon, S.G., Williams, A. y Acuña, L. (2022). Situación de las poblaciones de *Salix humboldtiana* (Salicaceae) en el valle del Río Chubut, Argentina. *Revista Bosque*, 43(3), 253-266. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002022000300253>
- Tamura, S. y Kudo, G. (2000). Wind pollination and insect pollination of two temperate willow species, *Salix miyabeana* and *Salix sachalinensis*. *Plant Ecology*, 147(2), 185-192. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1009870521175>

Diversidad florística, actualización nomenclatural, distribucional actual y de las licofitas (Lycopodiopsida) y helechos (Polypodiopsida) de Neuquén, Argentina

Hernán A. López,⁸ Marcelo Arana,⁹ Leonardo A. Datri,⁸
Eliana Miranda Pazcel,⁸ Mario Robertazzi⁸ y Maira Kraser⁸

Resumen

Se registraron las especies de licofitas y helechos presentes en la provincia de Neuquén, actualizando su nomenclatura, distribución actual y estado de conservación de los distintos grupos taxonómicos. Se consultó el registro de bases de datos, en especial GBIF, y se revisaron las floras y los catálogos de plantas vasculares locales. Se registraron 58 especies y dos variedades, representando un 15% de la diversidad de estas plantas en Argentina. Además, se reconocieron nuevas citas y se excluyeron taxones del territorio estudiado. Las distribuciones actuales por familia muestran

⁸ Laboratorio de Ecología de Bordes – UFLO Universidad. Contacto: hernan.lopez@uflouniversidad.edu.ar

⁹ Grupo GIVE, Departamento de Ciencias Naturales - Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales - Universidad Nacional de Río Cuarto | Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA).

patrones distintivos. Se detectaron los ambientes con mayor densidad de especies. Se señala al bosque valdiviano y Maule como áreas claves para la distribución y conservación.

Palabras Clave: *Lycopodiosida*, *Polypodiosida*, licofitas, helechos, Neuquén

1. Introducción

Las licofitas y los helechos, que comprenden alrededor de 12.000 especies, son los linajes de plantas más tempranamente divergentes (Arana, 2016). Han desarrollado notables adaptaciones a condiciones extremas ambientes, desde regiones tropicales hasta templadas frías, desde tierras bajas hasta zonas alpinas y de condiciones xéricas a acuáticas (Ponce y Arana, 2016). Los helechos en particular son considerados indicadores ecológicos importantes porque son susceptibles a los cambios ambientales (Sharpe et al., 2010). Así, conocer la composición y diversidad de la flora de helechos es fundamental para detectar cambios forestales y pérdida de calidad ambiental.

En Argentina se encuentran presentes 38 especies de licofitas y 368 especies de helechos (Ponce y Arana, 2016). En relación con las especies de la provincia de Neuquén, existen diferencias en cuanto a las cantidades de especies presentes (Ponce y Arana, 2016). Además, dados los cambios en la nomenclatura debido a nuevos estudios que esclarecen la identidad de los taxones presentes en el país, se requiere actualizar la nomenclatura de las especies presentes en el territorio, lo que constituye un aporte para la gestión de los recursos naturales, especialmente en lo referido a la conservación de la biodiversidad.

El registro de las distribuciones actuales resulta de interés a los fines de estudios biogeográficos, evolutivo e incluso de conservación, dado que las especies de helechos y licofitas requieren condiciones especiales para su desarrollo en general relacionados con los niveles de humedad (Umair et al., 2023), necesarios para poder cumplir su ciclo biológico, dado que este grupo presenta gametas ciliadas que necesitan un medio acuático para su desplazamiento y lograr el proceso de fecundación.

Por lo expuesto, el presente trabajo tiene como objetivos: a) determinar la biodiversidad de licofitas y helechos presentes en la provincia de Neuquén, b) actualizar su nomenclatura y c) determinar las distribuciones actuales de las especies. Los resultados podrán proveer soporte para el diseño en políticas de conservación y diferentes estudios de estos grupos de plantas vasculares.

2. Métodos

2.1. Determinación de biodiversidad de licofitas y helechos

Se realizaron relevamientos bibliográficos utilizando el Catálogo de Plantas Vasculares (Zuloaga et al., 2025) y Flora Vascular de la República Argentina (Ponce y Arana, 2016). Adicionalmente se revisaron los registros de Global Information of Biodiversity (GBIF, 2024). Se consideraron únicamente registros y puntos de ocurrencia respaldados por ejemplares depositados en herbarios y determinados por especialistas. Dichos puntos fueron mapeados a partir de las coordenadas informadas. La totalidad de los registros relevados al igual que la totalidad de las especies reconocidas están a disposición de quienes lo requieran.

2.2. Actualización nomenclatural

La nomenclatura específica se constató mediante las bases de datos del Jardín Botánico de Kew, “Plants of the World online” (POWO, 2024), de World Flora Online (WFO, 2024) y de Trópicos del Jardín Botánico de Missouri (Tropicos, 2025), así como artículos científicos recientes, específicos para cada grupo en particular. Los diferentes nombres científicos relevados fueron constatados por las bases de datos más recientes y, en caso de que existieran discrepancias, se adoptó el último nombre aceptado. La sistemática de la familia utilizada es según la utilizada en la Flora Vascular de la República Argentina (Ponce y Arana, 2016).

3. Resultados

Se registraron 261 ejemplares de herbario que documentan la presencia y distribución de 58 especies y 2 variedades de licofitas y helechos del Neuquén. Las familias representadas fueron: *Isoetaceae* (1 sp.), *Lycopodiaceae* (4 sp.), *Aspleniaceae* (3 sp.), *Blechnaceae* (8 sp.), *Cystopteridaceae* (1 sp.), *Dennstaedtiaceae* (1 sp.), *Dicksoniaceae* (1 sp.), *Dryopteridaceae* (7 sp.), *Equisetaceae* (2 sp.), *Hymenophyllaceae* (16 sp.), *Ophioglossaceae* (4 sp.), *Polypodiaceae* (3 sp.), *Pteridaceae* (5 sp.) y *Salviniaceae* (1 sp.). Entre las familias representadas se destaca la familia *Hymenophyllaceae* por su mayor riqueza de especies.

4. Distribución de las especies

En relación con la distribución geográficas por familia de las especies:

- *Isoetaceas* (Figura 1 A) es representada por el género *Isoetes* con *I. chubutense*. Se encuentra localizada en los departamentos de Los Lagos y Minas, al norte de la provincia.
- *Lycopodiaceae* (Figura 1 B) se ubica en el sur de la provincia en los departamentos Los Lagos y Lácar.
- *Equisetaceae* (Figura 1 C) presenta registros mayoritarios de *Equisetum bogotense* y muy escasos de *E. giganteum*. La distribución de la familia se extiende a lo largo de la provincia. Comprende las ecorregiones del bosque valdiviano, Maule y estepa patagónica.
- *Ophioglossaceae* (Figura 1 D) con sus cuatro especies se encuentran distribuidas en la parte media de la provincia. Los registros pertenecen exclusivamente a la ecorregión de Maule (Figura 4 D).
- *Aspleniaceae* (Figura 2 A) se distribuye generalmente hacia el sur de la latitud 39 al 41. Ocupa los departamentos de Aluminé, Lácar y Los Lagos; de forma excepcional *Asplenium papaverifolium* muestra un registro en el departamento de Minas. Forma parte de la ecorregión del bosque patagónico y algunos puntos de ocurrencia en la estepa patagónica como es el caso de *A. papaverifolium* (Figura 4 D).
- *Blechnaceae* (Figura 2 B) muestra una distribución extensa en la provincia con agrupación de especies en el sur con algunos registros de *Austroblechnum microphyllum*, *Parablechnum cordatum*, *Blechnum arcuatum* y *B. auriculatum* en la estepa patagónica. Por otra parte, *A. microphyllum* es la única especie presente en la ecorregión del monte (Figura 4 D).
- *Cystopteridaceae* (Figura 2 C) se encuentra representada por una especie, *Cystopteris apiiformis*, cuya distribución se extiende a lo largo de la provincia. Comprende las ecorregiones del bosque valdiviano, Maule y sectores de la estepa patagónica.
- *Dennstaedtiaceae* (Figura 2 D) representada por *Hypolepis rugulosa*, subsp. *Poeppigiana*, cuyo único registro se localiza en el sur, en la ecorregión del bosque valdiviano.
- *Discksoniaceae* (Figura 3 A), representada por *Lophosoria quadripinnata*, presenta una distribución similar de la especie y familia anterior en los alrededores del lago Nahuel Huapi, departamento de Los Lagos y la ecorregión del bosque valdiviano.
- *Dryopteridaceae* (Figura 3 B) muestra una distribución extendida a lo largo de la provincia, ocupando las ecorregiones del bosque valdiviano, Maule y algunas

especies con presencia en la estepa patagónica. *Dryopteris filix-mas* se registra en el sur de la provincia, al igual que *Polystichum chilense*, *P. mohrioides* y *Megalastrum spectabile*. *P. plicatum* presenta la mayoría de sus registros en la región de Maule, acompañado de *P. andinum* y, por otra parte, *P. plicatum* y *P. chilense* lo hacen en la estepa patagónica.

- *Gleicheniaceae* (Figura 3 C), representada por dos especies, *Sticherus criptocarpus* y *S. quadripartitus*, se encuentra en el sur, ocupando la ecorregión de bosque valdiviano.
- *Hymenophyllaceae* (Figura 3 D) se encuentra representada por 16 especies, cuyos registros se dividen en dos grupos: uno en el sur, en el departamento de Los Lagos correspondiente a la ecorregión del bosque valdiviano y el otro en el departamento de Laca, en la ecorregión de Maule (*Hymenophyllum peltatum*, *H. asperulum*, *H. krausseanum*, *H. caespitosum* y *H. darwini*).
- *Polypodiaceae* (Figura 4 A), representada por tres especies, se encuentra distribuida en la parte sur, en la ecorregión del bosque valdiviano y Maule, con la presencia solo de *Notogrammitis angustifolia* en esta última ecorregión.
- *Pteridaceae* (Figura 4 B), representada por tres géneros y cinco especies, muestra una distribución extendida. La mayoría de los registros se ubican en la parte inferior de la provincia, ocupando la ecorregión del bosque valdiviano y Maule. Sin embargo, se encuentra registros en la estepa patagónica de las mismas especies (*Adiantum chilense* var. *chilense*, *A. chilense* var. *scabrum* y *Cheilanthes glauca*) (Figura 4 D).
- *Salviniaceae* (Figura 4 C), con una sola especie, *Azolla filiculoides*, se encuentra presente en lagunas y en cercanías de ríos en el departamento de Confluencia correspondiente a ecorregión del monte.

Distribución en ecorregiones de Lycopodiopsida y Polypodiopsida

Si se analizan los registros según la categoría taxonómica de clase (*Lycopodiopsida* y *Polypodiopsida*) (Figura 4 D), se observa que las *Lycopodiopsida* se encuentran distribuidas en las ecorregiones del bosque valdiviano y Maule. En cambio, la clase *Polypodiopsida* se encuentra distribuidas en todas las ecorregiones (bosque valdiviano, Maule, estepa patagónica y monte).

5. Discusión y conclusión

La presencia de 58 especies y dos variedades de licofitas y helechos dan cuenta de

la importante representación de este grupo de plantas en la provincia de Neuquén, representando un 4,5% de la diversidad total. Asimismo, las licófitas, con sus cinco especies, representan el 13% de la totalidad de las especies de este grupo presente en Argentina, mientras que los helechos forman parte del 15% de esta especie a nivel nacional (Ponce y Arana, 2016); ambos porcentajes muestran una buena representación de este grupo en la provincia.

Las pteridofitas presentan una dependencia reproductiva con la disponibilidad de agua (Umair et al., 2023), lo que provoca que las especies se distribuyan en ambientes donde esté disponible este recurso. La distribución geográfica que han mostrado los distintos registros refuerza esta dependencia dado que la mayoría de las especies se desarrollan en territorio pertenecientes a la ecorregión del bosque valdiviano y Maule, el cual se encuentra comprendido por los departamentos de Los Lagos y Lácar. En esta formación se presenta un grado de humedad debido a precipitaciones que favorece el desarrollo de este grupo de plantas vasculares. La mayor densidad de individuos colectados se ubica en las inmediaciones del lago Nahuel Huapi, siendo coincidente con el espacio de un grado de latitud y longitud (-40° , -71° ; -41° , -72°).

La familia *Hymenophyllaceae* muestra la distribución más significativa agrupada en el sur de la provincia, en el departamento de Los Lagos, en las inmediaciones del lago Nahuel Huapi, en especial en la península Quetrihué. La zona muestra las condiciones óptimas para el desarrollo de las especies de la familia, facilitada por el desarrollo de los árboles donde estas plantas epifitas se desarrollan. Se requieren relevamientos en otras regiones en busca de taxones de esta familia para confirmar esta singular distribución geográfica. Fisiológicamente, esta agrupación geográfica tan singular en ambientes con elevada humedad podría explicarse por la organización de este tipo de plantas vasculares que presentan una delgada capa de células que no ofrecen una protección efectiva ante la desecación y el estrés hídrico, restringiendo de este modo el rango de tolerancia en relación a la humedad de ambientes donde estas especies pueden desarrollar su ciclo de vida.

Otro caso para destacar es el de la familia *Ophioglossaceae*, que si bien los registros son escasos para realizar especificaciones respecto a los patrones de distribución, las especies de la familia se ubican en el cordón montañoso de los Andes, mostrando una tolerancia a la altitud. Esta información podría ser utilizada para fines de conservación de este grupo de plantas.

Llama la atención la presencia de especies de *Asplenium* y *Blechnum* en zonas de la meseta patagónica, un ambiente muy árido en relación con las formas de vida y requerimientos para reproducción de los helechos. La presencia de tales especies evidencia adaptaciones a condiciones ecológicas extremas, características propias de los helechos xéricos (Hietz, 2010).

En relación con la conservación de las especies, aunque para clasificar su estado

es necesario considerar el rango de distribución geográfica general de cada especie, los datos aportados en este estudio permiten identificar especies que se encuentran en condiciones vulnerables en relación con su conservación, debido a que se encuentran representadas por muy escasos ejemplares colectados, cuyas poblaciones necesitan ser reevaluadas para determinar su persistencia. Las especies consideradas vulnerables son *Austrolycopodium albofii*, *A. erectum*, *Hypolepis rugulosa*, *Lophosoria quadripinnata*, *Hymenophyllum quetrihuense* y *H. umbratile*, estas dos últimas las únicas endémicas del grupo.

Teniendo en cuenta el aspecto de conservación, gran parte de las especies se encuentran comprendidas dentro del sistema de áreas naturales protegidas, en especial los parques nacionales Nahuel Huapi y Lanín, que resguardan la flora y fauna, y condiciones ecológicas del bosque valdiviano, y en menor proporción el parque nacional Laguna Blanca. Este particular grupo de plantas nativas, tan dependiente de condiciones ambientales y ecológicas específicas, merece ser conservado de manera *in situ* o *ex situ*.

La estrecha relación de licofitas y helechos con la humedad condiciona su distribución geográfica (Umair et al., 2023), y en un contexto de cambio climático, con aumento de la temperatura en el norte de la Patagonia y cambio en el régimen hídrico (Datri et al., 2021), es de esperar que la permanencia de este grupo de plantas se encuentre en cierto riesgo.

6. Referencias

Arana, M. D. (2016). Licofitas–Clase *Lycopodiopsida*. En M. M. Ponce y M. D. Arana (Coords.) y F. O. Zuloaga, M. J. Belgrano. (Eds.). *Flora Vascular de la República Argentina, Vol. 2, Licofitas. Helechos. Gymnospermae* (pp. 41–42). Editorial del Instituto Darwinion.

Datri, L., Boyero. L., Rodríguez Morata C., López, M. y Gatica J. (2021). La región metropolitana de la Confluencia (RMC) en el contexto del reporte del cambio climático 2021. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología del Paisaje*, 10(1), Volumen Especial. Foro Ecovalle, 7–10. https://www.researchgate.net/publication/356069240_La_Region_Metropolitana_de_la_Confluencia_RMC_en_el_contexto_del_reporte_de_cambio_climatico_2021

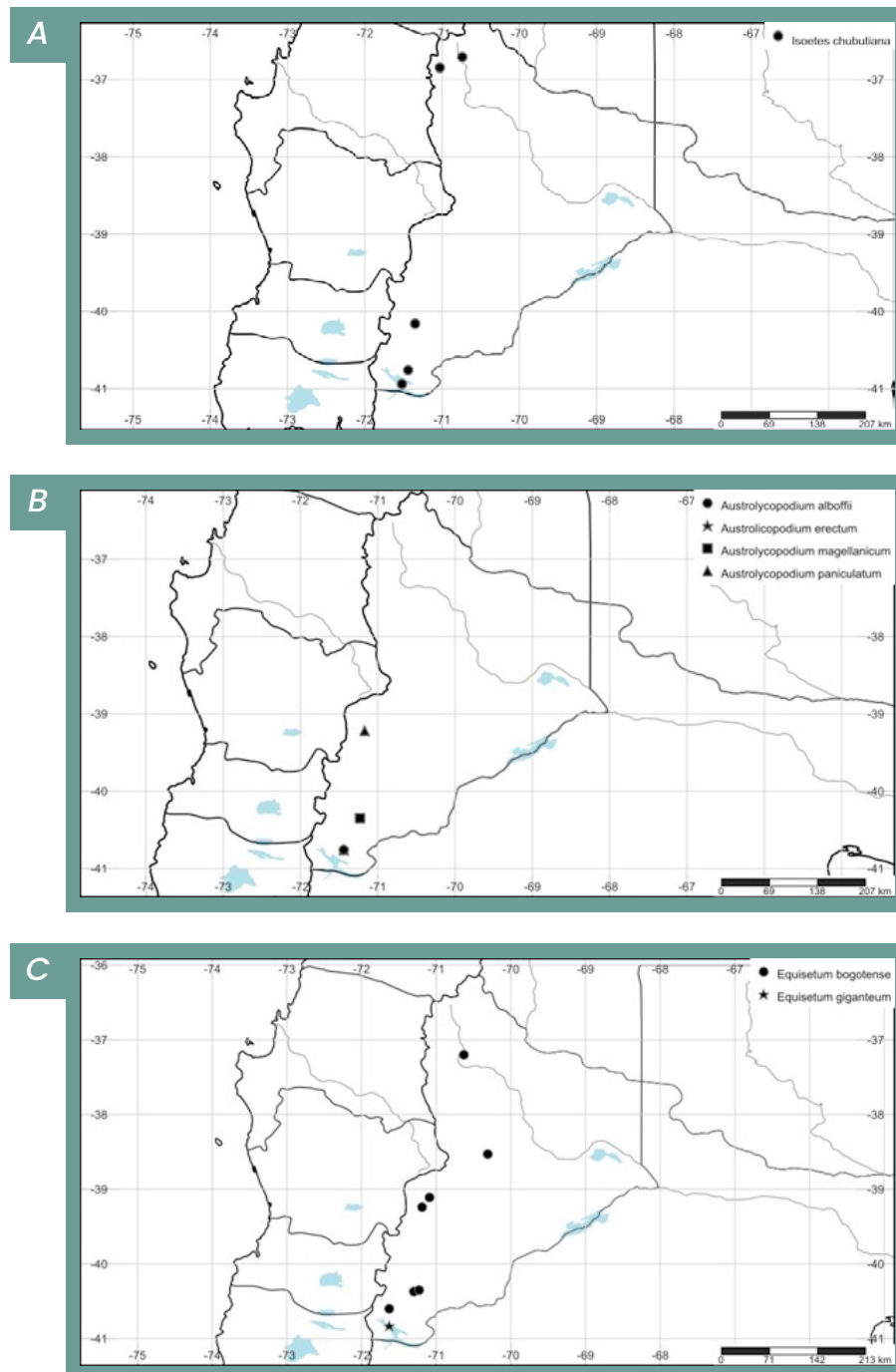
GBIF.org (2024). *Página de Inicio de GBIF*. <https://www.gbif.org> [Consultado el 13 de enero de 2020].

- Hietz, P. (2010). Fern adaptations to xeric environments. En K. Mehltreter, L. Walker y J. Sharpe (Eds.). *Fern ecology* (pp.140–176). Cambridge University Press.
- Ponce, M. M. y Arana, M. D. (2016). Helechos–Clase Polypodiopsida. En M. M. Ponce y M. D. Arana (Coords.) y F. O. Zuloaga, M. J. Belgrano. (Eds.). *Flora Vascular de la República Argentina, Vol. 2, Licofitas. Helechos. Gymnospermae* (pp. 41–42). Editorial del Instituto Darwinion.
- POWO (2025). *Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew.* <https://powo.science.kew.org/> [Consultado el 18 de septiembre de 2025].
- Sharpe, J. M., Mehltreter, K. y Walker, L. R. (2010). Ecological importance of ferns. En K. Mehltreter, L. R. Walker y J. M. Sharpe (Eds.). *Fern ecology* (pp. 1–10). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017>
- Tropicos.org (2025). *Missouri Botanical Garden.* <https://tropicos.org>. [Consultado el 18 de septiembre de 2025].
- Umair, M., Hu, X., Cheng, Q., Ali, S. y Ni, J. (2023). Distribution patterns of fern species richness along elevations the Tibetan Plateau in China: regional differences and effects of climate change variables. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1178603>
- WFO (2024). *World Flora Online.* <https://www.worldfloraonline.org> [Consultado el 2 de febrero de 2024].
- Zuloaga, F. O., Zanotti, C. A. y Salariato, D. L. (2025). Actualización del Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur II. *Darwiniana, Nueva Serie*, 13(1), 189–244. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2025.131.1301>

7. Anexo

Figura 1

Distribución de familias en la provincia de Neuquén: A. Isoetaceae; B. Lycopodiaceae; C. Equisetaceae; D. Ophioglossaceae.



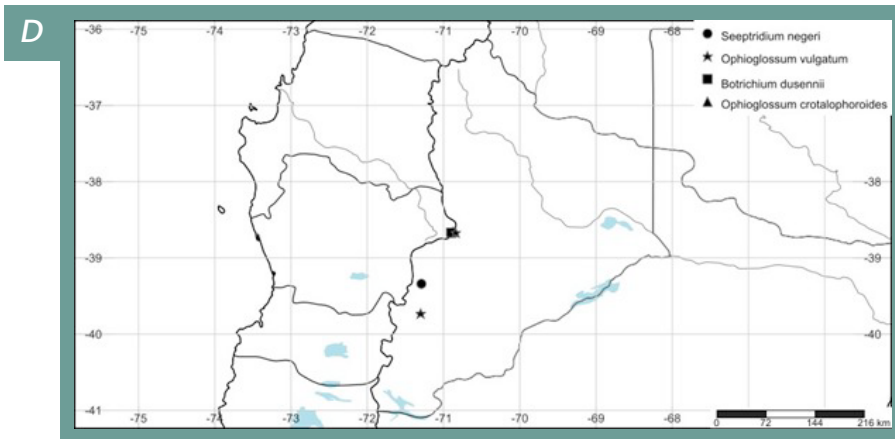
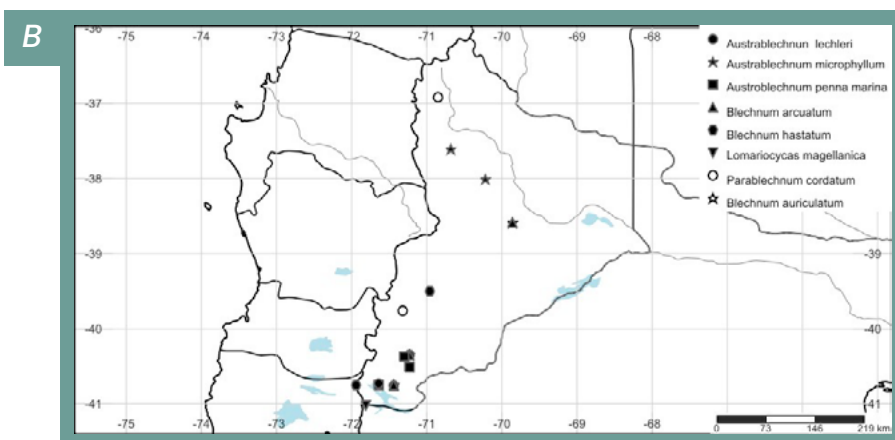
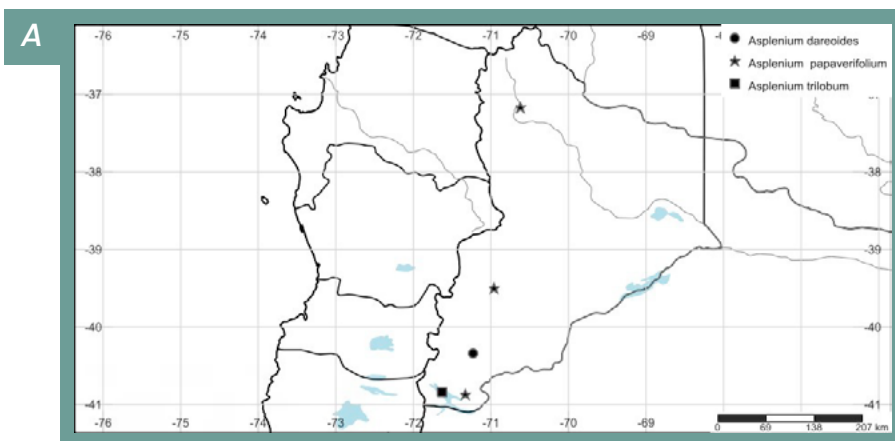


Figura 2

Distribución de familias en la provincia de Neuquén: A. Aspleniaceae; B. Blechnaceae; C. Cystopteridaceae; D. Dennstaedtiaceae



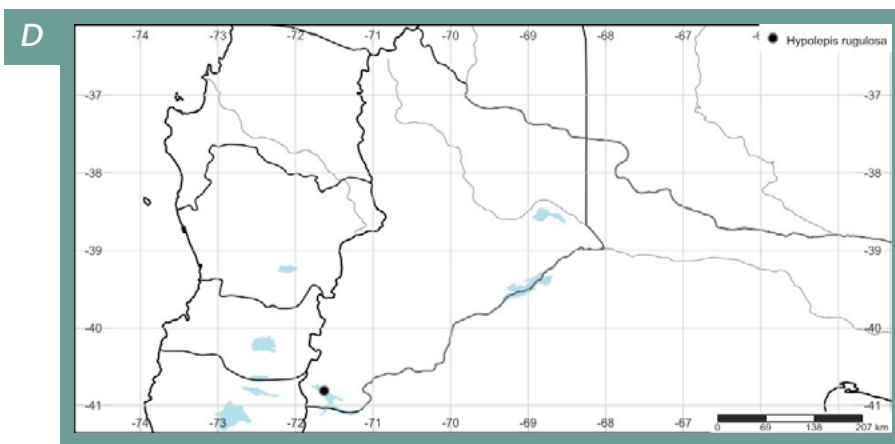
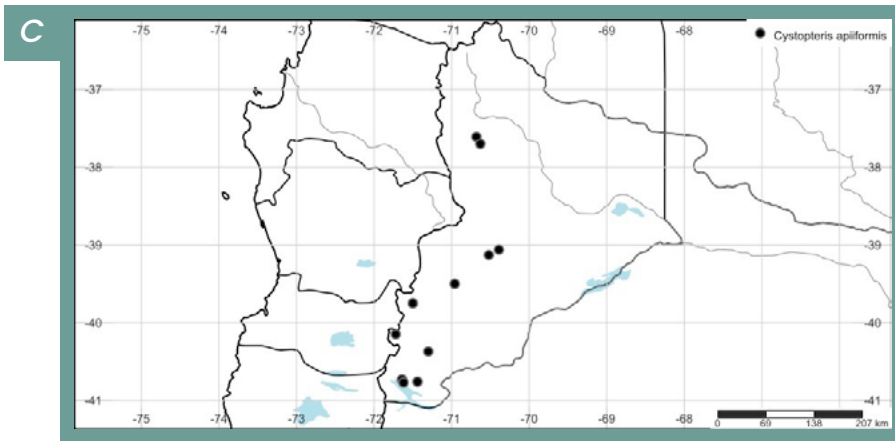
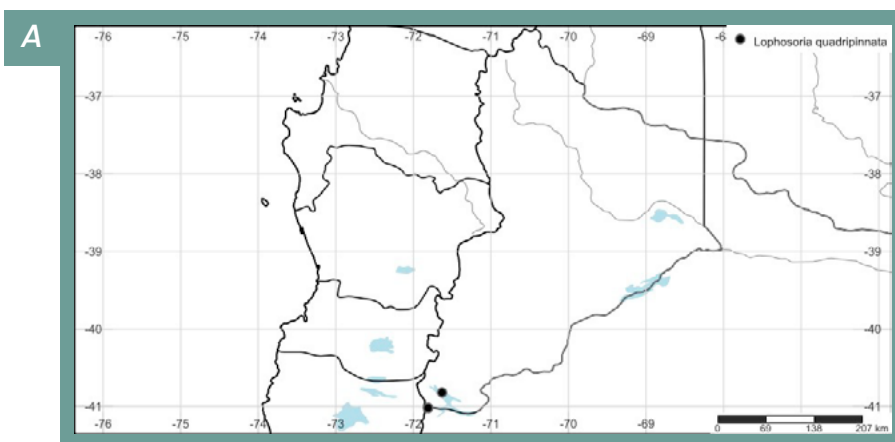


Figura 3
 Distribución de familias en la provincia de Neuquén: A. *Discksoniaceae*; B. *Dryopteridaceae*; C. *Gleicheniaceae*; D. *Hymenophyllaceae*.



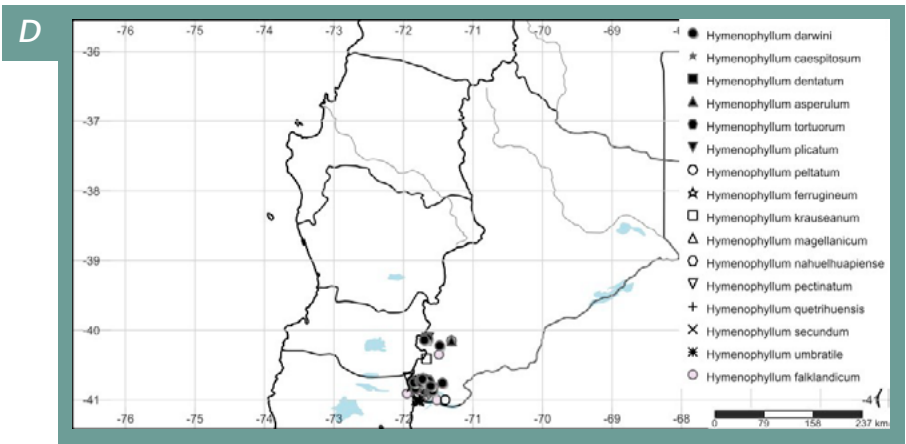
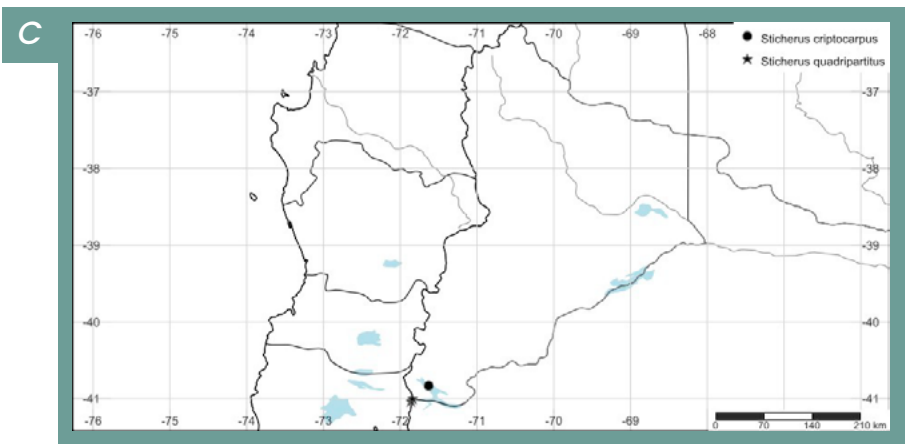
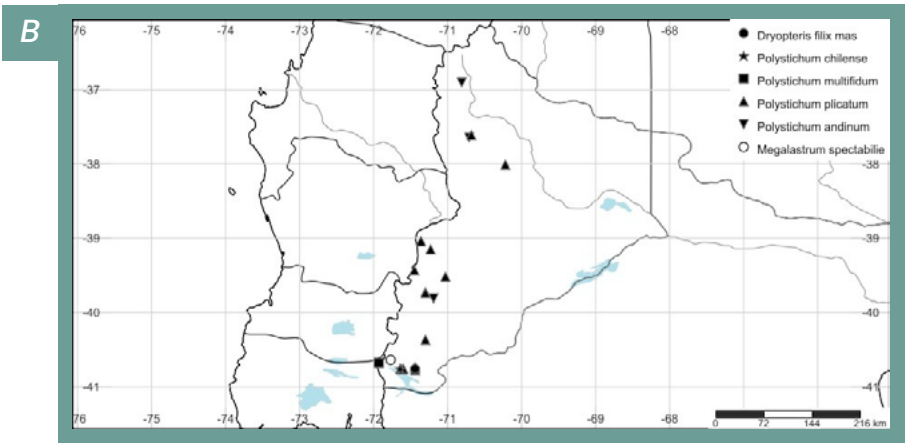
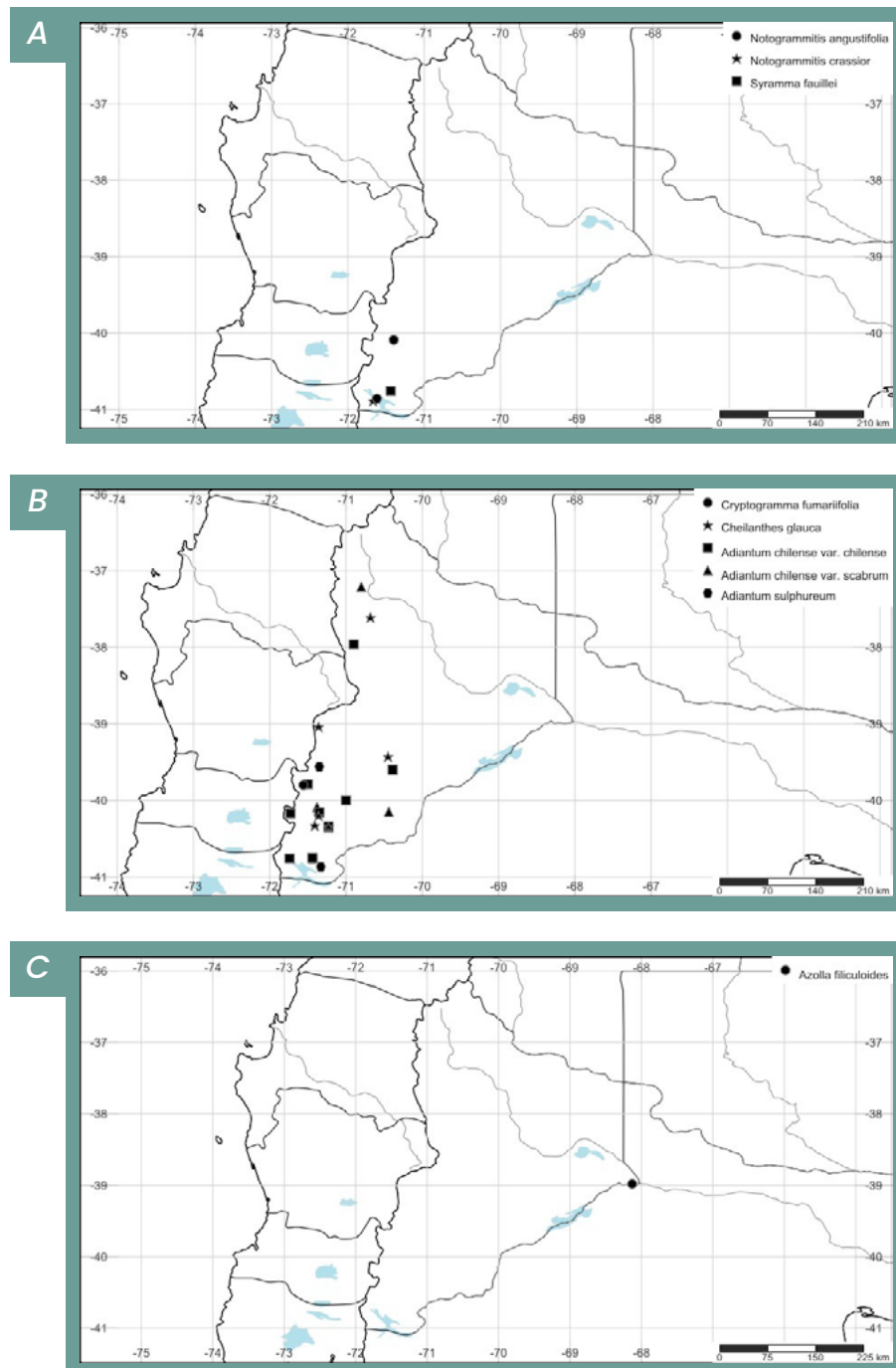
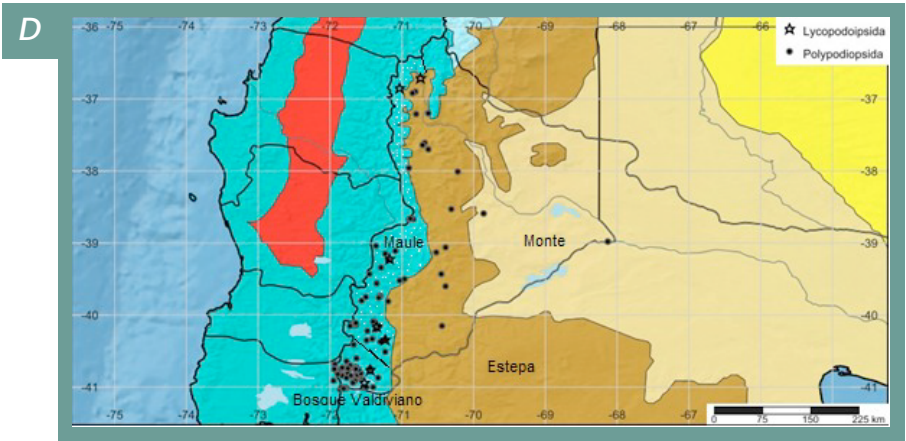


Figura 4

Distribución de familias en la provincia de Neuquén: A. Polypodiaceae Neuquén; B. Pteridaceae; C. Salviniaceae; D. Distribución de los puntos de registros de la totalidad de las especies agrupados por ecorregiones.





Fuente: Elaboración propia

Kolümamüll: el caso de la cofacilitación del Bosque de Arrayanes. Una facilitación regenerativa e intercultural

Pablo Lumerman¹⁰

Resumen

A partir del año 2013, un bosque de arrayanes en Argentina que sufría de una degradación multicausal progresiva de su funcionamiento ecosistémico experimentó un proceso regenerativo facilitado por la colaboración intercultural entre la Administración de Parques Nacionales y comunidades mapuche. El diálogo de saberes entre guardaparques, científicos y personas mapuches con roles de medicina tradicional (*maci* y *lawentutrefe*) permitió un diagnóstico integral y la implementación de prácticas de cuidado conjuntas, mostrando signos de recuperación.

Este caso ilustra la potencialidad de la facilitación regenerativa y su relación con la interculturalidad, en un contexto de policrisis y desconfianza predominante entre actores sociales. Este enfoque busca remediar las relaciones biológicas y culturales, incorporando a la naturaleza como protagonista alojando múltiples modos de ver el mundo. Sus principios incluyen la naturaleza como eje de diálogo, la ternura,

¹⁰ Licenciado en Ciencia Política (Universidad de Buenos Aires). Magister en Desarrollo (Universidad Nacional de San Martín y Universidad Autónoma de Madrid).

la atención restaurativa al daño y la gobernanza adaptada. La cofacilitación intercultural demostró ser eficaz al integrar saberes para abordar la salud ecosistémica y diseñar estrategias regenerativas. Al reconocer a los actores como cocreadores con capacidad de generar nuevas significaciones, la facilitación regenerativa busca aumentar la conciencia y la capacidad de proteger la red terrícola viva, adoptando una perspectiva terrestre para trabajar en la zona crítica de la vida, desarrollando parentescos con organismos sociales y naturales para sostener los ecosistemas.

Palabras clave: facilitación regenerativa; intercultural; Bosque de Arrayanes

1. Introducción: el caso del Bosque de Arrayanes

Cuando mi colega Lorenzo Loncon me conto sobre el caso de remediación intercultural de la “enfermedad” que padeció el Bosque de Arrayanes o *Kolümamüll* (árbol rojo en lengua del pueblo mapuche) no lo pude creer. Luego de investigar el proceso y consultar a especialistas involucrados y no involucrados, me pareció muy pertinente convertirlo en caso para demostrarlo como un dispositivo de facilitación intercultural de un proceso colaborativo con el propósito de regenerar un bosque que atravesaba una situación de degradación significativa.

El Bosque de Arrayanes está ubicado en el extremo sur de la península de Quetrihue sobre la margen norte del lago Nahuel Huapi, dentro del parque nacional Los Arrayanes y se trata del único arrayanal arbóreo del mundo que puede ser visitado en la Argentina. Por su cercanía a la ciudad de Villa la Angostura y sus atributos naturales constituye una atracción mayor en el sistema de áreas protegidas de la región. A fines de los años 2000, el estado de salud del bosque comenzó a preocupar a los guardaparques científicos y visitantes, así como a las comunidades mapuche que viven en sus proximidades. Esta historia cuenta cómo el reconocimiento generalizado del problema de salud del bosque provocó un proceso regenerativo impulsado por funcionarios de la Administración de Parques Nacionales en conjunto con las autoridades indígenas de las comunidades mapuche vecinas. En él, se produjeron acuerdos y colaboraciones que permitieron la recuperación de la salud del bosque.

El problema fue trabajado con un proceso de facilitación intercultural en el encuentro taller “Compartiendo Miradas sobre el Estado del Bosque de Arrayanes” durante setiembre del 2013, bajo la coordinación del Departamento de Conservación y Educación Ambiental y el Área Intercultural de comanejo del Parque Nacional Nahuel Huapi, integrada por las autoridades de la Administración de Parques Nacionales y las autoridades de las comunidades mapuche: *Lof Melo, Lof*

Kintrikew, Lof Quintupuray, Lof Wiritray, Lof Wenu Nirihuau, Lof Maliqueo, Lof Pai-chil Antriao. En ese diálogo intercultural, los participantes, referentes del parque, científicos y autoridades mapuche, abordaron la problemática del estado actual del bosque, para organizar acciones de trabajo que lleven a concluir cuáles son las causas posibles de esta anomalía en algunos ejemplares de arrayanes. Durante este proceso, sostuvieron un diálogo restaurativo sobre la problemática y acordaron desarrollar un proceso de cuidado, resguardo y sanación del bosque.

A partir de este taller se establecieron los pasos a seguir por cada sector para abordar la problemática. Intervinieron las áreas técnicas del parque nacional Nahuel Huapi, investigadores del Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INBIOMA), dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), profesionales de la Universidad Nacional del Comahue, de la Universidad Nacional de Río Negro y referentes del pueblo mapuche en el marco del área de comanejo del parque. Así se pusieron a trabajar en soluciones basadas en el diálogo de saberes y prácticas de cuidado, en acuerdo con el equipo de parques y el equipo de las autoridades comunitarias. Asimismo, participaron personas de las comunidades expertas en plantas medicinales (*lawentutrefe*, en idioma mapuche), que aportaron el conocimiento diagnóstico y terapéutico (manejo) que requería el bosque para mejorar sus indicadores de salud ecosistémica.

Los representantes mapuches que integran el Área de Comanejo del parque nacional Nahuel Huapi convocaron a una ceremonia liderada por el *maci* (autoridad espiritual y medicinal) Víctor Cañulan, con el objetivo de ofrecerle al Bosque de Arrayanes diversas acciones y elementos orientados a restablecer y armonizar su energía (*newen*) del Bosque. De este evento participó el personal del parque nacional Nahuel Huapi, incluyendo a su intendente, investigadores del CONICET y otras instituciones locales. Allí se estableció un sitio ceremonial mapuche (*rewe* en *mapudungun*, que significa “lugar puro o lugar sagrado”). A su vez, los lineamientos de manejo del parque fueron modificados. Hubo nuevas obras de infraestructuras que reducían afectaciones a las raíces de los árboles, un proceso de restauración ecológica con siembra de individuos jóvenes con financiamiento internacional y mayor resguardo del impacto del turismo.

El trabajo colaborativo de científicos, guardaparques y referentes de salud de las comunidades rindió frutos. El bosque comenzó a enviar señales de mejora. Los testimonios dan cuenta de vertientes recuperando carga de agua. Actualmente, el bosque volvió a mostrar señales de desgaste y enfermedad, esperando acaso un nuevo accionar colaborativo y regenerativo de sus guardianes y protectores provenientes de distintas culturas y cosmovisiones. Este dispositivo de cofacilitación regenerativa e intercultural integró a miembros de la comunidad mapuche y técnicos especializados en el marco de los acuerdos del comanejo del parque para impulsar el proceso restaurativo.

Como humanidad, podemos decir que nos encontramos en zona de peligro. En el denominado “estado de policrisis”, las intervenciones de facilitación del diálogo y la mediación se ven desafiadas por un clima de polarización intenso, un estado de desconfianza generalizada a personas e instituciones y de profundo pesimismo respecto al futuro común. Esta situación pone en dificultades a las personas facilitadoras y les demanda una actualización conceptual a la altura de las características de la conflictividad en la que intervienen. Hemos descrito la forma en que el campo de la facilitación se hace parte de un cambio de paradigma en el que distintos grupos comienzan a adaptar y transformar sus modelos de acción, incorporando a la naturaleza y conjugando la cosmovisión científica moderna con la indígena. Supone dotar a los interventores de herramientas específicas para facilitar propósitos grupales compuestos de colectivos diversos en identidad y cosmovisión que apunten a remediar y mejorar las relaciones biológicas y culturales en la biosfera.

2. Discusión

Proponemos, entonces, registrar la existencia de un movimiento evolutivo en colegas e instituciones facilitadoras, que comienzan a visualizar la importancia de producir un giro regenerativo en las prácticas sensibles a una situación de crisis generalizada. Esta ponencia trae entonces a discusión el concepto de facilitación regenerativa, con el objetivo de trabajar sobre su propósito y método, incorporando el registro de sus impactos regenerativos o degradativos de los vínculos humanos con la naturaleza. La facilitación regenerativa concibe a los grupos humanos como seres vivos complejos insertos en ecosistemas vivos con mayor o menor vulnerabilidad. A su vez, propone los siguientes principios de intervención:

- La naturaleza como eje de los procesos de diálogo, negociación y acuerdo.
- La ternura como función que engendra subjetividad dignificada.
- La atención restaurativa al daño como objetivo primordial.
- La gobernanza intercultural adaptada a las necesidades de los procesos y a los que la realidad nos indique.

En el caso de facilitación intercultural y terapéutica de la problemática asociada a la enfermedad del Bosque de Arrayanes a través del dispositivo de “comanejo” del área protegida, podemos notar la eficacia de dispositivos de facilitación conjunta o cofacilitación intercultural, que permiten cumplir funciones esenciales en plataformas de gobernanza territorial híbrida entre el Estado y comunidades indígenas.

La facilitación de un diálogo de saberes sobre el estado del bosque, entre los diferentes actores involucrados, crea un espacio donde el conocimiento proveniente de la ciencia occidental y aquel proveniente de la cultura indígena combinan sus capacidades para abordar problemas sobre bienes comunes como la salud ecosistémica. Esto implica para la cosmovisión mapuche aceptar e incorporar los criterios de manejo proveniente de la ecología y los conocimientos científicos sobre biología de la conservación, y a los científicos naturales y guardaparques reconocer e incorporar el uso de conocimientos tradicionales como prácticas ancestrales, ceremonias y rituales para fines de manejo ecosistémico.

El diseño de estrategias regenerativas vía acuerdos de acción colaborativa no solo busca solucionar los problemas inmediatos del bosque, sino también fortalecer su resiliencia a través del enriquecimiento de su diversidad biológica y el cuidado de su conectividad funcional y estructural.

Las personas y equipos que asumen roles de facilitación y llevan adelante este giro en el campo de su práctica profesional quizá tengan mejores chances de decodificar y ayudar a trabajar las expectativas profundas de transformación de los grupos que acompañan, ayudándolos a incorporar y hacer consciente su condición de criaturas cocreadoras de mundo. La hipótesis de trabajo propone lo siguiente: si los actores, junto con la facilitación, se reconocen como parte de un proceso con la capacidad de coindicar nuevas cadenas de significado y materialidad, podrán aumentar su nivel de conciencia y capacidad para integrar y resguardar esa red terrícola viva e interconectada. Así, los facilitadores que hacen el giro regenerativo comienzan a ganar claridad y eficacia, siguiendo a Bruno Latour, adquiriendo una perspectiva terrestre y comprendiendo a los grupos y redes con las que trabajan, en el marco de esa zona crítica donde la vida ocurre en un contexto lleno de activos y posibilidades, así como de límites y resguardos.

En este trabajo buscamos reconocer un giro epistemológico y práctico en la facilitación de procesos colaborativos que incorporan en sus considerandos formas y ritmos de la naturaleza, para embeber de propósitos y estrategias regenerativas de lo vivo en sus agendas metodológicas y planes de acción. Proponemos entonces un camino abierto de debate y diálogo de saberes sobre cómo intervenir en tanto facilitadores en un mundo tan vivo como herido. Acaso podremos así trabajar de forma más sensible, tierna, coherente y estratégica, desarrollando parentescos con organismos sociales y naturales. Empoderar intervenciones, dispositivos y seres que operan de forma colaborativa y sostienen nuestros ecosistemas a través de redes tan eficaces como discretas, tan adaptables como resilientes, tan humildes como restaurativas.

3. Referencias

Latour, B. (2019). *Dónde Aterrizar. Cómo orientarse en política*. Traducción de P. Cuartas. Taurus.

Ocaña, O. (2019, 4 de diciembre). El viejo Parque Nacional Los Arrayanes rejuvenece en la Patagonia Argentina. *Mongabay*. <https://es.mongabay.com/2019/12/parque-nacional-arrayanes-argentina-bosques/>

Mensajero (2013, 24 de octubre). Ceremonia Mapuche por la salud de los arrayanes. https://mensajero.com.ar/pais/ceremonia-mapuche-por-la-salud-de-los-arrayanes_a64aecea9eaa3447dca09e875

Perspectiva histórica del aporte del sauce criollo al poblamiento de Chubut

Ivonne Orellana¹¹ y María Marta Novella¹²

Resumen

Durante los últimos años trabajamos en la puesta en valor de las poblaciones más australes de sauce criollo (*Salix humboldtiana*) que se encuentran principalmente en el valle de la cuenca media del río Chubut y que enfrentan varias amenazas. Esta zona tiene múltiples atributos desde el punto de vista geológico, arqueológico, biológico y cultural. Presentamos una perspectiva que intenta rescatar la importancia de los sauces nativos en el uso y poblamiento histórico del territorio chubutense, así como poner en relieve los aportes de los pueblos originarios respecto del conocimiento del territorio que sustentaron los avances de los exploradores y el establecimiento de diversas corrientes inmigratorias y, por qué no pensarlo, constituyeron fuertes pilares para la consolidación del territorio chubutense como lo concebimos actualmente.

¹¹ Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

¹² Facultad de Ciencias Económicas - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

La cuenca media del río Chubut

El río Chubut es una fuente de vida que no solo da nombre a nuestra provincia, sino que además supo ser el hogar de los primeros habitantes del territorio, así como de las plantas y comunidades biológicas ribereñas. Desde sus nacientes en la provincia de Río Negro recorre la provincia de Chubut de oeste a este, hasta su desembocadura en el océano Atlántico. Chubut proviene de la lengua *tewsün* que utilizaban los pueblos tehuelches; su traducción se discute, pero puede ser que signifique “transparente” o bien “tortuoso y con muchas vueltas”. La cuenca media se inicia en su confluencia con el río Gualjaina, hasta el embalse Florentino Ameghino. Hablar de la cuenca media del río Chubut sin mencionar la extraordinaria ruta provincial N° 12, que conecta las localidades de Esquel, Gualjaina, Paso del Sapo, Cerro Cóndor, Paso de Indios y otros parajes, resulta imposible.

La riqueza de la zona radica en sus múltiples atributos, que incluyen un paisaje geológico extraordinario conformado por la caldera de un volcán del Paleógeno, con elementos tan diversos e interesantes como la Piedra Parada, el cañadón La Buitrera, el Puente de Piedra y el Gorro Frigio, entre muchos otros. Las riberas del río Chubut fueron habitadas por los pueblos originarios que vivieron o transitaron el territorio. La antigüedad de los registros arqueológicos en el sector Gualjaina-Paso de Sapo data desde 6004 a 450 años AP. Los vestigios de estas culturas persisten en más de 133 sitios arqueológicos que incluyen varios aleros con pinturas rupestres, múltiples artefactos y restos humanos (Bellelli y Guaraieb, 2019). En épocas más recientes y hasta nuestros días, sus descendientes continúan viviendo en el territorio, habiendo incorporado actividades agrícolas y ganaderas derivadas de la introducción de especies, producto de la llegada de diversos contingentes de inmigrantes, especialmente europeos, al continente americano. También habitan próximos al río, desde hace más de un siglo, inmigrantes de otras zonas de Argentina, galeses, suizos, franceses, vascos y chilenos, solo por nombrar algunos de los orígenes de los pobladores más recientes.

En sus tramos medios, el río Chubut comprende un valle desproporcionado en sus dimensiones con relación al caudal actual, y su diseño varía alternando extensos sectores de fajas de meandros con otros donde el valle se angosta. El clima es frío árido, con vientos fuertes y secos, y un gradiente oeste-este de temperaturas medias anuales que va desde los 8 °C a los 12 °C, mientras que la precipitación anual varía entre 200-100 mm. El régimen del río es de tipo mixto pluvio-nival, en el que las crecidas están sujetas a los aportes de precipitaciones pluviales en otoño e invierno y al aporte por derretimiento de la nieve en primavera. Los caudales máximos ocurren en octubre y los mínimos en marzo. La vegetación en los alrededores del río es de estepa.

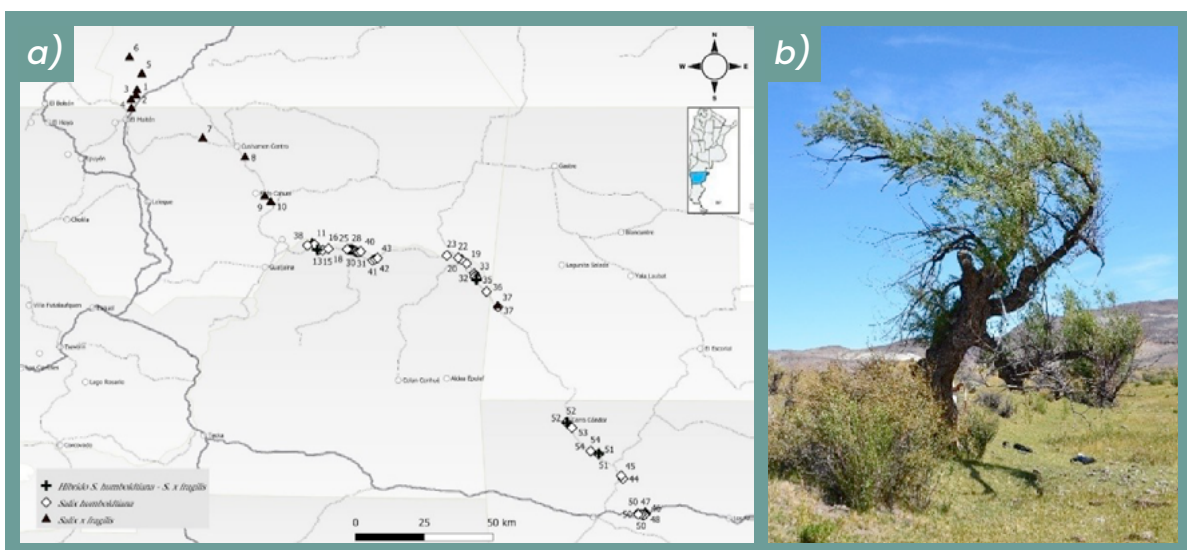
El sauce nativo del río Chubut

El sauce criollo (*Salix humboldtiana*), también llamado sauce amargo o sauce colorado, es el único sauce nativo sudamericano. Presenta una amplia y discontinua distribución desde México hasta Argentina. La especie se habría originado en un clima cálido subtropical y tendría una antigüedad de alrededor de 26 millones de años (Wu et al., 2015). Sus poblaciones más australes se encuentran en las riberas del río Chubut. Por tratarse de poblaciones en el límite de su distribución tienen una enorme importancia para la conservación biológica.

En el río Chubut, el límite oeste de la distribución del sauce criollo está próximo a Costa del Chubut, donde es posible encontrar uno que otro ejemplar adulto aislado. Desde Piedra Parada río abajo, comienza a incrementarse la densidad. Entre Costa del Chubut y Paso de Indios hay cerca de mil individuos adultos. Las poblaciones más densas se encuentran en el tramo Cerro Cóndor-Paso Berwyn. Aguas abajo de Paso de Indios, se lo encuentra en Las Plumas y en el Área Natural Protegida Los Altares. Siguen pendientes relevamientos en el valle inferior del río Chubut para conocer hasta dónde y cómo se distribuye (Figura 1).

Figura 1

a) Poblaciones de *S. humboldtiana*, *S. x fragilis* e híbridos entre *S. humboldtiana* y *S. x fragilis* en el tramo superior y medio del río Chubut ($n = 52$ sitios). *S. x fragilis* no se muestra en este mapa desde Costa del Chubut hasta Paso de Indios, pero está siempre presente. b) *S. humboldtiana*.



Fuente: Elaboración propia, foto a cargo de los autores

En el río Chubut, el sauce criollo alcanza diámetros excepcionales de hasta 1,8 m y alturas de entre 6 a 15 m. Se estima que los árboles más viejos rondan los doscientos años. Presenta, en general, un único tronco principal que puede estar erguido, inclinado o incluso postrado (vivo). Sin dudas existe una amplia gama de arquitecturas y formas extraordinarias, producto de las adaptaciones al ambiente con alto nivel de disturbio, ocasionado por los pulsos de crecidas y bajadas del río, con arrastres y redistribución de materiales (incluidos los árboles) y procesos de sedimentación a gran escala. Entre las adaptaciones se cuentan su capacidad para emitir raíces a partir del tallo, su capacidad de reordenar el sistema radicular y el follaje y su capacidad de trasladar oxígeno desde las ramas a las raíces cuando los suelos permanecen inundados. Las raíces más profundas le permiten sobrevivir durante los periodos de sequía que ocurren a fines de verano o bien cuando el río cambia su cauce (Casco y Neiff, 2006).

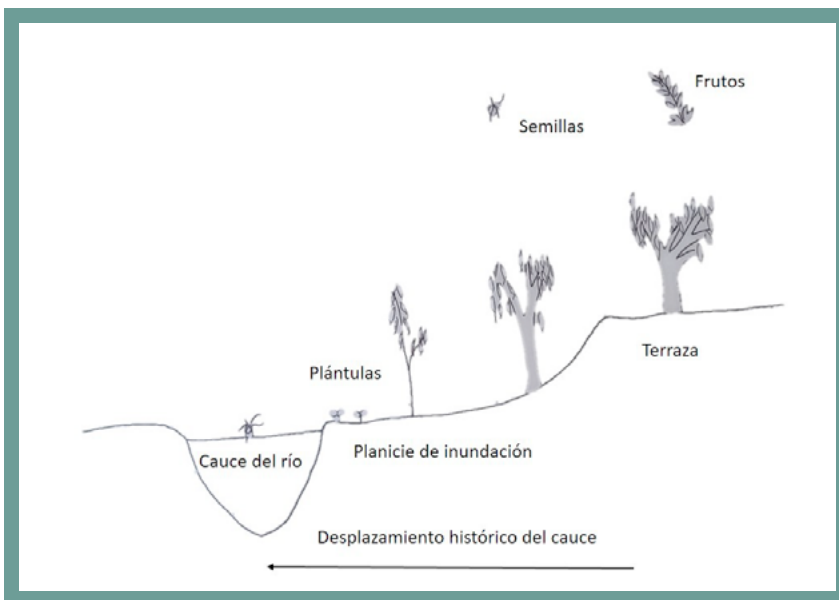
En el sauce criollo los sexos están separados, hay árboles femeninos y otros masculinos, por lo que un aspecto muy interesante para su recuperación es lograr un equilibrio en la proporción de sexos en cada sitio, para garantizar la producción de semilla viable. Para reconocer el sexo es necesario observar las flores, que pueden verse desde octubre a noviembre. La polinización ocurre por viento e insectos. El 50% de las poblaciones presenta exceso de pies masculinos, el 38% exceso de pies femeninos y tan solo el 12 % están en equilibrio en la proporción de sexos. La dispersión de las semillas también ocurre por viento, las semillas que alcanzan el cauce del río flotan y luego se depositan en sectores de escasa corriente, en áreas inundables, sean meandros, islas o al inicio de la planicie de inundación (*Figura 2*). Luego de la emergencia de las plántulas, los renovales crecen rápidamente en altura, alcanzando en poco tiempo la misma que árboles notablemente más añosos. Los renovales se dan en manchones, algunos con una enorme densidad. Esta regeneración se ve afectada por herbivoría por animales domésticos, que se desplazan fácilmente a través del cauce del río, independientemente de la existencia de alambrados en los predios. También es posible multiplicar sauce criollo por estacas, produciendo raíces adventicias en un mes aproximadamente.

Los árboles más viejos se caracterizan por la pérdida de su copa, con numerosas ramas muertas, especialmente aquellos que están situados en las terrazas. Estos individuos añosos se encuentran distribuidos en una matriz de estepa, a distancias que escasamente superan los 0.5 km del cauce del río. El deterioro de la copa puede explicarse por el deterioro en los tejidos que conducen agua en los árboles, debido a déficits hídricos durante la estación seca, en la cual el caudal superficial del río se reduce notoriamente y probablemente se reduzca también el agua subterránea. El déficit hídrico producto de la sequía estival generaría también la muerte del extremo apical, haciendo que los árboles más viejos vayan perdiendo altura. Los árboles

en las terrazas dan cuenta de que el cauce del río pasaba literalmente por esos puntos (Figura 2).

Figura 2

Distribución del sauce criollo en el gradiente transversal del río: las plántulas se establecen solo en áreas inundables, bancos de arena, islas, meandros. Los individuos jóvenes y vigorosos suelen estar en las planicies de inundación y los individuos más añosos en las terrazas. De acuerdo a la edad de los sauces viejos se puede reconstruir el movimiento del cauce del río en el tiempo, que puede moverse alrededor de 0.5 km en 100 años.



Fuente: Elaboración propia

Importancia del río Chubut para el poblamiento humano

La presencia del río fue particularmente importante para la circulación y posterior instalación de grupos sociales en esta zona de la meseta chubutense, garantizando la presencia de agua, madera y leña durante todo el año. El valle y los cañadones se convirtieron desde hace 6000 años en importantes vías de circulación y de asentamientos, primero temporarios y, luego, de cierta permanencia, como ha quedado atestiguado en los yacimientos arqueológicos del valle medio del río. El estudio,

cuidado y preservación de estos sitios es fundamental para reconstruir la historia y la identidad de los habitantes del valle.

A fines del siglo XIX, la acción del Estado, con el avance militar que sometió a los pobladores originarios y estableció un nuevo régimen político centralizado, cambió la dinámica y uso de este espacio que quedó comprendido en el Territorio Nacional de Chubut, creado en 1884. Un año después, la expedición del gobernador Luis Fontana avanzó desde la costa hacia la cordillera, siguiendo el cauce principal del río y las huellas de las rastrilladas ya existentes. Se considera que este viaje dejó establecida la ruta, que luego transitarían los colonos galeses que se trasladaban hacia el valle 16 de Octubre. A posteriori se van nominando los distintos parajes que sigue el cauce del río: Paso de Indios, Cerro Cóndor, Las Ruinas, Los Altares. En su informe de exploración, Fontana menciona el sauce criollo en Paso de Indios: “dispuse la construcción de una balsa con palos de sauce” para cruzar el río, “el extenso valle de erosión por donde hemos llegado hasta aquí, ofrece las primicias de un terreno fértil, con madera de sauce en abundancia” (Fontana, 1886).

En los años siguientes se intensifica el movimiento de grupos familiares y comerciales y la zona comienza a repoblarse. También ocurre el retorno de familias aborígenes, luego de ser liberadas de sus lugares de detención. Llegan migrantes de distinta procedencia, con actividad de uso de la tierra mayormente para ganadería ovina y la instalación de algunos almacenes, como el histórico Establecimiento Don Cosmen, en Paso del Sapo. Paralelamente se concreta la presencia del Estado a través de instituciones como escuelas y juzgados de paz, y surgen los pueblos que aglutinan a los pobladores rurales dispersos. El sauce criollo fue en esos años la única especie arbórea que proporcionaba reparo, sombra, alimento forrajero y madera para los distintos usos: leña, varilla para alambrados, estructuras de techo y aberturas. Ya en 1919 el Estado advertía que no se debía permitir que se cortara, pues el sauce criollo (patagónico) era la única especie existente y contribuía a afianzar las márgenes de los ríos (Dirección de Tierras, 1919), pero no había acciones concretas para prevenir su uso y la posible extinción de las poblaciones locales.

Situación actual del sauce criollo en el río Chubut

En los recorridos por el río Chubut pudimos detectar que en la mayoría de los casos los pobladores de la cuenca media no distinguían las especies de sauce, tampoco conocían que hubiera un sauce nativo de la zona. No obstante, algunos antiguos pobladores de Paso del Sapo, como la señora Amelina “Coca” San Martín, identificaban la especie. Sus aportes permitieron inferir los períodos en los que se introdujeron las salicáceas en esa zona. Entre 1920 y 1940, los pobladores

comenzaron a plantar estacas de álamo y más tarde, ya cerca del 40, comenzaron a plantar mimbre (probablemente *Salix x fragilis*), que actualmente constituye una de las especies invasoras más agresivas en Patagonia. Para esto, sujetaban las estacas con horquetas en el borde del cauce del río. También Coca mencionó que, hacia la década del 30, el sauce criollo era mucho más abundante y lo utilizaban para leña y como especie forrajera. Asimismo, observó que el ganado doméstico y las liebres consumían los renovales. Otro vecino, Jaime Raposeiras, recuerda usos leñateros de la especie, mientras que Delia Ancaten relata que su familia, de origen mapuche-tehuelche, consideraba que los árboles eran sagrados y no los utilizaban. Por su parte, Sandro Germillac comentó que al sauce criollo también lo llaman sauce colorado o amargo y que actualmente se lo sigue utilizando para leña. El nombre “sauce colorado” hace alusión a la coloración de su madera rojiza a marrón oscura, mientras que “sauce amargo” hace referencia a la presencia de sustancias amargas en las hojas.

Los relatos de los pobladores, los estudios arqueológicos y los documentos históricos, junto a otra información recopilada por investigadores de Río Negro y Neuquén, constituyen evidencias de la fuerte presión de uso sobre la especie, desde los inicios del poblamiento predominantemente europeo de los ríos Limay, Neuquén, Negro y Chubut hasta el presente, diezmando sus poblaciones. Asimismo, ponen en relevancia el tremendo aporte de la especie al desarrollo de la región y al poblamiento humano.

Además de los usos históricos, las poblaciones de sauce criollo del río Chubut enfrentan otras amenazas como son, por un lado, la pérdida de hábitat producto de la competencia por el sitio originada por las invasiones de sauces exóticos, principalmente de ejemplares femeninos del sauce híbrido frágil (*Salix x fragilis*), de origen euroasiático. Este sauce se multiplica vegetativamente por estacas, que son capaces de enraizar fácilmente en ambientes inundados. En el río Chubut y en el Río Negro, el sauce híbrido frágil tiene una mayor tasa de crecimiento que el sauce criollo, por lo que es de prever que resulte un mejor competidor por el sitio y logre desplazar a la especie nativa.

Pero si bien los usos y la pérdida de hábitat constituyen fuertes amenazas, las hibridaciones de especies pueden representar una amenaza aún mayor, con implicancias evolutivas. En el río Chubut, se corroboró la existencia de híbridos entre el sauce criollo y el sauce híbrido frágil. Estas especies estaban separadas con anterioridad por barreras geográficas enormes, que se rompieron luego de la introducción de salicáceas en Patagonia. En la hibridación se estima que el sauce criollo es el donador de polen. Este tipo de hibridaciones constituye una introgresión de genes, con pérdida de identidad genética de las poblaciones de la especie nativa. El aumento exponencial de las poblaciones del sauce híbrido frágil y los desbalances en las proporciones de sexos del sauce criollo, con predominancia de árboles masculinos, hacen presuponer

que continuarán dándose las nuevas hibridaciones, resultando imposible su control. Desde el punto de vista biológico y evolutivo, las barreras biológicas a nivel de especie entre los sauces son débiles, por eso hibridan. En este contexto cabe preguntarse: si los entrecruzamientos entre los taxones son biológicamente posibles, ¿deberíamos frenarlos? Por otro lado, pretender frenar estos procesos evolutivos en un mundo globalizado, que propende a la homogeneización de los ambientes, más allá de que no nos guste, y en un contexto de gestión del ambiente como el que tenemos en la provincia, resulta quizás demasiado ambicioso.

Con este panorama, en el río Chubut se continúa cortando y usando leña de sauce criollo. Resultan necesarias múltiples mejoras en su gestión, entre ellas que la Subsecretaría de Bosques de la Provincia de Chubut, autoridad de aplicación en el territorio, pueda prohibir con fuerza de ley la corta de esta especie. De igual manera no sería complejo iniciar acciones de control de las invasiones del sauce híbrido frágil en ciertas áreas, como las Áreas Protegidas, a los efectos de resguardar poblaciones puras de sauce criollo. Desde la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco ejecutamos el proyecto de extensión PDTS “Puesta en valor de Bienes naturales y culturales de la Cuenca Media del Río Chubut”, para trabajar con aspectos históricos y de conservación del sauce criollo. Para ello establecimos acuerdos de trabajo con los municipios de Paso de Indios y Paso del Sapo, al igual que con la Escuela N° 134 de Paso del Sapo, Escuela N° 31 de Cerro Cóndor y Escuela N° 777 de Paso de Indios. En este contexto implementamos más de 25 actividades formales de extensión en el territorio, intentando divulgar y promover su cuidado y conservación. Además, Recientemente generamos el documental *Los sauces del río Chubut*, que se encuentra disponible en <https://youtu.be/u9VvkaqRdZY>, y diseñamos material de divulgación y colaboraciones con pobladores e instituciones educativas. Una acción sencilla en la que todos podemos contribuir es multiplicar a partir de estacas, árboles femeninos de *S. humboldtiana*.

Referencias

- Bellelli, C. & Guráieb, A. G. (2019). Re-evaluación cronológica de la secuencia arqueológica del curso medio del río Chubut (área Piedra Parada). En J. Gómez Otero, A. Svoboda y A. Banegas (Eds.). *Arqueología de Patagonia: el pasado en las arenas* (pp. 250-270). IDEHAUS - CONICET.
- Casco, S. Ly Neiff J. J. (2006). ¿Cómo se distribuyen las raíces en los bosques inundables de *Salix humboldtiana* y *Tessaria integrifolia* del bajo Paraná? *Interciencia*, 31(8), 605-610. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33911909.pdf>

Fontana L. J. (2006). *Viaje de Exploración en la Patagonia Austral 1885-1886*. Ediciones Continente.

República Argentina, Ministerio de Agricultura, Dirección de Tierras, Comisión Chubut Norte, Expediente 4900-A-1919.

Wu, J, Nyman, T., Wang, D. C., Argus, G. W., Yang, Y. P. y Chen, J. H. (2015). Phylogeny of *Salix* subgenus *Salix s.l.* (Salicaceae): delimitation, biogeography, and reticulate evolution. *BMC Evolutionary Biology*, 15, 1-13 <https://doi.org/10.1186/s12862-015-0311-7>

Infraestructuras híbridas de soluciones basadas en la naturaleza en diálogo con el conocimiento ancestral en Tekoa Itakupé, tierra indígena de Jaraguá

Riciane Maria Reis Pombo¹³ y Pedro Roberto Jacobi¹⁴

Resumen

Diversas comunidades tradicionales de Brasil viven en estrecha relación con sus territorios y desarrollan sistemas sostenibles de gestión ambiental. A pesar de ser quienes menos contribuyen al deterioro del medio ambiente, son los más afectados por el cambio climático y la degradación ecológica, viéndose desplazados, marginados y privados de sus derechos, formas de vida y conocimientos ancestrales. La urbanización colonial y moderna ha alterado profundamente los ecosistemas, especialmente los ríos, transformándolos en canales artificiales con graves consecuencias como inundaciones. Este alejamiento de la naturaleza ha ido acompañado de un modelo de vida urbano dependiente de tecnologías y sistemas industriales

¹³ Arquitecta, urbanista – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – FCTH, São Paulo, Brasil.

¹⁴ PhD in Sociology – University of São Paulo, Brasil.

contaminantes que provocan contaminación, deforestación y pérdida de biodiversidad. Frente a la ineficacia de las soluciones tradicionales, se destaca la necesidad de nuevas estrategias. Entre ellas, las soluciones basadas en la naturaleza (SBN) emergen como alternativas integradas para restaurar ecosistemas, mitigar impactos ambientales y promover beneficios sociales y económicos. Las infraestructuras verdes e híbridas, que combinan tecnología, ciencias ambientales y un enfoque humanizado, son clave para enfrentar los desafíos del cambio climático y fomentar ciudades más resilientes y sostenibles.

Palabras clave: infraestructuras híbridas; conocimiento ancestral; SBN

1. Introducción

Los pueblos indígenas, quilombolas, ribereños, caipiras, sertanejos y otras poblaciones brasileñas mantienen formas de vida distintas, una profunda relación con sus territorios y conocimientos ancestrales sobre la gestión sostenible de los recursos. Estas comunidades suelen desarrollar sistemas complejos de gestión ambiental que garantizan la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los ecosistemas mediante formas únicas de organización social, cultural y económica, y dependen directamente de los recursos naturales para su subsistencia.

La injusticia medioambiental les afecta económica, cultural, política y ambientalmente, a través de las condiciones adversas que les imponen los procesos de desarrollo urbano y explotación económica y degradación causados por otras culturas y políticas que desprecian y violan sus derechos y formas de vida.

Se trata de los grupos de población que menos impacto tienen sobre el medio ambiente, pero son los que más están sufriendo las consecuencias del cambio climático, ya que se están viendo incapacitados para vivir en sus formas originarias o llevar a cabo sus actividades ambientales tradicionales, y a menudo se ven obligados a vivir en ciudades construidas por una sociedad explotadora que piensa en los recursos naturales como un medio para obtener beneficios económicos.

La destrucción de los ecosistemas pone en peligro la biodiversidad y los servicios ecosistémicos esenciales para la supervivencia de estas poblaciones, que se ven forzadas a abandonar sus tierras debido a procesos de expropiación relacionados con proyectos urbanísticos, mineros y de expansión agrícola. La pérdida de territorio no solo pone en peligro la subsistencia, sino que también conlleva la pérdida de identidad cultural y social, la negación de su derecho a la autodeterminación, a la participación en las decisiones que afectan a sus territorios y a la protección de sus formas de vida. A menudo obligados a vivir en ciudades lejanas, la mayoría tiene

que vender su fuerza de trabajo para llegar a fin de mes. Así, al perder el vínculo con sus territorios y ecosistemas naturales quedan marginados económica y socialmente, se enfrentan a la falta de reconocimiento y valoración de sus conocimientos tradicionales y prácticas sostenibles, y solo les queda la lucha por la supervivencia y contra la injusticia medioambiental.

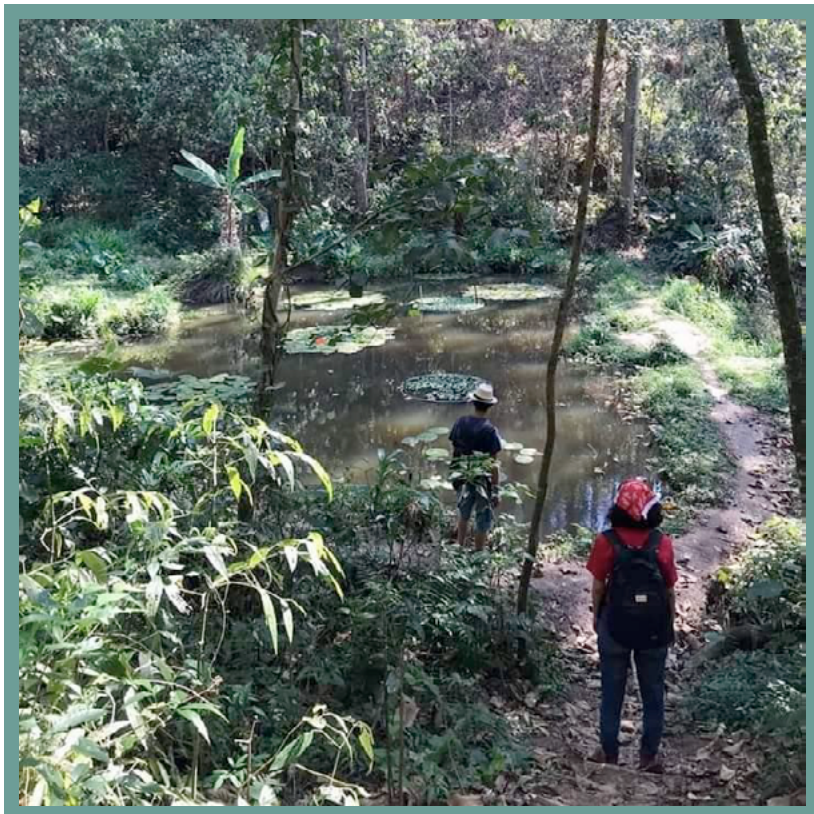
A lo largo del proceso de ocupación urbana colonial, los ríos de nuestras ciudades han sufrido las intervenciones de canalización y ocupación de sus márgenes, siendo reducidos a galerías de hormigón conectadas a grandes embalses, de acuerdo con el concepto de drenar el agua precipitada lo más rápido posible (Tucci, 2003). Como resultado, durante los periodos de lluvia, muchas regiones sufren inundaciones, por lo que recordamos a los ríos no con una memoria emocional sana, sino como la causa de diversos daños y riesgos.

Nuestro modo de vida actual, cada vez más alejado de los ecosistemas y menos integrado en los ciclos de la naturaleza, depende cada vez más de tecnologías basadas en la inteligencia artificial, la mecanización de los sistemas y la creación de innovaciones basadas en realidades virtuales y en la robotización de las actividades. Incluso necesidades básicas como la alimentación y la vivienda han pasado a depender de mecanismos no humanos. Nuestros paisajes están cambiando vertiginosamente bajo nuestros ojos, sin que nos demos cuenta de la velocidad de los acontecimientos y de sus consecuencias. El aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, resultado de la quema de combustibles fósiles, la deforestación y las prácticas agrícolas intensivas, está provocando el calentamiento global, cambios en los regímenes de precipitaciones, la subida del nivel del mar y fenómenos meteorológicos extremos.

Este modo de vida, para una población urbana creciente, basado en las emisiones de contaminantes industriales, el uso excesivo de productos químicos y el exceso de residuos, ha incrementado la contaminación del aire, el agua y el suelo, con graves consecuencias para la salud de las poblaciones humanas. La deforestación, la desertificación y la degradación del suelo tienen efectos devastadores en los entornos naturales, reduciendo la capacidad de los ecosistemas para mantener la biodiversidad y prestar servicios como la producción de alimentos, la regulación de los ciclos de nutrientes y la protección frente a fenómenos meteorológicos extremos.

Figura 1

Lago creado por indígenas guaraníes en la tierra indígena Jaraguá, Tekoa Itakupé, promovido por Adriano Sampaio



Fuente: Foto a cargo de los autores (Hay agua en São Paulo, 2018)

2. Infraestructuras híbridas y conocimiento ancestral

Es un hecho que, dada la ineficacia e insuficiencia de las soluciones convencionales adoptadas en el proceso de urbanización, necesitamos urgentemente tecnologías innovadoras para una mayor resiliencia ante las condiciones actuales, y no podemos seguir repitiendo las mismas posturas y formas de reproducción que antes. Actualmente, la unión entre ciencia, medio ambiente y sociedad ha sido la base para el desarrollo de diversas corrientes de investigación e iniciativas de diseño en pos de mejorar la crisis ambiental. En este escenario, ha surgido el término “soluciones basadas en la naturaleza” (SBN), que según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) son un conjunto de acciones sistémicas que buscan mitigar los daños, restaurar y garantizar la gestión de los ecosistemas, idealizando además mejoras económicas y sociales (Cohen-Shacham et al., 2016).

Reconociendo el papel crucial que tiene la próxima generación de infraestructuras para afrontar el reto de la adaptación al clima, se ha producido un movimiento creciente para promover soluciones y crear oportunidades que amplíen el uso de infraestructuras verdes (Browder et al., 2023). Los enfoques centrados en la naturaleza son cada vez más esenciales en las conversaciones sobre sostenibilidad urbana, especialmente en el contexto de la adaptación al cambio climático. Estos enfoques pretenden reforzar la resiliencia al tiempo que promueven una serie de beneficios sociales, ambientales y económicos (Adams et al., 2023). En este contexto, las SBN pueden y deben abarcar sistemas híbridos compuestos por tecnologías interdisciplinarias y ciencias ambientales. Por lo tanto, las infraestructuras híbridas deben ser integrales, técnicas y, al mismo tiempo, humanizadas, de modo que puedan ofrecer una gama de atributos favorables para el medio ambiente, la sociedad y la economía, abarcando tantas disciplinas como sea posible.

Según Jacobi (2016)

la novedad de los objetos científicos híbridos es la ruptura de las fronteras del conocimiento, de los prejuicios, de las jerarquías del saber, que se consigue mediante dinámicas transversales y colaborativas entre áreas de conocimiento y mediante la combinación de metodologías que permiten una nueva configuración de las conexiones entre áreas de conocimiento (p. 11).

La infraestructura gris-verde combina la conservación y restauración de los ecosistemas con el uso estratégico de métodos de ingeniería convencionales. Este enfoque ofrece a las comunidades soluciones resistentes y adaptables al cambio climático, combinando los beneficios de la conservación del medio ambiente con las técnicas tradicionales de ingeniería. Adoptando este enfoque, las comunidades pueden disfrutar de los beneficios de ambas soluciones minimizando las restricciones asociadas al uso de cada una de ellas de forma aislada.

En relación con los recursos hídricos, por ejemplo, una infraestructura híbrida puede conectar las redes de galerías urbanas y embalses con zonas verdes que cumplan funciones ofrecidas por las SBN, como la infiltración y retención del agua de lluvia. Al mismo tiempo, pueden implementarse según los preceptos de las culturas tradicionales de los pueblos, observando sus experiencias cotidianas, para comprender las prácticas utilizadas por estas comunidades para adaptarse a los cambios territoriales, que traen innovaciones basadas en los desafíos impuestos y que exigen creatividad y osadía (Oliveira, 2011).

Si queremos y necesitamos nuevas soluciones para lograr la resiliencia urbana y recuperar los beneficios de la naturaleza en las ciudades, tenemos que pensar en la participación y el intercambio de conocimientos, la interacción y la hibridación de conocimientos, trabajando hacia una comunicación armoniosa y un desarrollo

colaborativo, con espacio para la inter y transdisciplinariedad Jacobi, 2016). Como ejemplo de esta interacción, podemos idear nuevas soluciones e innovar en la ciencia y los métodos de investigación para aplicar soluciones híbridas, reconociendo al mismo tiempo que se desarrollaron a partir de los conocimientos de las comunidades tradicionales, que dieron lugar a tantas tecnologías que siguen utilizándose hoy en día, como las diversas técnicas de riego, la gestión del suelo, la recogida de agua, la construcción y los sistemas de saneamiento. Las infraestructuras híbridas pueden ser un importante campo de investigación para la ciencia ambiental, pero es importante pensar en soluciones para las ciudades respetando las relaciones humanas con sus territorios, las prácticas de las comunidades tradicionales y todos sus conocimientos tradicionales.

En la región noroeste de São Paulo, las comunidades indígenas de la etnia guaraní aún resisten a la urbanización caótica y opresiva de sus territorios y siguen siendo, con mucha lucha, protectoras del medio ambiente. La tierra indígena Jaraguá existe desde hace más de 50 años, desde la llegada de la entonces cacica Kerexu o Jandira y de Augusto Venício, su marido, procedentes de Itanhaém, en la década del 60 (Souza, 2015).

Con la construcción de la carretera de Bandeirantes, que interrumpió la conexión entre los bosques de Serra da Cantareira y Jaraguá, y el tramo occidental del Rodanel, los guaraníes quedaron aislados y hoy se ven impedidos no solo de cazar y plantar, sino también de acceder a los recursos naturales necesarios para su supervivencia, que han sido cercenados por la población no indígena que ha ocupado los alrededores de estas carreteras (São Paulo, 2010).

Los indígenas de Jaraguá viven en constante conflicto por el territorio, que hoy cuenta con siete aldeas. Una de ellas es Tekoa Itakupé, situada junto al Pico do Jaraguá, que tiene apenas 532 hectáreas, la menor tierra indígena demarcada de Brasil (Brasil, 2010) y, a pesar de la precariedad a la que se enfrentan, las familias que viven allí desde 2005 siguen luchando por preservar los últimos vestigios de Mata Atlántica en la Región Metropolitana de São Paulo, junto al Parque Estatal de Jaraguá (São Paulo, 2010).

A pesar de estar ubicada en un área ambientalmente protegida por leyes federales, estatales y municipales, la degradación ambiental de Itakupé es visible en sus ríos y lagos, suelo, fauna y flora. Debido al escenario ambiental y territorial, las especies cinegéticas y la pesca son casi inexistentes y la siembra se vuelve insuficiente cada año. Hoy, muchas personas beben agua corriente o de pozos perforados a mano, sin ningún control sobre la calidad del agua (Souza, 2015).

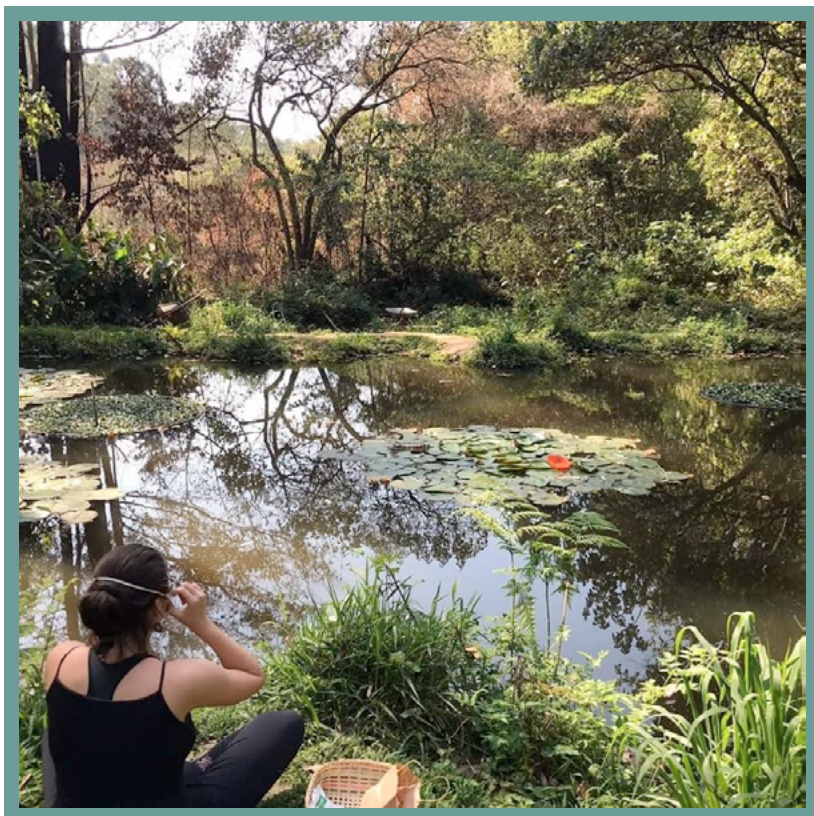
En las márgenes del arroyo Manguinho, que es el único curso de agua del territorio, hay un área de cerca de 70 ha con una gran concentración de eucaliptos, lo que casi ha provocado la extinción de las áreas de manantiales, la desecación de la capa freática y la reducción del agua disponible. Es evidente el gran impacto negativo del

empobrecimiento de los suelos, la reducción del área de vegetación nativa y de las áreas de cultivo para la subsistencia de la comunidad guaraní, de extrema importancia para su sustento. Los constantes incendios también agravan la situación de vulnerabilidad de esta comunidad. También hay una proliferación de totoras a lo largo de las zonas de agua, lo que impide que el flujo de agua sea perenne y accesible para los indígenas.

En este mismo lugar, se lleva a cabo desde 2018 un proyecto comunitario de recuperación de los manantiales y de movilización social para la sensibilización y la educación ambiental, a través de expediciones en la comunidad Tekoa Itakupé, promovidas por el movimiento Existe Água em SP, creado por el ambientalista Adriano Sampaio, guiado por los conocimientos de los líderes indígenas. “Necesitamos abrir nuestras mentes para aprender a escuchar y comprender la base del conocimiento ancestral y antiguo”, explica Sampaio (2019).

Figura 2

Lago creado por indígenas guaraníes en la tierra indígena Jaraguá, Tekoa Itakupé, promovido por Adriano Sampaio.



Fuente: Foto a cargo de los autores (*Hay agua en São Paulo, 2018*)

Hoy se han creado tres lagos utilizando técnicas y conocimientos autóctonos que Adriano ha ido recopilando con sus investigaciones y con la colaboración de varios visitantes, técnicos, estudiantes y especialistas de la SBN. Por ejemplo, el arroyo Manguinho fluye ahora suavemente entre los lagos y mantiene a los peces y a la vasta vegetación típica de la Mata Atlántica reproduciéndose lejos de la contaminación de los caminos públicos, protegidos por la comunidad guaraní.

El proyecto fue una iniciativa voluntaria llevada a cabo por unas pocas personas, con escasos recursos financieros y sin la participación de las autoridades públicas. A pequeña escala se puede hacer mucho, pero más que la ejecución vale la pena destacar la importancia de este tipo de acciones como demostración del potencial que hay detrás de la unidad, la dedicación y los conocimientos populares y ancestrales.

Figura 3

Indígenas guaraníes creando estanques en la tierra indígena Jaraguá, Tekoa Itakupé. Proyecto promovido por Adriano Sampaio.



Fuente: Foto a cargo de los autores (Hay agua en São Paulo, 2018)

3. A modo de conclusión

Para explicar la relación entre una comunidad y su entorno, Little (2002) habla

de cómo el conocimiento ambiental, las ideologías y las identidades de un grupo social se utilizan para establecer y preservar la conexión con su territorio, así como los lazos emocionales que mantienen con él. Por lo tanto, no podemos empeñarnos en reproducir las ciudades a partir de las decisiones y elecciones de una parte privilegiada de la población y mantener a las poblaciones más afectadas en una situación de extrema vulnerabilidad territorial, cultural y políticamente desfavorecidas, como es habitual. La gobernanza participativa debe partir del reconocimiento de los saberes ancestrales, seguir el camino del desarrollo de innovaciones compartiendo saberes y culturas, atendiendo demandas a partir de condiciones de elección de los involucrados y generando un nuevo sistema de acciones de reparación de daños socioambientales a favor de una resiliencia urbana real, sin jerarquías de saberes (Jacobi, 2016).

4. Referencias

- Adams, C., Frantzeski, N. y Moglia, M. (2023). Mainstreaming nature-based solutions in cities: A systematic literature review and a proposal for facilitating urban transitions. *Land Use Policy*, 130, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106661>
- Browder, G., Ozment, S., Rehberger Bescos, I., Gartner, T. y Lange, G. M. (2023). *Integrating Green And Gray: Creating Next Generation Infrastructure*. Banco Mundial (BM) e Instituto de Recursos Mundiales (WRI).
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. y Maginnis, S. (Eds.) (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. UICN.
- Jacobi, P. (2016). *Conocimiento interdisciplinario, gobernanza ambiental y sociedad*. IEE-USP - PROCAM-USP,
- Little, P. E. (2002). Territorios sociales y pueblos tradicionales en Brasil: hacia una antropología de la territorialidad. *Anuário Antropológico*, 28(1), 251-290.
- Ministerio de Justicia de Brasil (2010). *Informe Detallado sobre la Identificación y Delimitación de la Tierra Indígena Jaraguá*. Fundación Nacional del Indio.
- Oliveira, I. B. de. (2011). Artes curativas y formas de vida en la geografía del cangaço. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 18(3), 745-755.

Souza, N. L. T. de (2015). Tekoá Pyay: territorio de lucha y resistencia guaraní en Jaraguá (SP) [Tesis de maestría, Universidade Estadual Paulista]. Acervo digital de la Universidade Estadual Paulista. <https://acervodigital.unesp.br/handle/11449/127708>

Tucci, C. E. M. (2003). Drenagem Urbana. *Ciência e Cultura*, 55(4), 36-37. <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v55n4/a20v55n4.pdf>

Análisis cartográfico de riesgos y amenazas del cambio climático en la localidad de Cipolletti

Viviana Vanesa Simón,¹⁵ Angelina Lidia Illescas,¹⁵ Silvina Desirée Pezullo¹⁵ y Luis Raúl Callejas Rodríguez¹⁵

Resumen

Esta investigación forma parte del proyecto denominado “Territorios que sienten: análisis de procesos socioambientales para la planificación y gestión integral de soluciones sostenibles en la Norpatagonia”. Su objetivo fue examinar las representaciones respecto a los riesgos y amenazas derivados del cambio climático en la localidad de Cipolletti, provincia de Río Negro. Este análisis se llevó a cabo a través de la participación activa de jóvenes y adultos, empleando la técnica de cartografía social para la creación colaborativa de datos territoriales. Como resultado, se logró identificar vulnerabilidades y riesgos asociados al cambio climático en la región. Adicionalmente, este estudio se fundamentó en la teoría de las representaciones sociales. Esta teoría se refiere a las concepciones y percepciones colectivas que las personas comparten en la sociedad, las cuales son construidas socialmente y tienen como objetivo influir en la acción práctica y en la promoción de una comprensión compartida entre diversos grupos sociales. Entre los principales desafíos ambientales identificados, se destacaron la degradación del suelo y la contaminación industrial. A través de la participación de la comunidad educativa se pudo reconocer

¹⁵ Centro de Estudios en Planificación y Formación Ambiental (CEPFA) - Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud (FACIAS) - Universidad Nacional del Comahue (UNCo). Contacto: cepfafacias@gmail.com

la influencia de las actividades humanas en el cambio climático y predisposición para emprender acciones mitigadoras. Entre las recomendaciones propuestas se incluyen la implementación de programas educativos y campañas de sensibilización a nivel comunitario. Además, se subraya la importancia de fomentar la participación activa de la ciudadanía en proyectos relacionados con el cambio climático y de difundir información relevante para incrementar la conciencia y el conocimiento sobre esta problemática.

Palabras clave: cambio climático; cartografía social; vulnerabilidades; representaciones sociales; participación ciudadana

1. Introducción

El cambio climático es un desafío global que afecta tanto a la naturaleza como a las personas, debido a las emisiones de gases de efecto invernadero. Los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) (*Figura 1*), especialmente el ODS 13 “Acción por el Clima”, buscan promover políticas tanto globales como locales para abordar los riesgos climáticos, fomentar la educación ambiental y asegurar un futuro más sostenible para todos. La participación comunitaria y la educación son claves para alcanzar estos objetivos (Organización de las Naciones Unidas, 2023).

Figura 1
Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente: Organización de las Naciones Unidas.

El cambio climático se ha convertido en uno de los desafíos más apremiantes del siglo XXI, afectando a diversas regiones del mundo de maneras complejas y multifacéticas. En este contexto, la localidad de Cipolletti, ubicada en la provincia de Río Negro, no es ajena a esta crisis global. Su geografía y características socioeconómicas la hacen vulnerable a una variedad de riesgos y amenazas exacerbadas por el cambio climático, como inundaciones, sequías y fenómenos meteorológicos extremos (Kliksberg, 2011).

Una metodología aplicada en esta investigación es la cartografía social (CS), la cual es un método de construcción de mapas que tiene como propósito ser colectivo, horizontal y participativo. Particularmente, este método actual de intervención e investigación toma en consideración al conocimiento del espacio superficial, del territorio, en el que quienes participan de su construcción dominan varios saberes sobre el lugar. El resultado del mapeo es colectivo y horizontal, de manera tal que debe existir un intercambio, un debate y un consenso. Además, la CS se rige por sus elementos iconográficos y la estructura interna de sus dibujos. En otras palabras, los cartógrafos sociales llegan a un consenso y establecen un objetivo general, el cual se determina según el problema a abordar, como, por ejemplo, cuestiones barriales, problemáticas ambientales o la distribución de recursos (Diez Tetamanti et al., 2017).

El análisis cartográfico de riesgos y amenazas climáticas en Cipolletti, Río Negro, es significativo para comprender las interacciones entre estos factores y la comunidad local. A través de la representación espacial de datos relevantes, es posible identificar áreas de alta vulnerabilidad y desarrollar estrategias efectivas de mitigación y adaptación. Este tipo de análisis no solo proporciona una visión integral de los riesgos existentes, sino que también es una herramienta valiosa para la toma de decisiones informadas por parte de las autoridades locales y la población en general.

Además de lo expuesto anteriormente, es importante mencionar en este estudio el rastreo de representaciones sociales (RS), las cuales son formas de conocimiento socialmente construidas y compartidas, destinadas a la acción práctica y a promover la construcción de una realidad compartida entre los diferentes grupos sociales. Mediante el enfoque de la teoría de las RS, se puede entender mejor cómo las personas perciben el cambio climático y qué significados atribuyen a sus acciones al respecto. Además, esta perspectiva permite identificar las carencias y errores en la información que influyen en su interpretación sobre el tema. Todo ello contribuye a desarrollar estrategias para promover la participación activa de las personas frente a este importante problema ambiental que afecta a la sociedad en general (Burgos, 2020).

2. Planteamiento del problema

Existe un amplio consenso político, académico y científico de que el calentamiento global, en la actualidad, es uno de los desafíos más importantes para la humanidad. El aumento sostenido de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera tiene una relación directa con el aumento de la temperatura media global de la tierra, con diversas consecuencias en el clima mundial. En este sentido, informes científicos y académicos definen a este proceso de cambio climático como una amenaza para el bienestar de la humanidad y la salud de la población, que actualmente está afectando la vida de miles de millones de personas en todo el mundo.

El calentamiento global es un fenómeno de alta complejidad, tanto para la comunidad científico-técnica como para las autoridades políticas. El efecto invernadero, fenómeno natural que permite la vida sobre el planeta tal cual la conocemos, está siendo afectado por las actividades antrópicas que aumentan la concentración en la atmósfera de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero, generando en consecuencia efectos sobre el clima.

A pesar de que los cambios en el clima se han manifestado en el largo plazo en la temperatura y el clima terrestre, en la actualidad las principales causas que fuerzan este fenómeno están relacionadas a las actividades humanas, originados por la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas, así como también los cambios de usos de suelo, la agricultura, ganadería y la deforestación. A medida que aumentan las amenazas climáticas, se observan aumentos en los daños y los costos socioeconómicos asociados.

En este contexto se plantean los siguientes interrogantes: ¿cuáles son los principales factores ambientales de la localidad y su impacto en la calidad de vida de la comunidad? ¿Cuáles son los riesgos y amenazas asociados al cambio climática en la ciudad de Cipolletti? ¿Cómo generar y fortalecer conciencia sobre la intervención de propuestas pedagógicas que permitan incorporar estrategias de adaptación y mitigación frente al cambio climático? ¿Cómo promocionar herramientas colectivas de construcción ciudadana para mejorar la calidad ambiental?

3. Objetivo

Identificar y analizar las representaciones sociales (RS) relacionadas con los riesgos y amenazas del cambio climático en la ciudad de Cipolletti.

4. Metodológica

Cipolletti está ubicada en el departamento de General Roca, en la provincia de Río Negro, al norte de la Patagonia. Esta ciudad se encuentra en el centro del Alto Valle de Río Negro, donde confluyen los ríos Neuquén y Limay, formando el río Negro. La localidad se ubica en la región extra-andina y se caracteriza por un relieve de mesetas y un clima árido. La superficie total del ejido correspondiente al municipio de Cipolletti es de 5257 km², siendo el más extenso de la Patagonia. Es reconocida a nivel mundial por su producción de frutas (manzanas y peras) y derivados de éstas (sidra, jugo concentrado, etcétera). Aunque la economía de la ciudad se basó en un principio en la fruticultura, en este momento son otros los agentes económicos que la han revitalizado como el alza internacional del precio del crudo, que aunque casi no se extrae en el ejido municipal (hay solo un pozo), sí ha inyectado enormes cantidades de dinero en la vecina ciudad de Neuquén.

A fin de dar cumplimiento al objetivo planteado, se seleccionaron las siguientes instituciones educativas de la localidad de Cipolletti: Centro de Educación Técnica N° 30 (CET N°30) y Centro Educativo de Nivel Secundario para Jóvenes y Adultos N° 15 (CENS N°15). En dichas entidades se realizaron encuentros presenciales para abordar la temática del cambio climático, a partir de los contenidos curriculares de asignaturas específicas como son Problemáticas Ambientales y Saneamiento Ambiental. Durante los encuentros se trabajó en torno a la construcción de un diagnóstico ambiental de la localidad, a partir del cual fue posible establecer las representaciones sobre el territorio de los actores sociales.

La participación fue de sesenta personas por cada instancia de trabajo entre estudiantes y actores de relevancia de la comunidad educativa (equipo directivo, personal no docente y auxiliares de servicio). Cada instancia de trabajo se realizó una vez por semana durante los meses de agosto y septiembre de 2022 para el CET N° 30 y durante los meses de octubre y noviembre de 2022 para el CENS N° 15. En un primer momento se introdujo la propuesta temática, conceptos generales de ambiente y cambio climático, mientras que en un segundo momento se abordó la cartografía social como método colaborativo para obtener información territorial. Este enfoque se centró especialmente en la identificación de vulnerabilidades, amenazas y riesgos asociados al cambio climático.

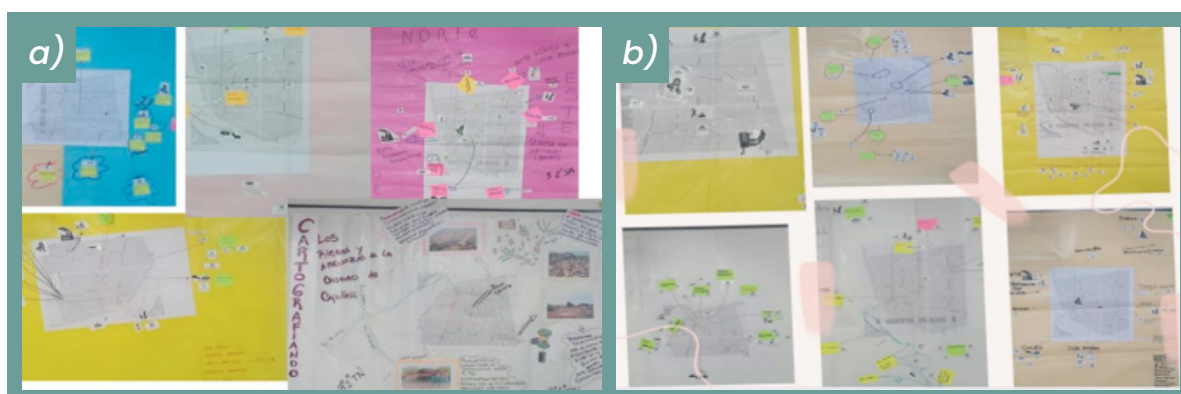
5. Resultados

En las instancias de trabajo relacionadas a las etapas de cartografía, en ambos centros educativos, se desarrollaron un total de seis mapas en el caso del Centro de

Educación Técnica N° 30 y cinco en el Centro Educativo de Nivel Secundario N° 15 (Figura 2). Estas representaciones visuales capturaron opiniones e interacciones, ofreciendo una perspectiva única sobre los entornos y las dinámicas presentes en estas instituciones educativas.

Figura 2

a) Mapas elaborados por los participantes del CET N°30
y b) Mapas elaborados por los participantes del CENS N°15



Fuente: Elaboración propia

La etapa final de la cartografía consistió en la recopilación y procesamiento de la información presente en los mapas realizados por los participantes. Esto permitió, en primer lugar, realizar una comparación entre los mapas de cada grupo, con el fin de encontrar similitudes, diferencias y cualquier otro dato que fuera relevante destacar. Luego se procedió al cálculo de frecuencia de aparición de íconos y cálculo de porcentajes de aparición de cada ícono en relación al total utilizado, para la detección de las problemáticas de mayor frecuencia de aparición (mayor relevancia). La iconografía utilizada consistió en imágenes que representaban diversas problemáticas desde una perspectiva ambiental y su impacto en las personas (Figura 3).

Figura 3

Iconografía utilizada para la elaboración de los mapas



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, los datos obtenidos fueron sistematizados y analizados, permitiendo obtener una visión detallada de las representaciones locales sobre el cambio climático. La investigación involucró activamente a estudiantes y miembros de la comunidad en el proceso de diagnóstico ambiental. Los resultados obtenidos de la cartografía social colaborativa, realizada con los participantes de los centros educativos analizados, expresan diferentes preocupaciones ambientales relacionadas con el cambio climático. Los problemas ambientales mencionados con mayor frecuencia incluyen la contaminación del aire, la falta de espacios verdes, la escasez de agua y la urbanización sin un adecuado manejo de los recursos naturales. Asimismo, se destacó el aumento de polvo y smog, especialmente en días de viento, que fue atribuido al incremento de automóviles y un ineficiente servicio de transporte público.

6. Consideraciones finales

La implementación de la cartografía social en las instituciones educativas seleccionadas para esta investigación ha demostrado ser una estrategia efectiva para el estudio y análisis de las problemáticas ambientales. La participación activa de estudiantes, docentes y comunidad educativa en general ha contribuido a la generación de conocimiento y conciencia sobre el cambio climático, su impacto en la localidad y las amenazas derivadas de este en la región.

Los participantes consideran al cambio climático como una responsabilidad humana, y están dispuestos a tomar medidas para mitigar sus efectos. Reconocen la

necesidad de la colaboración de múltiples actores para abordar dicho fenómeno. Destacan la importancia de la sensibilización, investigación tecnológica, prevención de desastres, prácticas agrícolas sostenibles y reforestación como acciones esenciales para combatirlo. A pesar de la preocupación y disposición, una parte significativa de la población carece de información sobre el cambio climático, resaltando la necesidad de programas educativos y de concientización.

En este contexto, es importante destacar que la estrategia educativa de construcción colectiva de cartografía contribuyó a identificar los riesgos específicos relacionados con el cambio climático en la localidad de Cipolletti, proporcionando así una herramienta colaborativa que contribuye en la mejora de la calidad ambiental de la región.

7. Referencias

Burgos, C. F. (2020). *Análisis de la construcción de representaciones sociales sobre el cambio climático en Neuquén Capital* [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Comahue]. Repositorio Digital Institucional de la Universidad Nacional del Comahue. [https://rdi.uncoma.edu.ar/bitstream/handle/uncomaid/17640/Tesis%20Simon%20Viviana%20Vanesa%20\(1\).pdf?sequence=1](https://rdi.uncoma.edu.ar/bitstream/handle/uncomaid/17640/Tesis%20Simon%20Viviana%20Vanesa%20(1).pdf?sequence=1)

Diez Tetamanti, J. M., Escudero, H. B., Carballeda, A., Barberena, M., Hallak, Z., Rocha, E., Romero, N., Massera, C., Vázquez, A., Barceló, M., Coñuecar, V., Gómez, P., Gómez, D., Feü, C. y Martínez, N. (2017). *Cartografía social: investigación e intervención desde las ciencias sociales, métodos y experiencias de aplicación*. Editorial Universitaria de la Patagonia.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2022). *Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. <https://www.ipcc.ch>

Kliksberg, B. (2011). *Pobreza, desigualdad y cambio climático en América Latina*. Siglo XXI.

Organización de las Naciones Unidas (2023). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Experiencia de restauración luego de la remoción del sauce híbrido frágil en ecosistemas ribereños del nordeste de Patagonia

María del Milagro Torres,¹⁶ Melisa Blackhall¹⁶ y María Andrea Relva¹⁶

Resumen

En la Patagonia argentina, la invasión del sauce híbrido frágil altera severamente diversos aspectos ecológicos y sociales, así como también se valora positivamente. Existen antecedentes de su control, pero se desconoce si una vez realizado se restablece la comunidad preexistente a la invasión o si estos sitios son reinvadidos por el sauce. Realizamos experiencias de restauración activa para determinar los efectos de la remoción del sauce híbrido frágil adulto (*Salix ×fragilis*) sobre el desempeño (supervivencia y crecimiento) de renovales de este híbrido y de dos especies nativas, sauce criollo (*Salix humboldtiana*) y chacay (*Ochetophila trinervis*). También

¹⁶ Grupo de Investigaciones de Ecología en Ambientes Antropizados (IDEAS) | INIBIOMA (CONICET-Universidad Nacional del Comahue). Contacto: mdmilagrotorres@gmail.com.

analizamos la preferencia relativa de su consumo por ungulados. Realizamos dos plantaciones (primavera de 2021 e invierno de 2022) en el arroyo Chacabuco, provincia de Neuquén, Argentina, bajo tratamiento de remoción con dos niveles: con remoción de sauces híbridos frágiles y sin remoción (control). Luego de tres años, el crecimiento en altura del sauce criollo fue menor en los sitios con remoción que en el control, mientras que el tratamiento de remoción no influyó en el crecimiento del sauce híbrido frágil ni del chacay. El ramoneo del chacay y del sauce criollo fue mayor que el del sauce híbrido frágil en el tratamiento de remoción. La remoción no afectó la supervivencia de los sauces, aunque su mortalidad fue muy alta (sauce criollo = 100%, sauce híbrido frágil > 95%), mientras que disminuyó la supervivencia del chacay. Los resultados sugieren que la remoción del sauce híbrido frágil no favorece el desempeño de renovals de todas las especies. Tanto el sauce nativo como exótico no sobrevivieron al verano, indicando una baja probabilidad de reinvasión del sauce híbrido frágil y de establecimiento del sauce criollo. El chacay presentó una supervivencia alta y gran crecimiento, por lo que resulta una especie apropiada para la restauración.

Palabras clave: ecosistemas ribereños; manejo de especies invasoras; noroeste de Patagonia; *Ochetophila trinervis*; restauración; *Salix humboldtiana*; *Salix ×fragilis*; ungulados introducidos

1. Introducción

Las especies invasoras son uno de los problemas ambientales que mayor impacto tienen sobre la biodiversidad. Las especies introducidas o exóticas provienen de otros continentes o regiones diferentes y se establecen fuera de su lugar de origen. Son especies transportadas inadvertidamente por las personas o con fines productivos, ornamentales o recreativos. Algunos ejemplos son el ganado que abunda en los sistemas agropecuarios intensivos y extensivos para producir alimento en grandes cantidades, o especies arbóreas como pinos y eucaliptos plantadas para proveer madera, leña y celulosa. Algunas de las especies introducidas se tornan problemáticas cuando logran establecerse en un lugar determinado e incrementan y dispersan sus poblaciones, iniciando un proceso de invasión biológica en las comunidades residentes. Este proceso genera diversas consecuencias, ya que pueden desplazar a las especies que previamente residían allí y/o establecer nuevas interacciones con éstas. Además, estos impactos pueden generar otros más evidentes como aumentar la frecuencia e intensidad de los disturbios, como por ejemplo incendios, reducir el agua disponible de los cuerpos de agua o alterar el suelo.

Los hábitats ribereños son uno de los ecosistemas más vulnerables a las invasiones biológicas. Estos ecosistemas terrestres se encuentran adyacentes a cuerpos de agua con los que interactúan constantemente. Esta interacción les permite cumplir diversas funciones ecológicas, tales como la moderación de las temperaturas del agua y de la luz, o la estabilización de las costas. Además, brindan numerosos servicios ecosistémicos fundamentales para la sociedad, como el suministro de agua y de diversos recursos naturales, o el control de inundaciones. Estas funciones y servicios caracterizan a los hábitats ribereños como ecosistemas de gran importancia. En el norte de la Patagonia, región del sur de la Argentina, los ecosistemas ribereños son fundamentales para diversas actividades, que pueden verse amenazadas por la presencia de especies invasoras, como son los sauces.

Los árboles del género *Salix*, conocidos como sauces, fueron introducidos en la región por pobladores europeos a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, con fines ornamentales, de protección (rompevientos) y productivos (leña). Entre ellos, hay un híbrido en particular, el sauce híbrido frágil (*Salix ×fragilis*), que es sumamente invasor. Por la gran facilidad que tiene para reproducirse y dispersarse, ha invadido numerosos ríos, arroyos y lagos. Sus ramas quebradizas caen sobre el agua y son arrastradas por la corriente, depositándose sobre suelo y dando inicio al proceso de enraizamiento y establecimiento de un nuevo individuo. Este híbrido afecta a los ecosistemas desplazando árboles y arbustos nativos, como el sauce criollo (*Salix humboldtiana*), único sauce nativo de Argentina catalogado por la FAO (Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) como “en peligro crítico”, y el chacay (*Ochetophila trinervis*), especie que participa en el ciclo del nitrógeno de ecosistemas ribereños. También, el sauce híbrido frágil tiene efectos sobre actividades productivas tales como la agricultura y ganadería, al facilitar la inundación de tierras o consumir excesivamente el agua disponible, o el turismo, al dificultar los accesos a las costas. Ante estos problemas, se investigaron tratamientos de remoción para evitar el rebrote (Orellana et al., 2016; Orellana et al., 2021), sin embargo, todavía resultan escasos los antecedentes acerca de la restauración de sitios a su condición natural. Desconocemos hasta el momento si ocurre una regeneración natural arbórea espontánea en estos sitios o si es necesario ayudar al proceso de regeneración arbórea mediante la plantación de especies nativas (práctica conocida como restauración activa).

Estos esfuerzos de restauración también pueden verse amenazados por las distintas especies de mamíferos herbívoros introducidos que abundan en el noroeste de Patagonia. Las especies silvestres, como los ciervos colorados y dama, el jabalí y la liebre europea, fueron introducidas principalmente para la caza deportiva. Por otro lado, en la región, como en muchas partes del mundo, también están presentes especies domésticas, como el ganado vacuno, ovino y equino. Estas especies, actualmente catalogadas como invasoras (Merino et al., 2009; Guichón et al., 2016),

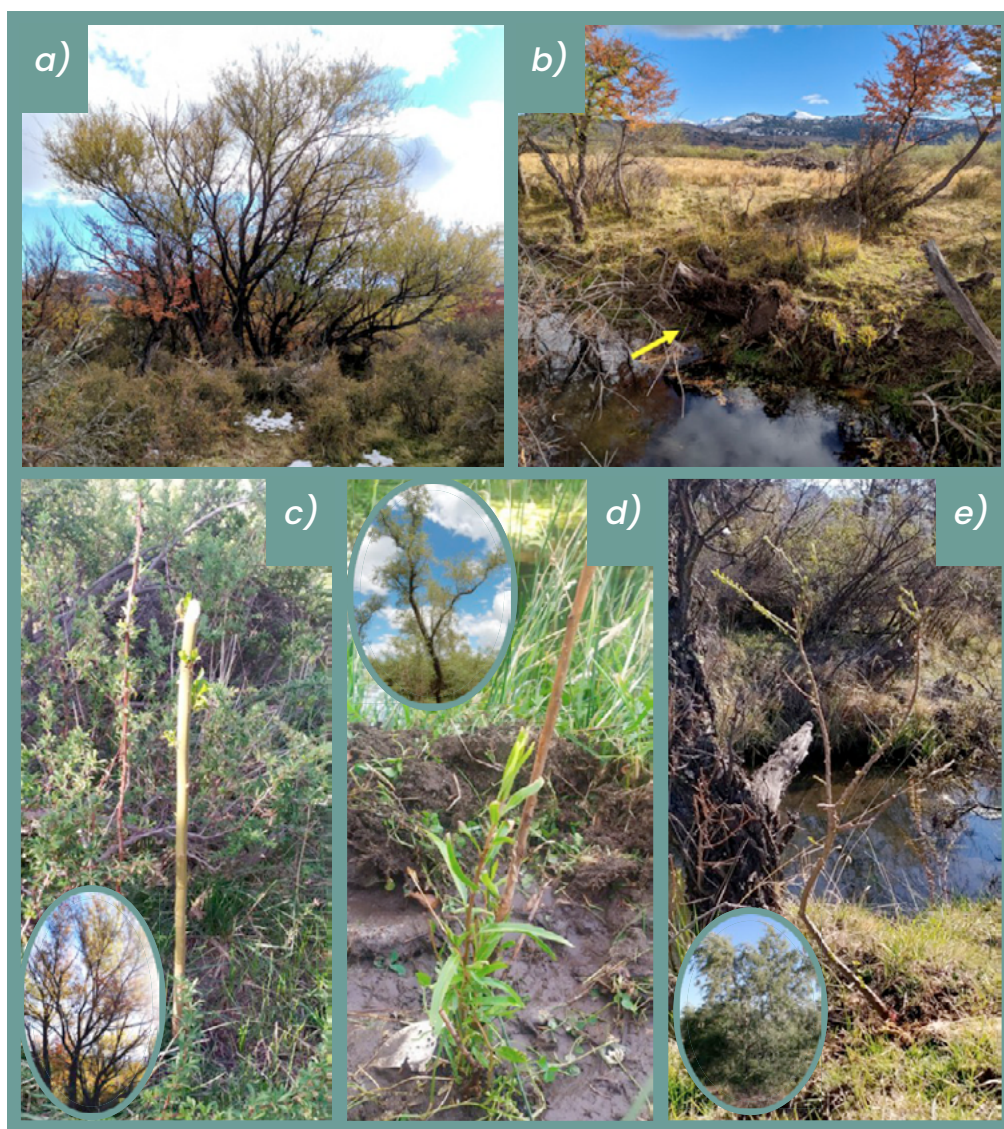
impiden la regeneración natural de la vegetación y disminuyen la supervivencia y crecimiento de leñosas mediante el consumo de sus hojas y ramas (también conocido como ramoneo), defecaciones y pisoteo. Sin embargo, se desconoce la influencia de estos impactos sobre la restauración y el rol que ocupan en la invasión del sauce (es decir, si la facilitan o controlan). Por lo tanto, estudiar el efecto de los mamíferos herbívoros introducidos en el contexto de la invasión y remoción de sauces es crucial para la restauración exitosa de la vegetación de estos ambientes.

2. Metodología

Durante tres años (2021-2024) llevamos a cabo dos experiencias de restauración con el fin de determinar los efectos de la remoción del sauce híbrido frágil adulto sobre la supervivencia, crecimiento y ramoneo de renovales de dicho híbrido y de dos especies nativas, sauce criollo y chacay. Se eligió al sauce híbrido frágil con el fin de evaluar sus probabilidades de reinvasión de sitios con manejo de sauces y las nativas fueron elegidas para evaluar sus probabilidades de ser usadas para la restauración de estos sitios. Las experiencias se llevaron a cabo en la ribera del arroyo Chacabuco dentro de las estancias Fortín Chacabuco y Nahuel Huapi, en la provincia de Neuquén, a 25 kilómetros de la ciudad de San Carlos de Bariloche. Seleccionamos 20 sitios con baja invasión de sauce híbrido frágil (< 25% de cobertura de dosel) (*Figura 1 A*). En diez de estos sitios, se cortaron los sauces con motosierra (área basal total removida = 453,86 m²/ha, *Figura 1 B*). Durante la primavera del año 2021, en los 20 sitios plantamos 80 renovales de un año de edad de cada especie (*Figura 1 C, D y E*). Para cada renoval, se estimó la supervivencia, crecimiento y ramoneo. Para evaluar el desempeño se registró la supervivencia (proporción de renovales vivos en relación al total inicial) y el crecimiento (diferencias de altura o diámetro basal del tallo entre cada temporada de crecimiento). El ramoneo consideró la intensidad de herbivoría, asignando un índice en función del porcentaje de ramas comidas respecto al total (0 = 0 ramas comidas; 1 = 0,1-25% ramas comidas; 2 = 25-75% ramas comidas; 3 = 75-100% ramas comidas).

Figura 1

a) Parcela con invasión de sauce híbrido frágil (Tratamiento sin remoción - Control), b) Parcela donde se han removido los sauces con motosierra (Tratamiento remoción). La flecha amarilla señala el tocón del sauce cortado. Especies leñosas bajo estudio, se muestran los renovales utilizados y ejemplares adultos: sauce híbrido frágil (c), sauce criollo (d) y chacay (e).



Fuente: Fotos a cargo de los autores

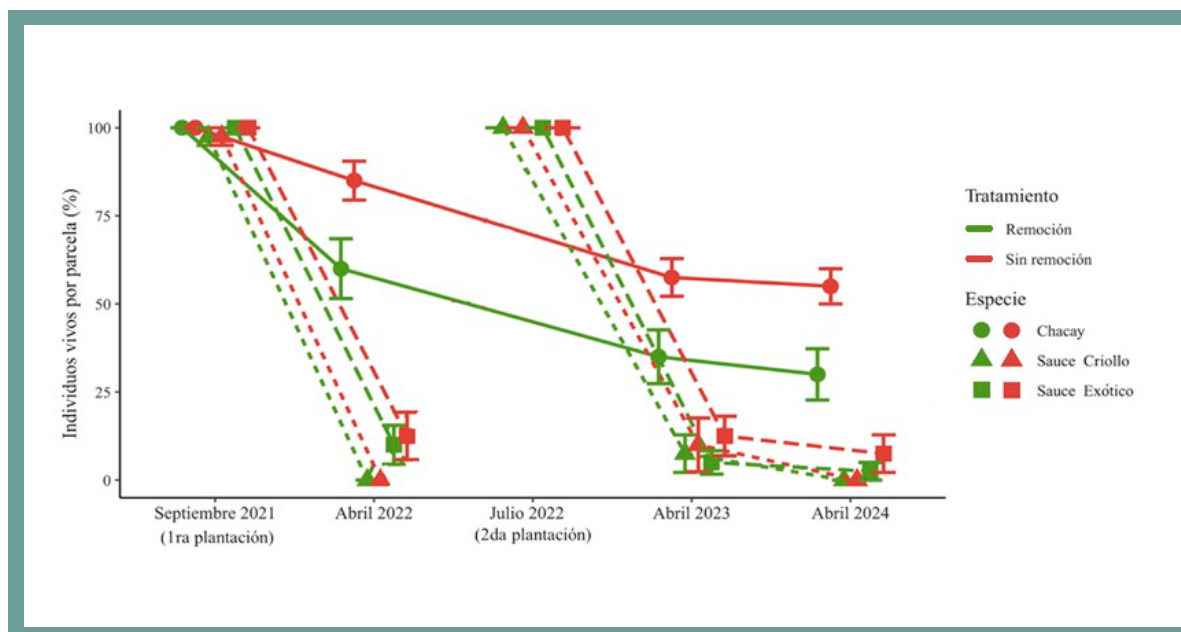
Al finalizar la primera temporada de crecimiento (otoño de 2022), ningún renewal de sauce criollo sobrevivió, tanto en sitios con o sin remoción del sauce híbrido frágil

(Figura 2). Un resultado similar se dio con los renovales de sauce híbrido frágil, que sobrevivieron un 11% aproximadamente del total (cuatro renovales en sitios con remoción de sauces, cinco en aquellos sin remoción) (Figura 2). Por el contrario, los renovales de chacay tuvieron un alto porcentaje de supervivencia (mayor al 70%), porcentaje que fue menor en los sitios con remoción de sauce híbrido frágil respecto a aquellos sin remoción (Figura 2).

Dado el escaso número de individuos de sauce nativo y frágil que sobrevivieron a la primera experiencia de restauración, realizamos para estas especies una segunda plantación durante la estación más húmeda en la región, el invierno (finales de junio de 2022). Plantamos los plantines en micrositos más cercanos a la orilla del arroyo. A un año de iniciada esta plantación (otoño de 2023), la supervivencia fue baja y similar entre tratamientos para ambos sauces (10%, 14 renovales vivos entre ambos, sauce criollo y sauce híbrido frágil) (Figura 2). Para el chacay, la supervivencia siguió siendo menor en la remoción (remoción = 35%, sin remoción = 55%) y más alta respecto a los sauces (Figura 2). Luego de dos años (otoño de 2024), solo sobrevivieron cuatro renovales de sauce híbrido frágil (supervivencia < 5%) y ninguno del sauce criollo, mientras que los renovales de chacay mantuvieron una supervivencia más baja en los sitios con remoción de sauces (Figura 2). Además, el diámetro de los tallos de los renovales de chacay no fue diferente entre los tratamientos, aunque sí registró un crecimiento notable (45% en promedio para ambos tratamientos). Con respecto al crecimiento en altura, en la remoción se registró un decrecimiento en el sauce criollo (remoción = 80%, sin remoción = 40%), mientras que no hubo diferencias en la altura del sauce híbrido frágil ni del chacay (Figura 3 A). Con respecto al ramoneo de las especies, su intensidad dependió de si el sitio presentaba remoción de sauces o no (Figura 3 B). Las dos especies nativas, es decir, el sauce criollo y el chacay, fueron más ramoneadas en los sitios con remoción de sauces. Por el contrario, el sauce híbrido frágil fue más ramoneado en los sitios sin remoción de sauces. El sauce criollo fue el menos ramoneado (menos del 25% de ramas comidas) mientras que el sauce híbrido frágil y el chacay presentaron similares porcentajes de ramoneo (entre 25% y 75% de ramas comidas).

Figura 2

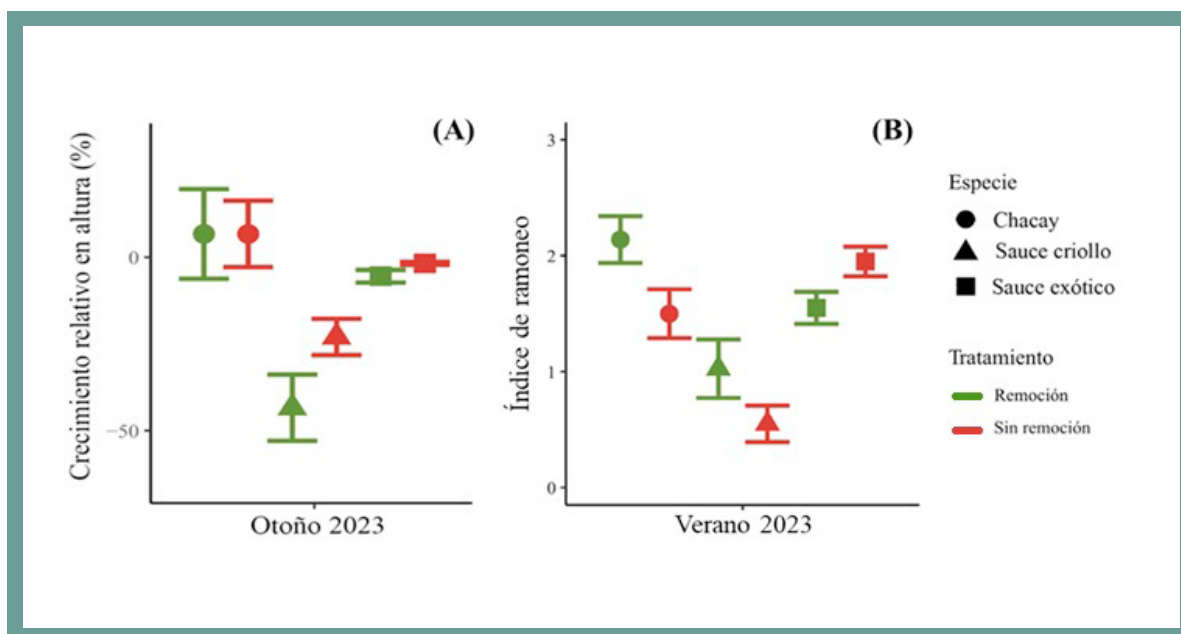
Supervivencia de los renovales de chacay, sauce criollo y sauce híbrido a lo largo de tres años entre sitios con remoción de sauce invasor y aquellos sin remoción (control). La línea continua indica que la especie fue plantada una única vez, mientras que la discontinua indica que la especie fue plantada dos veces.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3

Crecimiento en altura luego de una temporada de crecimiento (A) y ramoneo durante el verano de 2023 (B) de los renovales de chacay, sauce criollo y sauce híbrido frágil entre sitios con remoción de sauces invasores y aquellos sin remoción (control). Se presentan únicamente los datos de la segunda plantación, ya que la mayoría de los renovales de sauces de la primera plantación no sobrevivieron.



Fuente: Elaboración propia

3. Conclusiones

Luego de tres años de monitorear las plantaciones, concluimos que la remoción de individuos adultos del sauce híbrido frágil en general no mejoró sustancialmente la supervivencia ni el crecimiento de los renovales de las plantas leñosas estudiadas. Cuando existió efecto, se observó que mayormente la remoción influyó sobre las especies nativas, ya que tuvo impacto negativo en la supervivencia del chacay y en el crecimiento del sauce criollo. Aun así, hubo ciertos factores, más allá de la remoción de sauces, que generaron una alta mortalidad de los renovales de los sauces luego del verano y que no afectaron a los de chacay. Estos podrían estar asociados, por ejemplo, a las características intrínsecas de las especies, como la tolerancia a distintas condiciones de humedad. Además, cabe destacar que se ha observado que las sequías estivales de la Patagonia afectan a una gran diversidad de especies y que

en estos últimos años las sequías son más severas en la región (se encontraron aumentos de la temperatura de 0,5 °C y disminución de las precipitaciones del 20%; Hurtado et al., 2023). Esto nos indica que en el contexto climático actual hay una baja probabilidad de reinvasión de los sauces híbridos frágiles y del éxito de restauración mediante la plantación de sauces criollos.

Los mamíferos herbívoros introducidos influyen en el éxito de las experiencias de restauración. Esto se pudo observar con las distintas intensidades de ramoneo registradas en las especies y el decrecimiento en altura del sauce criollo. Además, concluimos que estos herbívoros podrían cumplir un rol crucial en las invasiones por su ramoneo diferencial sobre las especies y que dependió de la remoción de sauces. Por ejemplo, en los sitios sin remoción de sauces, los herbívoros ramonearon más al sauce híbrido frágil que a las especies nativas indicando un posible control de la invasora. Estos resultados son importantes a considerar en la restauración y manejo del sauce, ya que en la mayoría de ecosistemas ribereños habitan estos mamíferos.

Para aumentar las chances de éxito de la restauración con plantación de especies leñosas nativas luego de remover sauces híbridos frágiles se debería siempre considerar las características intrínsecas de las especies utilizadas, como por ejemplo la tolerancia a la herbivoría o a las sequías. Esto es primordial, ya que los planes de restauración considerando la remoción del sauce y posterior plantación de renovales implican costos considerables de tiempo, recursos y esfuerzo. En esta región, si se considera restaurar sitios invadidos por sauce híbrido frágil, una especie apropiada es el chacay, ya que presenta una alta supervivencia y tolerancia a la herbivoría. El sauce criollo no sería apropiado para riberas de estepa de la zona por su baja tolerancia a la sequía y a las heladas. Para el futuro sería conveniente evaluar el uso de otras especies abundantes en la zona, arbóreas como el ñire (*Nothofagus antarctica*) o el chacay de la cordillera (*Discaria chacaye*), o arbustivas como el calafate (*Berberis microphylla*), además de considerar otros tratamientos alternativos (uso de plantas nodrizas, hidrogeles o clausuras contra herbívoros). Finalmente, esta experiencia resalta la importancia de registrar a lo largo de sucesivas temporadas cada experiencia de restauración, más allá de sus resultados inmediatos, para asegurar el éxito futuro.

4. Referencias

Bozzi, J. A., Marchelli, P. y Gallo L. A. (2014). Sauce criollo: una especie nativa amenazada en Patagonia. *Presencia*, (62), 29-33. <https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/40749/selection.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

- Guichón, M. L., Monteverde, M., Piudo, L., Sanguinetti, J. y Di Martino, S. (2016). Mamíferos introducidos en la provincia de Neuquén: estado actual y prioridades de manejo. *Mastozoología Neotropical*, 23(2), 255-265. <https://www.cean.gob.ar/wp-content/uploads/2020/06/MAM%C3%8DFEROS-INTRODUCIDOS-EN-LA-PROVINCIA-2016.pdf>
- Hurtado, S. I., Calianno, M., Adduca, S., Easbale, M. (2023). Drylands becoming drier: evidence from North Patagonia, Argentina. *Regional Environmental Change*, 23(165). <https://doi.org/10.1007/s10113-023-02160-w>
- Merino, M. L., Carpinetti, B. N. y Abba, A. M. (2009). Invasive Mammals in the National Parks System of Argentina. *Natural Areas Journal*, 29(1), 42-49. <https://doi.org/10.3375/043.029.0105>
- Orellana, I. A., Amico, I., Fasanella, M., Pildain, M. B., Premoli, A. y Bonansea, T. B. (2016). Evaluación y propuesta de manejo de la invasión de sauces en el noroeste de la Provincia del Chubut. En M. Gingins, G. Álvarez y C. I. LLavallol (Eds.). *Investigación Forestal 2011-2015: Los Proyectos de Investigación Aplicada*. Ministerio de Agroindustria, Unidad para el Cambio Rural.
- Orellana, I. A., Amico, I., Vincón, S. G. y Bonansea, T. B. (2021). Willows in Patagonia: the challenge of understanding controlling invasions. En T. González Martínez y V. Ávila-Akerberg (Eds.). *Scientists and society in action for biodiversity and sustainability. Case studies from around the world*. Institute for Agricultural and Rural Sciences, Autonomous University of the State of Mexico.
- Orellana, I. A., Vincón, S. G., Williams, A. y Acuña, L. (2022). Situación de las poblaciones de *Salix humboldtiana* en el río Chubut, Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 43(3), 253-266. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002022000300253>
- Santoni, L. C., Chaia, E. E. y Gobbi, M. E. (2024). Plantación con *Ochetophila trinervis* (Rhamnaceae) en riberas del noroeste patagónico invadidas por *Salix fragilis* (Salicaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 59(4), 1-17. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v59.n4>

Relación entre diámetro y edad de dos sauces del río Chubut

Agustín Williams,^{17, 18, 19} Ivonne Orellana,³⁸ Sandra Bucci^{38, 39, 20} y Mariano Amoroso²¹

Resumen

El éxito de las especies invasoras para colonizar nuevos ambientes depende de múltiples características, entre ellas sus elevadas tasas de crecimiento y reproducción. En el río Chubut, la especie invasora *Salix x fragilis* se está expandiendo aceleradamente en los últimos años, lo que podría afectar negativamente a la especie nativa *Salix humboldtiana*. El objetivo de este trabajo fue evaluar la relación entre el DAP y la edad de *S. humboldtiana* y *S. x fragilis*, así como comparar sus tasas de crecimiento radial. Para ello, a 50 individuos de cada especie, procedentes de siete sitios de la ribera del río Chubut, entre Costa del Chubut y Paso del Sapo, se les midió el DAP y se les extrajeron dos muestras de madera con un barreno tipo Pressler. A partir de las muestras de madera se obtuvo la edad y el crecimiento radial anual. Se obtuvo la relación lineal entre el DAP y las edades observada y estimada. A posteriori, se compararon las pendientes entre especies. Los resultados indican que existe relación entre el DAP y la edad para ambas especies. Además, *S.*

¹⁷ Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud – Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Contacto: williamsagustin91@gmail.com.

¹⁸ Centro Científico Tecnológico CONICET- Centro Nacional Patagónico (CCT CENPAT).

¹⁹ Secretaria de Ciencia y Tecnología, Gobierno de Chubut (SCyT).

²⁰ Instituto de Biociencias de la Patagonia (INBIOP, CONICET-UNPSJB).

²¹ Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural (IRNAD, CONICET-UNRN).

x fragilis mostró una tasa de crecimiento mayor que *S. humboldtiana*. El DAP resultó ser un buen indicador de la edad de los individuos de ambas especies. La mayor tasa de crecimiento radial anual y la alta densidad de individuos de *S. x fragilis* constituyen evidencias de ventajas en la competencia por el sitio de la especie invasora.

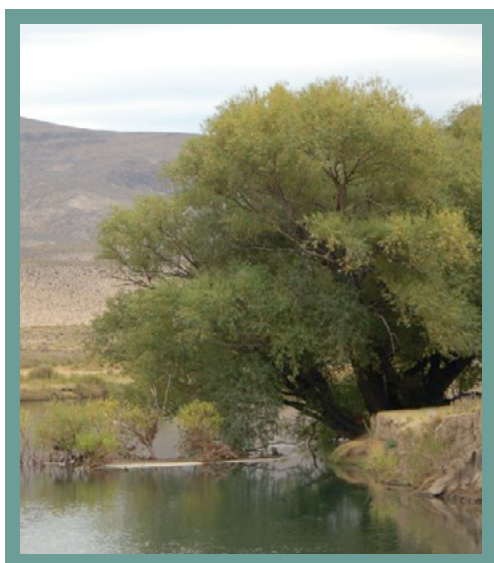
1. Introducción

Las especies invasoras suelen ser competidoras muy exitosas en los ambientes que invaden, pudiendo provocar extinciones locales de poblaciones de especies nativas. Las invasiones de salicáceas, además, tienen la capacidad de modificar la estructura de los cuerpos de agua, el intercambio de nutrientes, el ciclo hidrológico y las comunidades bióticas.

En la Patagonia, *Salix x fragilis*, llamado comúnmente sauce híbrido frágil o sauce mimbre, ha sido identificado como la principal especie invasora de riberas (Budde et al., 2010; Orellana et al., 2016). Este sauce presenta una gran capacidad de colonizar ambientes con alto nivel de disturbio (Datri et al., 2017). Se caracteriza por tener alturas de entre 15-20m, copas anchas y múltiples fustes o ramificaciones desde la base. La corteza de color grisácea en sus estadíos juveniles se vuelve negra a medida que envejecen (*Figura 1*).

Figura 1

Sauce híbrido frágil en el río Chubut



Fuente: Foto a cargo de los autores

El sauce criollo o *Salix humboldtiana* es la única especie de sauce nativa de la Argentina, cuyas poblaciones más australes son las del río Chubut. Estas poblaciones son muy importantes desde el punto de vista genético, pero, además, el sauce criollo también es la única especie arbórea nativa presente en la estepa chubutense. Las poblaciones del río Chubut son relictuales y presentan una baja densidad de individuos, con un fuerte desbalance de relación de sexos (*Figura 2*) (Orellana et al., 2022).

Figura 2

Sauce criollo establecido en una terraza en la ribera del río Chubut



Fuente: Foto a cargo de los autores

El sauce criollo, a diferencia del sauce híbrido frágil, se multiplica principalmente por semillas y se establece en hidrogeofomas activas, mientras que los individuos de mayor diámetro se encuentran en zonas correspondientes a terrazas, más alejadas del río. Al sauce invasor, en cambio, se lo encuentra principalmente en hidrogeofomas activas, próximas al cauce del río, probablemente debido a que el proceso de invasión es aún temprano y el río no ha experimentado cambios de curso importantes que den la oportunidad de comprender la respuesta del sauce invasor a hidrogeofomas inactivas como son las terrazas.

Los objetivos de este trabajo fueron obtener la relación entre la edad y el diámetro

para ambas especies en el río Chubut y determinar y comparar sus tasas de crecimiento radial.

El área de estudio corresponde al tramo medio del río Chubut entre Piedra Parada y Paso del Sapo. En esta área, el clima es frío-árido de estepa, la temperatura media anual varía entre 8 °C y 12 °C y la precipitación anual varía entre 100 mm y 200 mm. El régimen del río es de tipo mixto pluvio-nival, donde las crecidas dependen de las precipitaciones de otoño e invierno y del deshielo en primavera. Los caudales máximos se registran en octubre y noviembre, mientras que los mínimos se registran en marzo.

La vegetación riparia incluye, además de los dos sauces ya descritos, algunas especies arbustivas como: molle (*Schinus molle*), calafate (*Berberis microphylla*), yaoyin (*Lycium chilensis*), quilembay (*Chuquiraga avellanada*) y especies herbáceas como mastuerzo mayor (*Lepidium perfoliatum*) y poaceas, entre otras.

2. Metodología

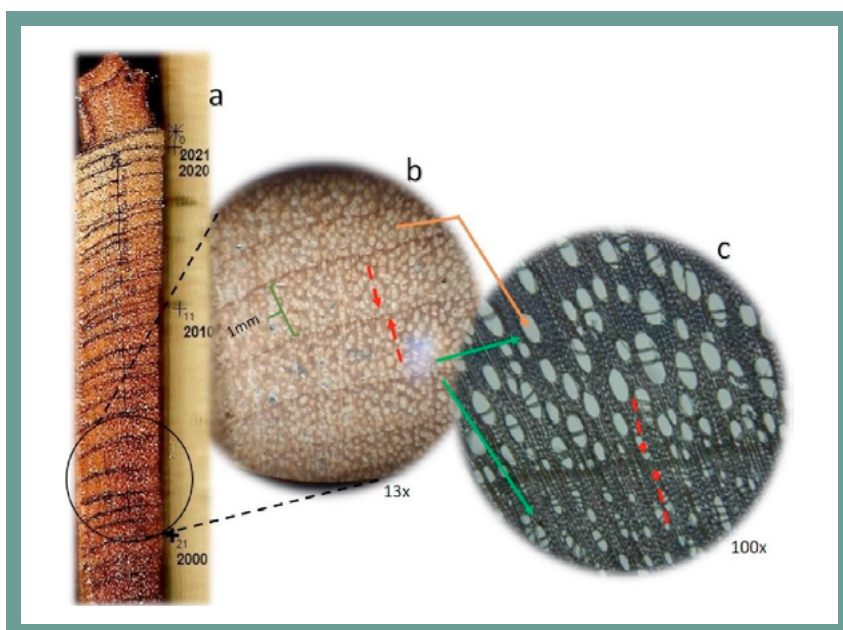
Se seleccionaron siete sitios donde había sauce criollo y sauce híbrido frágil. En cada sitio se seleccionaron siete individuos dominantes de cada especie (diámetro a la altura del pecho [DAP] > 10 cm), a los cuales se les midió el DAP y el DAB (diámetro a la altura de la base). De estos individuos se extrajeron dos muestras de madera, a 40 cm de altura, y cuando esto no fue posible, lo más cerca de la base del tronco, utilizando un barreno tipo Pressler.

Las muestras se conservaron en recipientes plásticos para su transporte. Los orificios en los árboles fueron tapados con una mezcla de cera y aceite (2:1) para evitar la entrada de insectos u otros patógenos.

Las muestras de madera fueron procesadas siguiendo técnicas clásicas utilizadas en dendrocronología: 1) secados en estufa a 70 °C durante 72 h, 2) montados en soportes de madera con los vasos xilemáticos apuntando hacia arriba (cara transversal) y 3) pulidos con lijas de diferente granulometría, comenzando con lijas de grano grueso (80, 120, 220) y terminando con lijas muy finas (320, 360, 600 y 1000), para revelar los anillos de crecimiento de forma clara (*Figura 3 a*). El datado de los anillos se realizó de manera visual mediante el uso de lupa binocular, asignando un año calendario a cada anillo verdadero (edad observada). Los anillos de crecimiento en ambas especies se encuentran bien delimitados. Se puede diferenciar bien entre leño temprano (de primavera), en el cual se observan vasos de mayor tamaño, y el leño tardío (de otoño), donde el tamaño de los vasos disminuye (*Figura 3 b y c*).

Figura 3

Vista de los anillos de crecimiento de un tarugo de sauce criollo, donde a) Tarugo datado, mostrando un periodo de 20 años de crecimiento, b) Vista aumentada de los anillos de crecimiento, indicando el borde de un anillo (flechas rojas), anillo de otoño y primavera (flechas verdes) los vasos (flecha naranja) y el tamaño del anillo en milímetros y c) Corte transversal de sauce criollo visto al microscopio, indicando el borde de anillo, el anillo de primavera y de otoño (flechas verdes) y los vasos (flecha naranja).



Fuente: Elaboración propia

En varios casos, los tarugos presentaron porciones faltantes debido a pudriciones en la madera, imposibilitando la estimación directa de la edad total de estos árboles, por lo tanto, se estimaron los años faltantes a la médula (edad estimada) a partir de los tarugos de individuos que la alcanzaron (Villaba y Veblen, 1997). Aquellos tarugos con una alta pudrición (> al 60% del radio del árbol) fueron descartados.

3. Resultados

La relación entre el DAP y la edad para cada especie se analizó mediante regresiones lineales. El DAP fue la variable respuesta, mientras que la edad observada y la

edad estimada fueron las variables independientes. Los análisis de regresión se realizaron en R Studio utilizando el paquete “nml”, mientras que las rectas de regresión se confeccionaron mediante el paquete “ggplot2”. Para evaluar cuál de las dos especies presenta una mayor tasa de crecimiento radial, se compararon las rectas de regresión DAP/Edad de las especies. Allí se encontró una relación positiva entre el DAP y la edad para ambas especies (a mayor edad, mayor fue el diámetro). El coeficiente de determinación (R^2) para la relación entre el DAP y la edad observada para el sauce criollo fue del 46%, mientras que para el sauce híbrido frágil fue del 39%. En cambio, el R^2 para la relación entre el DAP y la edad estimada mejoró notablemente, resultando del 76% para sauce criollo y del 82% para el sauce híbrido frágil.

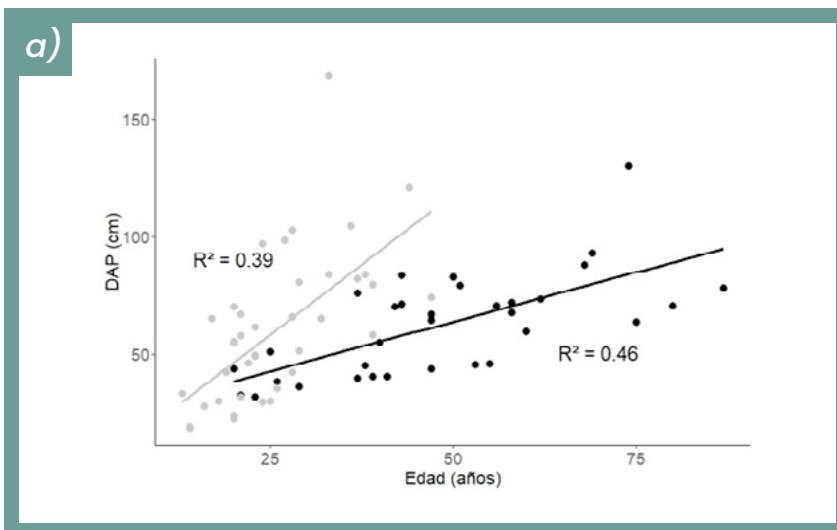
El sauce híbrido frágil alcanza mayores diámetros que el sauce criollo en menores periodos de tiempo (Figura 4). Los DAP para individuos de cien años de sauce híbrido rondan los 140 cm, mientras que para individuos de la misma edad de sauce criollo los DAP se acercan a los 70 cm.

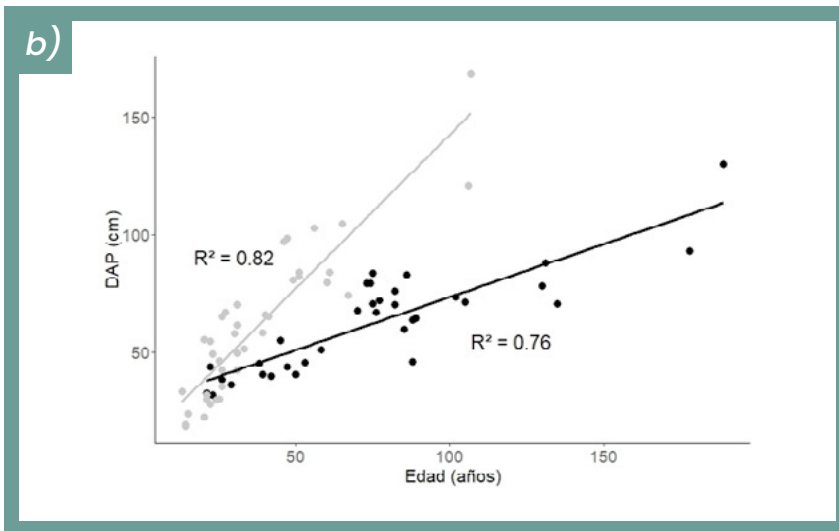
En la cuenca media del río Chubut la edad promedio de los sauces criollos es de 74.5 ± 41.3 años (edad estimada), mientras que las poblaciones del sauce híbrido frágil son más jóvenes, y tienen en promedio 36.9 ± 21.8 años (edad estimada).

Las pendientes de ambas funciones tanto para la edad observada como la edad estimada difirieron significativamente entre especies (Edad observada: $t_{71.16666} = 4,070$ p-valor = 0,0012; Edad estimada: $t_{71.16666} = 7,151$ p-valor < 0,0001). El sauce híbrido frágil presenta una mayor tasa de crecimiento radial anual que el sauce criollo.

Figura 4

a) Regresión lineal entre el DAP y la edad observada para el sauce criollo (línea negra) y el sauce híbrido frágil (línea gris) y b) Relación entre el DAP y la edad estimada de las dos especies de sauce en el Río Chubut.





Fuente: Elaboración propia

Observando la *Figura 4 b* se puede deducir que los ejemplares de sauce criollo más viejos se encuentran presentes en el área desde hace cerca de dos siglos. Con anterioridad a este estudio, se habían reportado edades máximas de sauce criollo de hasta cincuenta años en la zona del río Paraná, de modo que este es el primer reporte sobre individuos tan longevos. Los individuos añosos de sauce criollo presentan el xilema muy deteriorado, con pudriciones que afectan más del 50% de éste. También puede reconocerse individuos que tienen hasta un 95% de xilema inactivo convertido en duramen y tan solo un 5% activo, correspondiente a la albura.

La determinación de la relación entre el DAP y la edad también posibilita realizar inferencias acerca de los movimientos laterales del río. Por ejemplo, al conocer la edad de los individuos añosos de las terrazas, podemos estimar el tiempo transcurrido entre que el cauce del río estuvo en ese lugar y su posición actual. Cabe recordar que el cauce del río cambia y se desplaza lateralmente con el tiempo, y los árboles añosos resultan excelentes indicadores de ese desplazamiento, ya que los individuos jóvenes solo se establecen en áreas inundables (Orellana et al., 2022).

Como se esperaba, el sauce híbrido frágil presentó una mayor tasa de crecimiento en diámetro que el sauce criollo. Estos resultados están en concordancia con los de Thomas y Leyer (2014) en el río Negro, donde la especie invasora tiene una mayor tasa de crecimiento en altura, diámetro, área basal y tamaño de copa que el sauce criollo. La mayor tasa de crecimiento exhibida por la especie invasora le confiere una ventaja competitiva frente al sauce criollo en la competencia por el sitio. Cabe preguntarse cómo esta ventaja competitiva, sumada a otros factores como los efectos del calentamiento global, los periodos de sequía más prolongados y presiones

de uso, podrían afectar tanto los procesos de invasión como la persistencia de las poblaciones de sauce criollo del río Chubut.

Este estudio constituye el primer aporte acerca de las edades de los sauces en el río Chubut y la primera comparación de las tasas crecimiento radial de las especies en la zona.

4. Referencias

- Budde, K. B., Gallo, L., Marchelli, P., Mosner, E., Liepelt, S., Ziegenhagen, B., y Leyer, I. (2010). Wide spread invasion without sexual reproduction? A case study of European willow y Patagonia. *Biological Invasions*, *13*(1), 45-5. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-010-9785-9>
- Datri, L. A., Faggi, A. M., Gallo, L. A. y Carmona, F. (2016). Half a century of changes in the riverine landscape of Limay River: the origin of a riparian neoecosystem in Patagonia (Argentina). *Biological Invasions*, *18*(6), 1713-1722. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-016-1114-5>
- Orellana, I. A., Amico, I., Fasanella, M., Pildain, M. B., Premoli, A. y Bonansea T. B. (2016). Evaluación y propuesta de manejo de la invasión de sauces en el noroeste de la Provincia del Chubut. En M. Gingsins, G. Álvarez y C. I. Llavallol (Eds). *Investigación Forestal 2011-2015: Los Proyectos de Investigación Aplicada* (pp. 75-77). Ministerio de Agroindustria. Unidad para el Cambio Rural.
- Orellana, I. A., Vincon, S. G., Williams, A. y Acuña, L. (2022). Situación de las poblaciones de *Salix humboldtiana* (Salicaceae) en la cuenca media del Rio Chubut, Argentina. *Bosque*, *43*(3), 253-266. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002022000300253>
- Thomas, L. K. y Leyer, I. (2014). Age structure, growth performance and composition of native and invasive *Salicacea* in Patagonia. *Plant Ecology*, *215*, 1047-1056. <https://www.jstor.org/stable/24553791>
- Villalba, R. y Veblen, T. T. (1997). Improving estimates of total tree ages base on increment core samples. *Écoscience*, *4*(4), 534-542. <https://doi.org/10.1080/11956860.1997.11682433>



Este libro compila los trabajos presentados en el IX Foro Ecovalle, que tuvo como eje “Los paisajes de valles de América Latina en tiempos de cambios”. A fines de 2024 nos reunimos en Neuquén con base en la experiencia de integración de humedales de Chile, Argentina, Costa Rica, Brasil y Colombia, intentando colaborar y ser partícipes en la construcción de una mirada latinoamericana que resulte superadora del tradicional abordaje de otras jornadas Ecovalle previas. Las experiencias expuestas representan acciones sobre humedales urbanos con datos espaciales que promuevan el análisis y el debate de las formas de replicación. Ecovalle 2024 estuvo destinado a coordinar esfuerzos y trabajos de diversos actores sociales y científicos en el desarrollo de un modelo de integración de las ciudades y sus áreas rurales en paisajes de valles de Latinoamérica.



Facultad
de Ciencias Naturales
y Ciencias de la Salud



UFLO
UNIVERSIDAD