

## CONSERVACIÓN DE BOSQUES

**Y LOS GENES VOLVIERON A CASA**

El caso de los cipreses de Riscos Bayos, una acción de conservación activa de los recursos genéticos de una especie forestal nativa de la Patagonia.

**Mario J. Pastorino, M. Eva Ceballos, Alejandro G. Aparicio, María Marta Azpilicueta, Mariano A. Catalán, Mario R. Huentú, Fabián N. Jaque, Adolfo Retamal y Patricio Nesci**

**Palabras clave:** *Austrocedrus chilensis*, conservación, recursos genéticos, Riscos Bayos, semillas.

**Mario J. Pastorino<sup>1</sup>**

Dr. en Ciencias Forestales  
pastorino.mario@inta.gob.ar

**María Eva Ceballos<sup>2</sup>**

Ingeniera Agrónoma  
eceballos@neuquen.gov.ar

**Alejandro G. Aparicio<sup>1</sup>**

Dr. en Ciencias Biológicas  
aparicio.alejandro@inta.gob.ar

**María Marta Azpilicueta<sup>1</sup>**

Dra. en Ciencias Biológicas  
azpilicueta.maria@inta.gob.ar

**Mariano A. Catalán<sup>2</sup>**

Mg. en Manejo de Recursos Naturales  
amcatalan@neuquen.gov.ar

**Mario R. Huentú<sup>1</sup>**

huentu.mario@inta.gob.ar

**Fabián N. Jaque<sup>1</sup>**

jaque.fabian@inta.gob.ar

**Adolfo Retamal<sup>2</sup>**

Técnico Forestal  
aretamal@neuquen.gov.ar

**Patricio Nesci<sup>2</sup>**

Ingeniero Agrónomo  
pnesci@neuquen.gov.ar

<sup>1</sup> Estación Experimental Agropecuaria Bariloche, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche (IFAB, INTA - CONICET).

<sup>2</sup> Dirección General de Recursos Forestales, Subsecretaría de Producción, Provincia de Neuquén.

Recibido: 05/06/2024. Aceptado: 20/10/2024.

Cuando escuchamos la palabra “conífera” pensamos automáticamente en los pinos. Es que el cultivo de pinos en la Argentina se ha generalizado tanto que hasta han llegado a asilvestrarse y los encontramos en todas las ecorregiones forestales (ver Glosario) de nuestro país. Sin embargo, las especies de pináceas son originarias del hemisferio norte. No existen los pinos nativos en Argentina. En verdad, nuestros bosques se caracterizan por estar integrados por especies de angiospermas (plantas con flores y frutos) aunque, como en todo, siempre hay excepciones. Entre las coníferas vernáculas se destacan las araucariáceas, las podocarpaceas y las cupresáceas. A este último grupo pertenece el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), que, con su presencia en más de 260.000 hectáreas de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut, es la conífera nativa de más amplia distribución en Argentina. Este árbol, de unos 20 metros de altura, tiene una madera de alta calidad y cualidades estéticas, con finas vetas y un color café amarillento que la hace muy apreciada para trabajos de carpintería y revestimientos en viviendas. Forma bosques puros en la transición con la estepa y mixtos con coihue en sitios más húmedos, y un carácter que lo distingue es la separación de los sexos en distintos individuos, de modo que hay cipreses femeninos (producen semillas) y cipreses masculinos (producen polen).

**El acervo genético: una riqueza hereditaria**

Pese a ser amplia, la distribución del ciprés de la cordillera se caracteriza por su fragmentación. A la par de bosques inmensos y exuberantes, existen parches boscosos pequeños y aislados (llamados bosquetes), constituidos por algunas decenas de árboles dispersos en una matriz de estepa. Estos bosquetes esteparios ubicados en las márgenes de la distribución natural de la especie fueron históricamente ignorados por su prácticamente nulo valor de uso, circunscripto a la extracción de algún que otro poste para utilizar localmente.



Imagen: M. Pastorino.

**Figura 1. Imagen panorámica de los Riscos Bayos.**

Sin embargo, estudios específicos de las últimas tres décadas han servido para valorizar sus recursos genéticos. De hecho, pudo comprobarse que los mayores niveles de variación genética de la especie en Argentina se encuentran en los bosquetes marginales esteparios del norte de la distribución, con valores superiores a los de bosques bien desarrollados y extensos como los de El Bolsón o Villa Traful. Este fue un resultado sorprendente, justamente por su pequeña dimensión y gran aislamiento. Unos pocos árboles vetustos, tortuosos, de menos de siete metros de altura, albergan una riqueza genética superior a la de bosques de miles de árboles vigorosos, de más de 20 metros de altura y con una profusa regeneración. También se comprobó que cuentan con genes (ver Glosario) o combinaciones de genes que no se encuentran en otros bosques, y que, por lo tanto, los hacen diferentes, una cualidad que se define como de “alta diferenciación”.

La variación genética es el reflejo del número de variantes genéticas -alelos y genotipos (ver Glosario)- que alberga un grupo de individuos que coexisten. Cuanta más variabilidad en este aspecto, mayor será la capacidad de adaptación (ver Glosario), o sea, mayor será la probabilidad de que alguna de las variantes presentes en esa población (ver Glosario) pueda sobrevivir frente a un cambio ambiental. Esta habilidad esencial de los seres vivos es ventajosa en el actual contexto de cambio climático global, donde las condiciones del clima experimentan cambios que suceden a una velocidad sorprendente y por causas humanas. Las poblaciones con niveles de variación genética bajos serán las más propensas a extinguirse. Así que “alta variación” es sinónimo de “alta probabilidad de supervivencia”. Además, hay

que agregar un concepto: la variación genética de una población natural de árboles es el resultado de procesos evolutivos de cientos de miles de años. Por ende, no podemos fabricarla, simplemente la heredamos. Si la conservamos, lograremos dejarla en herencia; si no lo hacemos, habremos privado a generaciones futuras de lo que nosotros pudimos disfrutar.

Las poblaciones marginales de cualquier especie suelen albergar genes interesantes para la adaptación a condiciones ambientales extremas, y por cierto que son extremas las condiciones de algunos de esos bosquetes de ciprés. Resumiendo, en esos parches boscosos tenemos alta variación genética relativa, alta diferenciación y condiciones ambientales marginales, o sea un combo imposible de pasar desapercibido para cualquier genetista que se interese en cultivar la especie.

### **Conservar no es solo restringir**

En ocasiones, para la conservación de los recursos naturales no alcanza con evitar su uso o reglamentar su intangibilidad (conservación pasiva), y en cambio se hace necesaria también una intervención directa que asegure la regeneración de manera asistida (conservación activa). Este es el caso del bosque de ciprés de la cordillera ubicado en cercanías de la localidad de Loncopué en la Provincia de Neuquén, sobre una particular formación geológica denominada localmente Riscos Bayos (ver Figura 1). Se trata de una población constituida por unos 200 árboles dispersos, creciendo en las grietas de esos afloramientos rocosos de tobas pumíficas (ver Glosario), de unos cuatro kilómetros de largo y unos 400 metros de ancho (ver Figura 2). Allí, las condiciones ambientales son muy adversas, con un régimen de precipitaciones de unos



Imagen: M. Pastorino.

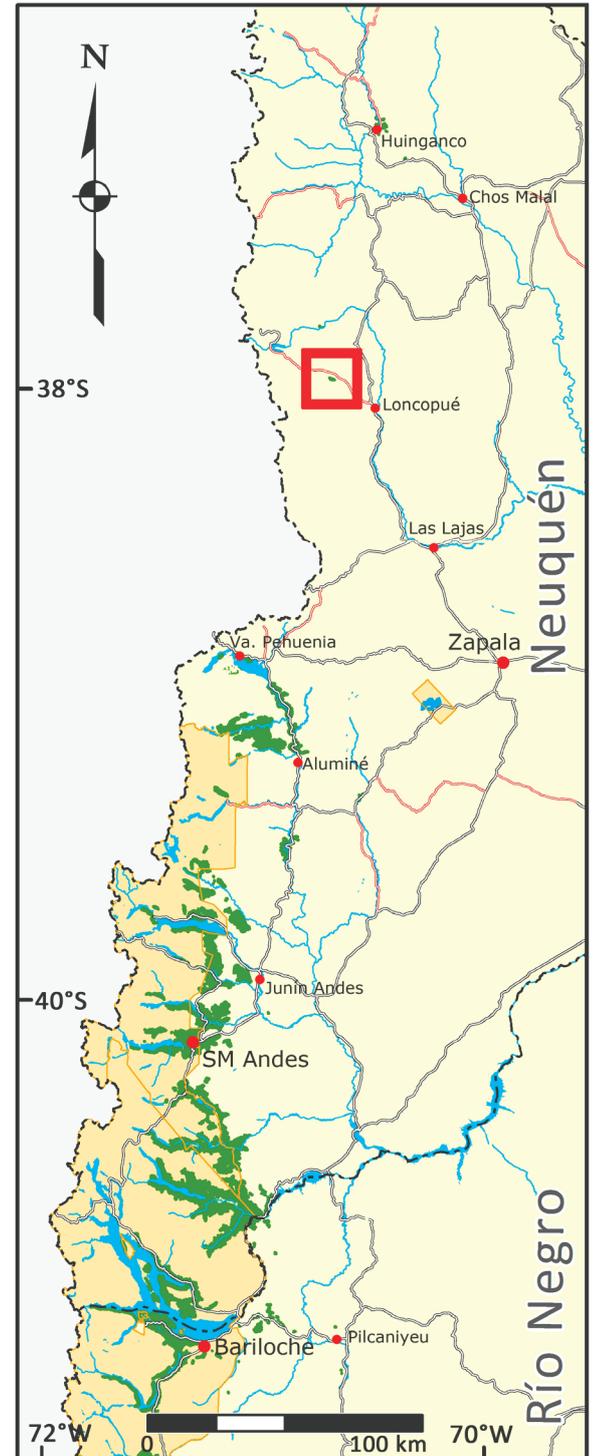
**Figura 2. Cipréses dispersos entre las grietas de los Riscos Bayos.**

250 milímetros anuales, muy fluctuante de año en año. Como contracara de los 200 árboles supervivientes, pueden encontrarse otros tantos tocones de los cipréses que hace años fueron volteados a golpe de hacha. Incluso en los individuos vivos se ven signos de talas parciales de las que han logrado reponerse como muestra de su resistencia.

El área de los Riscos Bayos experimentó el uso ganadero de pequeños crianceros trashumantes durante muchos años. En general, son productores de ganado menor, caprino y ovino, que además utilizan equinos como animales de trabajo. La cría es extensiva, sin un manejo del rodeo en potreros, lo que permite el ingreso de los animales en los bosques que transitan, ocasionado daños sobre la regeneración, por consumo, pisoteo o ramoneo. Según registros provinciales de los últimos 20 años, otro de los disturbios presentes en la zona de transición entre la estepa y los bosques de los departamentos Ñorquín, Loncopué y Picunches, son los incendios recurrentes de tamaño intermedio y de severidad baja, que afectan principalmente pastizales, pero en ocasiones también a los bosques adyacentes.

### Los recursos genéticos de Riscos Bayos

Cuesta creer la presencia de cipréses en este rincón estepario, totalmente aislados de sus congéneres. Más de 100 kilómetros en línea recta y altas montañas separan a este bosque de los continúos de cipréses más próximos (ver Figura 3). Posiblemente se trate de un relicto (ver Glosario) que escapó de los alcances de las últimas glaciaciones y ha quedado como testimonio de una arcaica distribución más extendida. Abonan esta hipótesis los resultados de estudios liderados por los investigadores Pastorino, Aparicio y Arana del INTA Bariloche, quienes reportaron que, entre otros 26 bosques de ciprés en Argentina, este pequeño bosque se distingue como el más diferenciado y con un nivel de variación genética en "marcadores" relativamente



**Figura 3. Distribución norte argentina de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) en parches verdes. Con el recuadro rojo se destaca la población de Riscos Bayos.**

alto. Los marcadores genéticos son porciones de ADN (la molécula de la herencia) o su primera expresión, que pueden variar de un individuo a otro "marcando" diferencias entre ellos. Esas diferencias a nivel de moléculas pueden expresarse en caracteres observables a simple vista, o pasar desapercibidas en condiciones normales.

Así, esta población esteparia de ciprés tiene una constitución genética diferencial, que la distingue de otros bosques de la especie. Alberga genes (o

combinaciones de genes) únicos, los que además muestran una riqueza destacable. No sabemos para qué pueden servir particularmente, pero sí sabemos que, en caso de perderlos, no podrán ser recuperados nunca más. Tal vez, en ese acervo genético esté la clave para cultivar la especie en la estepa, en sitios donde no crece ningún otro árbol.

Asimismo, a través de ensayos clásicos con plantines y el estudio de su variación en rasgos morfológicos, fisiológicos y fenológicos, estos investigadores también observaron que, contrariamente a lo esperado, los niveles de variación genética de este bosque en caracteres potencialmente adaptativos (como los relativos al crecimiento juvenil en altura) fueron bajos. Esto podría indicar una capacidad de adaptación restringida frente a las actuales presiones ambientales impuestas por el cambio climático, lo que podría llevar a la extinción local, si nos desentendiéramos del asunto.

Afortunadamente, desde fines de los años '80 el área se maneja como una reserva privada, cuidando de este modo a los centenarios cipreses. Desde entonces ya no hubo más talas de árboles y, al contrario, se los ha preservado como un carácter distintivo del paisaje, que comenzó a ser utilizado con fines turísticos. Buenas nuevas para los cipreses de los Riscos Bayos. Sin embargo, en más de 20 años de visitas esporádicas hemos observado una regeneración natural muy escasa; en estas dos décadas sólo hemos encontrado un puñado de plantines y árboles juveniles. Tal vez esto esté reflejando la baja variación en caracteres adaptativos juveniles que se ha reportado. Asimismo, advertimos nuevos daños en los viejos cipreses, los cuales podrían deberse a la presencia de ciervos y tal vez ganado doméstico.

### Hechos, no palabras

Situaciones como la de los Riscos Bayos llevaron a la Dirección General de Recursos Forestales de la Provincia de Neuquén a desarrollar el "Plan de Restauración de Áreas Degradadas" con financiamiento de la Ley Nacional 26.331 (Ley de presupuestos mínimos de protección de los bosques nativos). Este Plan tiene como objetivos promover procesos de restauración de áreas degradadas, identificar áreas prioritarias de conservación y prevenir la erosión de suelo en el territorio provincial. Estos objetivos incluyen concientizar a los productores en el manejo del ganado de manera de evitar procesos de degradación del ecosistema, realizar acciones de restauración física del ambiente, planificar la cosecha de semillas, viverización y plantación de especies forestales nativas, y finalmente, establecer un programa de monitoreo de áreas restauradas.

En el marco de este Plan se busca contribuir a la conservación de los recursos genéticos de la población

de ciprés de la cordillera en Riscos Bayos a través de la plantación, en el mismo sitio, de plantines producidos con semillas de la propia población. Este plan obedece a una estrategia de conservación *in situ*, a través de una metodología de regeneración asistida, es decir una regeneración natural ayudada por las personas.

La primera dificultad para este objetivo radicaba en la disponibilidad de semillas de los propios árboles de Riscos Bayos, puesto que no todos los años semillan en cantidad suficiente. En este contexto, en el año 2021 fue convocado para su participación en el proyecto el Grupo de Genética Forestal del INTA Bariloche, el cual cuenta con un banco de semillas de la especie con más de 500 unidades de conservación (lotes de semillas con identificación de población y de árbol madre). En ese banco dinámico se preservan los recursos genéticos de una veintena de poblaciones naturales, con semillas de entre 15 y 30 árboles por población. Decimos que es dinámico porque el número de unidades de conservación fluctúa anualmente con salidas y entradas conforme las semillas son utilizadas para producir plantas y repuestas con nuevas cosechas.

Gracias a los estudios desarrollados por el Grupo de Genética Forestal del INTA Bariloche, el banco contaba en el año 2021 con semillas de Riscos Bayos cosechadas en 2002. Aunque se disponía de una baja cantidad (una decena de gramos), esto permitió iniciar la producción de plantines de manera inmediata en el vivero experimental de la Estación Experimental Agropecuaria Bariloche. A pesar de que el material tenía casi veinte años de antigüedad, las buenas prácticas de conservación de semillas posibilitaron la germinación.

Dados el uso ganadero del predio privado (actualmente solo con ganado vacuno), el ingreso de animales domésticos de pobladores vecinos y la presencia de liebres y ciervos silvestres, se decidió establecer una clausura de 5.500 metros cuadrados con alambre tejido, adyacente al bosque de cipreses, pero fuera de él para no interferir en el desarrollo de procesos naturales en la propia población. Luego de tres años de cría en vivero, el 17 de abril del corriente año, personal técnico de la Subsecretaría de Producción de la Provincia de Neuquén y del INTA Bariloche, llevaron a cabo la plantación de 56 cipreses de unos 35 centímetros de altura dentro de la clausura mencionada (ver Figura 4).

Los plantines fueron criados durante dos años en tubetes de 265 centímetros cúbicos con sustrato cuasi inerte (ver Glosario) y fertilizante granulado de liberación lenta (ver Glosario), y un año más en maceta plástica de 1.500 centímetros cúbicos con tierra (ver Figura 5). Para su plantación, se aprovechó la presencia de matas de espino negro (*Colletia hystrix*), palo piche (*Fabiana imbricata*) y coirón (*Festuca* sp.) para proteger los plantines de la insolación directa,

Imagen: M. Pastorino.



**Figura 4. Grupo de plantines de ciprés a punto de plantarse en la clausura.**

ubicándolos del lado sur de las mismas. Esta práctica buscó reproducir un comportamiento natural de algunas especies, al cual en las ciencias ecológicas se denomina “efecto nodriza”, donde ciertas plantas actúan como protectoras de otras, en particular en la etapa de instalación, favoreciendo el arraigo en el sitio. Para finalizar la tarea, se aplicó un riego de asiento (ver Glosario) de aproximadamente dos litros de agua por planta. De este modo, luego de 22 años, los genes volvieron a su casa para asegurar la persistencia de esta tan particular población de ciprés de la cordillera.

El “Plan de Restauración de Áreas Degradadas” incluye la instalación de cartelera para cada una de las clausuras establecidas, incluso la de Riscos Bayos, con el fin de informar a la comunidad del propósito de cada actividad. A su vez, contempla la realización de encuentros con los propietarios de los establecimientos involucrados y con los productores vecinos para conversar sobre la importancia de las acciones llevadas adelante y la restricción de uso de estos espacios.

### La historia continúa

Anualmente se realizará un monitoreo de la superficie plantada, relevando la supervivencia y establecimiento de los ejemplares, y determinando la necesidad de reposición luego de las primeras temporadas de crecimiento.

La casualidad quiso que este fuera un año de relativa buena producción de semillas para los cipreses de los Riscos Bayos. Por ello, los técnicos de la Subsecretaría de Producción de Neuquén no dejaron pasar la oportunidad y realizaron una cosecha, pensando en un próximo ciclo de plantación. Los conos cosechados ya fueron oreados y las semillas extraídas, limpiadas de impurezas y secadas hasta una humedad del seis al ocho por ciento, llegando a un peso total de 85 gramos. Este nuevo material volvió a ocupar el espacio vacante en el banco de semillas del INTA Bariloche, a la espera de la próxima siembra de primavera. En cada una de esas semillas un ciprés dormido espera su momento de volver como árbol a repoblar los Riscos Bayos.

La colaboración entre la Dirección de Recursos Forestales de Neuquén y el INTA Bariloche se renueva con la cosecha de este año. La conservación de los recursos naturales requiere de políticas públicas duraderas y del trabajo conjunto de las diversas instituciones encargadas, tanto las de ciencia como las de gestión. Las investigaciones de base son necesarias para orientar los esfuerzos, pero no podemos quedarnos solo en la información. Por el contrario, debemos tener presente que la toma de decisiones y la ejecución de acciones concretas son el fin último de esos estudios.



Imagen: E. Ceballos.

**Figura 5. Detalle de la cabellera radicular de uno de los plantines de ciprés plantados.**

## Glosario

**Adaptación:** cambio intergeneracional en las frecuencias genéticas de una población (y su consecuente cambio de las frecuencias fenotípicas) que lleva al enriquecimiento de la misma en los genotipos que producen los individuos con mayores chances de sobrevivir y dejar descendencia en las condiciones ambientales en las que les toca vivir.

**Alelo:** cada una de las formas alternativas que puede tener un mismo gen y que puede determinar funciones o expresiones diferenciales.

**Ecorregiones forestales:** Una ecorregión es un territorio geográficamente definido en el que dominan condiciones ambientales (geomorfología, suelo, clima, etc.) relativamente uniformes o recurrentes, donde se asientan determinadas comunidades naturales o seminaturales, que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas. Una ecorregión forestal está dominada por especies arbóreas.

**Fertilizante granulado de liberación lenta:** fertilizante en granos que se mezcla con el sustrato de cría de las plantas y va aportando los nutrientes a medida que se disuelve con cada riego en un lapso de varios meses.

**Gen:** porción de ADN que funciona como una unidad molecular de la herencia genética, almacena la información genética y permite transmitirla a la descendencia.

**Genotipo:** información genética que posee un organismo en particular, en forma de ADN, que resulta de una combinación única de alelos de todos los genes que definen a su especie.

**Población:** grupo de seres vivos (animales, vegetales, hongos, etc.) que comparten, en el tiempo y en el espacio, un acervo genético común, y pueden cruzarse y dejar descendencia fértil.

**Población relictual (relicto):** remanentes supervivientes de una población otrora de grandes dimensiones (con abundantes individuos) que se ha reducido por causas naturales.

**Riego de asiento:** riego que se aplica por única vez en el momento de la plantación, que contribuye a la expansión de las raíces y reduce el estrés del trasplante.

**Sustrato cuasi inerte:** se refiere a un sustrato de cultivo de plantas que aporta valores despreciables de nutrientes, y su función se limita a brindar un buen medio físico para el desarrollo radicular.

**Toba pumítica:** tipo de roca ígnea formada por la acumulación de fragmentos de pumita y cenizas volcánicas expulsadas durante erupciones volcánicas explosivas. La pumita es una roca volcánica ligera y altamente porosa, producto de la rápida desgasificación del magma durante una erupción.

## Resumen

El ciprés de la cordillera es la conífera nativa con más amplia distribución de Argentina. Algunos de sus bosques son pequeños grupos aislados de árboles dispersos a los que llamamos bosquetes, y sus recursos genéticos pueden ser importantes para la conservación o el uso de la especie. Entre estos bosquetes se destaca el de Riscos Bayos, en la Provincia de Neuquén, por su particular acervo genético. Su conservación requiere plantar renovals debido a la escasa regeneración natural. La Dirección General de Recursos Forestales de Neuquén trabaja en su restauración en el marco del "Plan de Restauración de Áreas Degradadas", con la colaboración del INTA Bariloche. Se presentan las primeras acciones.

## Para ampliar este tema

- Aparicio, G.A., Pastorino, M.J. y Gallo, L.A. (2010). Genetic variation of early height growth traits at the xeric limits of *Austrocedrus chilensis* (Cupressaceae). *Austral Ecology*, 35: 825-836.
- Pastorino, M.J., Gallo, L.A. y Oudkerk, L. (2001). Aspectos genéticos a tener en cuenta en la cosecha comercial del "Ciprés de la cordillera". *Patagonia Forestal*, 7: 2-5. [[Disponible en Internet](#)]
- Pastorino, M.J., Urretavizcaya, M.F. y Postler, V. (2009). Criterios genéticos para la gestión de los bosques. *Patagonia Forestal*, 15(1): 5-8. [[Disponible en Internet](#)]
- Pastorino, M.J. y Gallo, L.A. (2009). Preliminary operational genetic management units of a highly fragmented forest tree species of southern South America. *Forest Ecology and Management*, 257: 2350-2358.
- Pastorino, M.J., Aparicio, A.G. y Azpilicueta, M.M. (2015). Regiones de Procedencia del Ciprés de la cordillera y bases conceptuales para el manejo de sus recursos genéticos en Argentina. Ediciones INTA, Buenos Aires, 107 pp. [[Disponible en Internet](#)]