



- 5 **Editorial.**
- 7 **Los 30 años de la Fundación Francisco P. Moreno.**
- 11 **Conferencia del Dr. Alberto Riccardi.** Semblanza de Francisco Pascasio Moreno.
- 21 **Las colecciones de historia natural: memoria colectiva de la humanidad.** Las colecciones botánicas como ejemplo.
- 29 **A 40 años de la instalación del Laboratorio de Radiocarbono en el Museo de La Plata.** Las dataciones al servicio de las Ciencias Naturales.
- 35 **La Colección Jesuítica del Museo de La Plata. Su intervención conservativa.** Procesos de restauración del patrimonio.
- 39 **La puerta entreabierta:** La colección de moluscos del Museo de La Plata.
- 47 **Hacedores de animales: cerámicas zoomorfas en colecciones arqueológicas del Museo.** Testimonios de la fauna del pasado.
- 55 **Reconstruyendo ambientes del pasado a partir de suelos fósiles.** Testigos de paisajes antiguos.
- 63 **Nuestros bosques australes: ¿Una historia de conexiones y de azar?** Distribución de especies arbóreas en el hemisferio Sur.
- 69 **La trama no es el territorio. Crónica de una excursión a “La Pintada”.** Relatos de un viajero.
- 73 **La segunda vida de un pingüino emperador.** Del hielo a la vitrina.
- 79 **Para curiosos:** Israel exporta 400 millones de moscas a Europa.
- 80 **¿Sabías qué?...** El pulpo vuelve al Museo.
- 81 **Actividades y novedades.** La Fundación como generadora de espacios culturales.

Nuestros bosques australes: ¿Una historia de conexiones y de azar?



Gisela Sancho
Jessica Viera Barreto
Laura Iharlegui

Entre todos los paisajes de nuestro país, los bosques australes ofrecen una de las vistas más deslumbrantes. La combinación de lagos, montañas, nieve y bosques brindan un espectáculo majestuoso. Sólo al caminar, la vista de sus árboles imponentes, además de un conjunto de arbustos y hierbas de increíble belleza nos hacen sentir que estamos en un lugar único en el mundo. Pero, si dejamos de lado los paisajes y el placer que nos produce observarlos, podríamos preguntarnos ¿qué tienen de particular estos bosques?

Geográficamente, los bosques australes se encuentran sobre las laderas de los Andes en Argentina y Chile (Fig. 1). En nuestro país habitan desde las montañas de Neuquén hasta el extremo sur de Tierra del Fuego donde puede hallárselos al nivel del mar. Sin embargo, lo que hace únicos a estos bosques en la Argentina son nada más y nada menos que las especies que los conforman, ya que éstas no se encuentran en otros bosques de nuestro país.

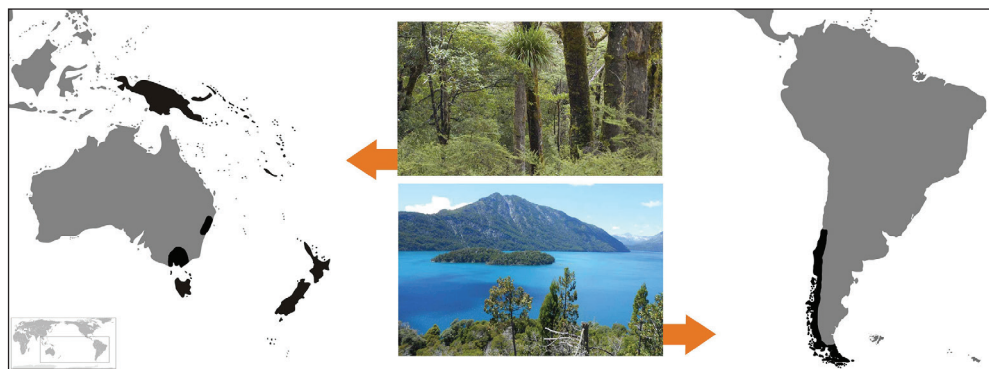
Dentro de una gran variedad de especies vegetales, los árboles que conforman los bosques andinos australes pertenecen principalmente



1. Vista de un bosque andino austral.

a cuatro familias: las nothofagáceas (ñires, lengas, coihues, guindos, todos del género *Nothofagus*), las cupresáceas (alerce, ciprés de las guaitecas y ciprés de la cordillera), las araucariáceas (pehuén) y las podocarpáceas (como el mañío hembra y mañío macho). Las nothofagáceas, araucariáceas y podocarpáceas son predominantemente del hemisferio Sur y han sido emblemáticas para la ciencia y objeto de estudio para los biólogos y biogeógrafos desde exploraciones botánicas como las de Joseph D. Hooker y Charles Darwin durante el siglo XIX.

Si bien las familias de nothofagáceas, araucariáceas y podocarpáceas tienen especies que sólo habitan en los bosques australes de Argentina y Chile, otros miembros estrechamente relacionados habitan en lugares remotos del hemisferio sur como Australia, Nueva Zelanda, Nueva Guinea o, en algunos pocos casos, el sudeste asiático (Fig. 2). Esta distribución despertó la curiosidad de los muchos biólogos que se preguntaron ¿cuánto se parece la vegetación de los Andes australes a la de lugares remotos como Nueva Zelanda? ¿Cómo han llegado especies similares y estrechamente emparentadas a habitar lugares tan lejanos?



2. Distribución de bosques con especies estrechamente relacionadas.

Plantas parecidas en tierras distantes

Una de las características fisiográficas que permiten establecer la similitud de los paisajes entre el sur de Sudamérica y Nueva Zelanda son las cordilleras que en ambas regiones recorren el oeste del territorio de norte a sur como una columna vertebral. El proceso de formación de estas cordilleras ocurrió en momentos diferentes, en Nueva Zelanda, una rápida elevación se produjo por la actividad tectónica que se incrementó hace 5,32-2,58 millones de años, mientras que en el sector austral de la cordillera de los Andes se produjo un tiempo antes, hace 23,03-5,32 millones de años. Sin embargo, en ambas regiones su aparición tuvo un efecto crucial sobre la biota al generar condiciones ambientales nuevas y específicas.

Además de las similitudes geográficas, ambas regiones se encuentran a una latitud similar en el hemisferio sur y poseen un clima templado con un fuerte gradiente de precipitaciones en dirección oeste-este. El rango anual de temperaturas es parecido aunque en los Andes australes son un poco más frías. En cuanto a las precipitaciones, son similares, especialmente en Chile, porque hacia el norte y este de los Andes hay un período de mayor sequedad en verano. Tal vez estas diferencias de temperatura y precipitaciones (más frías y más secas en ciertas partes de los Andes) contribuyen a explicar algunas de las diferencias de los bosques dominados por *Nothofagus* que se encuentran en ambas regiones. Por ejemplo, en Nueva Zelanda sólo hay especies de este género con hojas perennes (que persisten todo el año), mientras que algunas de las es-

pecies de nuestros bosques australes pierden sus hojas en invierno. Además de analizar estas familias en particular, se han realizado estudios comparativos de diversidad entre la vegetación de Nueva Zelanda y la de los Andes australes a nivel más general. Estos estudios han establecido que ambas regiones comparten un 21% de los géneros y un 4% de las especies. En particular, las comunidades vegetales con mayor riqueza de géneros son los bosques de bajas alturas de las cordilleras de ambas regiones. Sin embargo, los ambientes costeros o de turberas han resultado más similares que los bosques en sí mismos.

Es generalmente aceptado que cuando dos áreas tienen similitudes de la flora a nivel de familias, sus conexiones geográficas serían relativamente antiguas. Por el contrario, cuando dichas similitudes se encuentran a nivel de especies, las relaciones entre ambas regiones serían más cercanas en el tiempo. A juzgar por el escaso número de especies compartidas, los estudios parecen sugerir que las conexiones florísticas entre Nueva Zelanda y los Andes australes serían relativamente lejanas en el tiempo.

Sorprendentemente, nuevas hipótesis indicarían que la historia de estos bosques podría ser mucho más compleja y surgen preguntas como: ¿En qué medida habrían influido las conexiones antiguas y los procesos de azar en la constitución actual de sus floras en común?

¿Vicarianza o dispersión?

La historia de la vida está estrechamente relacionada a la historia de la tierra, por lo

tanto ciertos eventos climáticos, como las glaciaciones del Pleistoceno, o geológicos, como la separación de continentes o la elevación de cadenas montañosas, han afectado drásticamente la distribución y diversificación de los organismos en nuestro planeta a lo largo del tiempo geológico.

La distribución actual de los organismos se explica por tres procesos principales: la vicarianza, la dispersión y la extinción (ver Cuadro de texto). A lo largo de la historia evolutiva de un grupo, ya sea de plantas o de animales, alguno, varios, o todos estos procesos pueden haber actuado para definir la distribución actual de las especies descendientes a partir de un grupo ancestral. Ese grupo ancestral puede o no haber tenido una distribución semejante a sus descendientes actuales.

Grandes controversias se establecieron en el mundo científico acerca del valor de cada evento. Estas discusiones se extienden hasta hoy, no sólo acerca de los eventos biogeográficos, sino de las metodologías usadas para inferir las edades de los grupos biológicos y las relaciones de parentesco

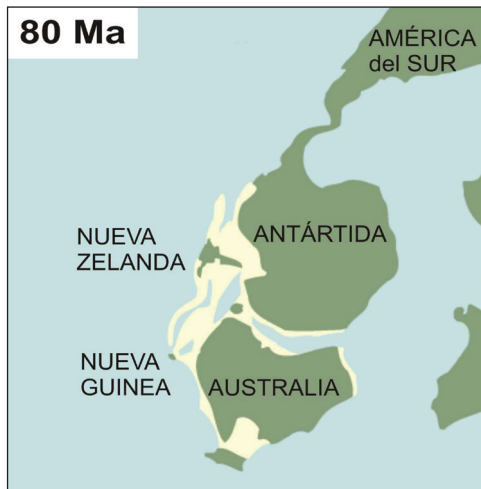
entre sus miembros. Más allá de las polémicas, establecer la historia biogeográfica de un organismo que nos ayude a entender las causas de su distribución actual, es una tarea compleja que debe encararse sobre la base de diferentes fuentes de información y metodologías.

La presencia del género *Nothofagus* en estas regiones del hemisferio sur ha sido a veces explicada por la ruptura y separación de un mega-continente llamado Gondwana. De acuerdo a estudios geológicos, la última parte en separarse de este mega-continente incluía a placas que hoy constituyen los territorios de Nueva Zelanda, Australia, Antártida y el Sur de Sudamérica (Fig. 3). Algunas hipótesis sostienen que la separación de estas placas habría permitido la evolución independiente del género *Nothofagus* en los nuevos continentes por el proceso de vicarianza.

Asociar un determinado evento geológico a la diversificación y cambios de distribución de un determinado grupo requiere necesariamente establecer la edad de dicho grupo. Para proponer que la ruptura de Gondwana fue responsable de la fragmentación del grupo ancestral de *Nothofagus* la estimación de la edad de sus ancestros debería corresponder mínimamente al momento previo a la ruptura del mega-continente.

La estimación de la edad o datación de un grupo biológico puede establecerse por diferentes métodos. Uno de ellos es la datación de especímenes fósiles del grupo. Si bien en el caso de *Nothofagus* el registro fósil es abundante, lamentablemente, en la mayoría de los grupos vegetales, no han sido descubiertos fósiles que permitan obtener una estimación ajustada de su edad.

En la actualidad, además de considerar a los fósiles, existen otros métodos para estimar las edades aproximadas o relativas de los grupos biológicos. Entre ellos, los estudios filogenéticos (ver recuadro) de un grupo de organismos usando datos de ADN han producido una revolución en la ciencia. Debido a que el ADN va cambiando a través del tiempo, es posible estimar la edad aproximada de un determinado grupo de organismos por medio de modelos matemáticos y usando una referencia en el tiempo tal como



3. Ruptura de Gondwana.

un fósil o evento geológico relacionado de edad conocida. Con la explosión de los estudios filogenéticos de organismos utilizando datos de ADN que se vienen llevando a cabo desde las últimas décadas del siglo XX se acrecentaron las discusiones acerca de los eventos que habrían determinado la distribución actual de esos organismos.

Muchos estudios de la evolución de grupos biológicos basados en datos de ADN dieron como resultado una estimación menor de la antigüedad de los organismos estudiados, de tal manera que sus distribuciones actuales no pudieron ser explicadas por vicarianza.

Entonces, otro tipo de evento, la dispersión, comenzó a tener una mayor preponderancia. Muchas veces los eventos de dispersión se asocian a procesos de azar. Es decir, que un organismo pueda llegar a un determinado lugar geográfico y establecerse allí, depende de un gran número de variables y situaciones donde el azar tiene mayor o menor incidencia. En el caso de las plantas, los mecanismos de dispersión dependen de distintos factores como el viento, las corrientes marinas u otros seres vivos. Cuánto de azar y cuánto de causalidad tienen estos eventos de dispersión, es aún objeto de debate. Resulta paradigmático que actualmente la distribución del género *Nothofagus* es explicada por los biólogos por una serie compleja de eventos que implican vicarianza, dispersión y extinción en distintos momentos de su historia biogeográfica.

Particularmente en relación a las especies

Dispersión: proceso biogeográfico que implica la extensión del rango geográfico de una especie cuando algunos de sus miembros atraviesan una barrera geográfica preexistente.

Extinción: proceso biogeográfico que implica la desaparición de una población, especie o taxón superior, ya sea de parte o todo su rango de distribución.

Familia: nivel jerárquico de la clasificación biológica. El nivel de Familia incluye el nivel jerárquico inferior de Género.

Filogenia: es la historia evolutiva de un grupo que muestra las relaciones de parentesco entre sus integrantes. Las filogenias se representan mediante árboles (árboles filogenéticos) que muestran las relaciones de parentesco y que, de alguna manera, se parecen a los árboles genealógicos.

Género: nivel jerárquico de la clasificación biológica. El nivel de Género incluye el nivel jerárquico inferior de Especie.

Tundra: bioma que se caracteriza por su subsuelo helado, falta de vegetación arbórea y cuyos suelos, que están cubiertos de musgos y líquenes, son pantanosos, con turberas en muchos sitios.

Vicarianza: proceso biogeográfico que implica la división del rango geográfico ancestral de una especie en dos o más fragmentos por la formación de una barrera climática o geográfica.

de nuestros bosques australes y su similitud con Australia y Nueva Zelanda, los eventos de dispersión han sido relacionados tanto al efecto del viento como a la corriente circumpolar antártica. Claro está que al tratarse de dos áreas tan separadas, esta explicación requiere de análisis específicos para cada organismo.

Eventos de dispersión a menor escala también se han invocado para explicar ciertas distribuciones. Así lo que en inglés se ha llamado mecanismo de “stepping stones” refleja un conjunto de dispersiones en distancias más cortas a lugares intermedios y de allí al siguiente lugar, que al final llevan

a un organismo a lugares lejanos. ¡Algo semejante a ir saltando baldosas a gran escala geográfica!

Bosques parecidos a los que hoy encontramos en los Andes del sur de nuestro país, pero con especies que hoy ya no existen, vivieron en la Antártida como mínimo hace 83 millones de años cuando los continentes aún estaban unidos. Incluso algunos autores postulan que, más recientemente y con el escudo de hielo creciendo, hace alrededor de 14 millones de años existía en la Antártida una flora de tipo tundra (ver recuadro) con *Nothofagus* más pequeños y bajos. Hasta ese momento y con períodos de mayor o menor continuidad, la presencia de la Antártida podría haber permitido intercambios de flora y fauna más o menos fluidos entre regiones como Australia, Nueva Zelanda y Sudamérica, a pesar de que los continentes ya se habían separado. Estas conexiones podrían haber continuado para algunos organismos hasta que la expansión definitiva del hielo continental cerca de los cinco millones de años atrás las cortó totalmente.

En el sur de América del Sur, otros grandes cambios producidos, debidos al enfriamiento de la Antártida, al levantamiento final de los Andes y a las glaciaciones del Plioceno-Pleistoceno, habrían confinado a los bosques de *Nothofagus* a los Andes australes, con una distribución en nuestro país muy semejante a la actual.

Como vemos, la presencia de nuestros bosques en los Andes australes responde a una historia compleja de eventos de antiguas conexiones y procesos de azar mayormente relacionados con eventos de dispersión que actuaron en diferentes tiempos y de diferentes maneras para llegar a su estado y composición actual. Gracias a esa fascinante historia, hoy podemos disfrutar de paisajes imponentes que nos hacen sentir que estamos en un lugar único en el mundo... ¡porque realmente lo es!◆



Lecturas sugeridas

A. Iglesias, A. E. Artabe y E. M. Morel, 2011. "The evolution of Patagonian climate and vegetation from the Mesozoic to the present", en *Biological Journal of the Linnean Society* 103: 409-422.

C. Ezcurra, N. Baccala y P. Wardle, 2008. "Floristic Relationships Among Vegetation Types of New Zealand and the Southern Andes: Similarities and Biogeographic Implications", en *Annals of Botany* 101: 1401-1412.

G. Sancho, P. J. de Lange, M. Donato, J. Barkla y S. J. Wagstaff, 2015. "Late Cenozoic diversification of the austral genus *Lagenophora* (Astereae, Asteraceae)", en *Botanical Journal of the Linnean Society* 177: 78-95.

J. V. Crisci, L. Katinas y P. Posadas (eds), 2000. "Introducción a la teoría y práctica de la biogeografía histórica", Buenos Aires, Sociedad Argentina de Botánica.

Dra. Gisela Sancho , Dra. Jessica Viera Barreto , Lic. Laura Iharlegui

División Plantas Vasculares, Museo de La Plata, UNLP