

Carlos A Zavaro Pérez

FCNyM, UNLP

# La historia que cuentan los cladogramas

La evolución resulta la explicación más simple y coherente al origen de la diversidad de especies con las que compartimos el planeta. La historia de los seres vivos es resultado de una secuencia de eventos que conecta a los genes en los que se encripta esa diversidad con la historia de las áreas donde esas especies distribuyen. ¿La causa? El aislamiento reproductivo de sus poblaciones ancestrales como consecuencia de la aparición de barreras conductuales o geográficas, por ejemplo, y los cambios ocurridos a través del tiempo en sus genomas.

Así, la historia de la vida no es otra cosa que la historia de sucesivas modificaciones genéticas y esos cambios, que se expresan en la morfología del fenotipo, han sido utilizados por los científicos para establecer clasificaciones con el propósito de ordenarla y comprenderla. En la actualidad, a pesar de ello, no es sufi-

ciente como criterio de clasificación la similitud morfológica y la variabilidad que pueda existir entre dos organismos, sino especialmente la narrativa implícita en esas variaciones.

## La obsesión por las clasificaciones

Clasificar ha sido una obsesión de los naturalistas que se remonta a los tiempos de Aristóteles. No obstante, el desafío actual para la taxonomía radica en inferir, a partir de esas clasificaciones, los procesos que pudieron haber originado tal diversidad. Para ello, las relaciones entre las especies que comprenden un determinado grupo se establecen sobre la base de los caracteres que comparten y en ese contexto los cladogramas constituyen la manera

### ¿DE QUÉ SE TRATA?

Las relaciones históricas entre algunos muérdagos (*Misodendrum*) y sus hospedadores (*Nothofagus*): un ejemplo de la coevolución contada por cladogramas.

en que es posible reconstruir y representar de forma gráfica esas historias.

De esta manera, los cladogramas son diagramas jerárquicos que agrupan a las especies en clados (grupos), siguiendo la premisa de que los rasgos que estas comparten para formar un agrupamiento son homólogos, es decir, derivados de un ancestro común. A estos caracteres se les conoce como sinapomorfías y representan novedades evolutivas con aparente valor adaptativo.

Cuando dos o más taxones, es decir especies, géneros o familias, conforman un mismo clado y presentan características comunes heredadas (sinapomorfías) es posible formular la hipótesis de que esos caracteres pudieron derivar de eventos evolutivos acontecidos en poblaciones del ancestro común. La distribución, entonces, de esas nuevas especies debería corresponderse con las áreas que ocuparon en el pasado sus poblaciones, con excepción de aquellas cuya área en la actualidad se haya expandido como resultado de la dispersión, es decir, de la colonización de nuevos territorios.

Asimismo, la evolución conjunta de algunas especies que pertenecen a taxones biológicos diferentes pero que son interdependientes y están conectadas por relaciones simbióticas o de parasitismo constituye otro de los eventos que es posible develar por medio de cladogramas: la coevolución.

## La historia en clados y un ejemplo de coevolución

Los *Misodendrum* son muérdagos, es decir, plantas que parasitan las ramas de los árboles y que se adhieren a es-



*Misodendrum punctulatum*. Muérdago sobre un ejemplar de lenga (*Nothofagus pumilio*).

tos por medio de estructuras de fijación llamadas haustorios, que penetran en el sistema vascular de sus hospedadores obteniendo, por succión, los nutrientes que necesitan.

El género comprende ocho especies que se distribuyen en el sur de la Argentina y Chile y se encuentran agrupadas en los subgéneros *Misodendrum* y *Angelopogon*. Bajo el subgénero *Angelopogon* se han descrito tres secciones: *Angelopogon*, *Telophyllum* y *Archiphyllum*. Tanto subgénero como sección son categorías de clasificación taxonómica infragenérica. Las dos primeras secciones son monotípicas, es decir, solo tienen una especie, mientras que la última sección (*Archiphyllum*) está integrada por dos especies. Bajo el subgénero *Misodendrum*, en cambio, se han descrito cuatro especies que se agrupan en las secciones *Misodendrum* (dos especies) y *Heterophyllum* (dos especies).

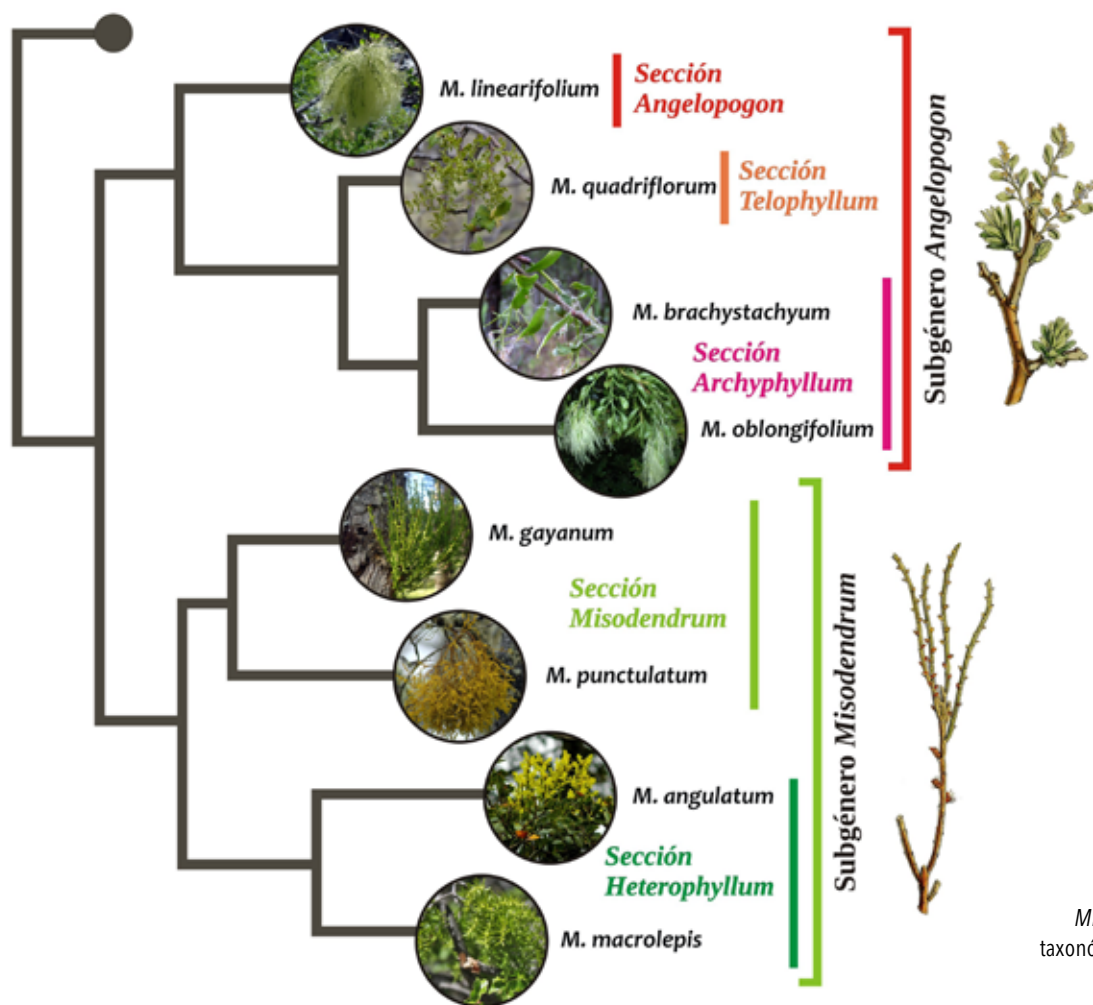
Estos agrupamientos serían intrascendentes si no fuera porque la historia de la evolución del género, que reconstruye el cladograma, permite rastrear los cambios que han ocurrido en la morfología de los individuos que conforman las especies actuales y permiten distinguirlas. Además, dan cuenta de la radiación adaptativa, es decir, de la diferenciación que pudo haber acontecido. De esta manera, las especies han ido derivando en otras y este proceso, conocido como especiación, además de estar condicionado por la aparición de barreras a la reproducción, ha sido modulado por la selección natural.

La reducción del tamaño de las flores y de la cantidad de piezas que presentan, entre las que se destacan la ausencia del perianto y la unisexualidad, fue una de las tendencias evolutivas que marcaron el proceso de especiación respecto de otros muérdagos con flores hermafroditas con los que pudieron estar emparentados en el pasado. Así, las flores masculinas están reducidas a dos estambres protegidos por una bráctea y las femeninas, a un ovario que se continúa en un estilo breve y remata en tres ramas estigmáticas diminutas. La presencia de estaminodios en la flor femenina, que no son otra cosa que estambres estériles o atrofiados, contribuyen a convalidar la hipótesis de haber estado emparentadas con poblaciones de plantas con flores hermafroditas.

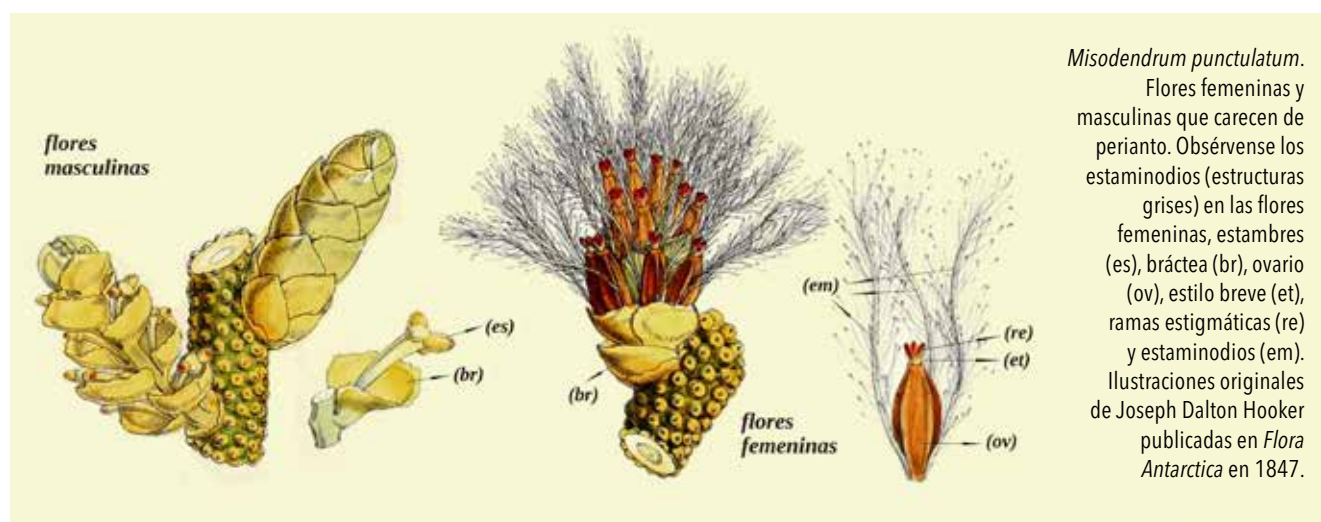
## De historias compartidas...

Si bien la evolución de los seres vivos puede reconstruirse a través de cladogramas que son la base de las clasificaciones modernas, el caso particular de la evolución de algunos parásitos exclusivos como las especies del género *Misodendrum* no puede entenderse del todo sin profundizar en la historia de sus hospedadores.

En los bosques andino-patagónicos, en el sur de Sudamérica, crece una vegetación de 'selvas frías' que es do-



Cladograma del género *Misodendrum* y categorías taxonómicas que se reconocen según su evolución.



minada por ñires, lengas, coihues y otras especies de árboles del género *Nothofagus* que también se distribuyen en Australia, Tasmania y Nueva Zelanda (Australasia). Estos árboles, además de ser los únicos hospedadores de las especies de *Misodendrum*, son parasitados también por un hongo conocido como llao-llao que pertenece al género *Cyttaria*.

El hecho de que tanto las especies de *Misodendrum* como las de *Cyttaria* parasiten exclusivamente a los *Nothofagus* resulta un indicador de que las historias de estos grupos son interdependientes y pudieron haber estado conectadas en el pasado. Ahora bien, ¿será posible reconstruirlas?

Además del árbol filogenético de *Misodendrum*, existe un cladograma para *Cyttaria* publicado en 1988, y otro



Bosque de *Nothofagus* en el sur de la cordillera andina de la Argentina y Chile. Detalle de los parásitos *Misodendrum* y *Cyttaria*.

de *Nothofagus* publicado en 1993 utilizando la misma metodología. Ellos dan cuenta de la evolución de cada grupo, de la historia, de la transformación de sus caracteres y de su valor adaptativo, e incluso de las características hipotéticas de los ancestros compartidos por las especies actuales.

Si en el cladograma de *Cyttaria* o en el de *Misodendrum*, por ejemplo, se sustituyera el nombre de cada especie por el de sus hospedadores, podrían postularse algunas relaciones de parasitismo identificando aquellos parásitos exclusivos de un hospedador en particular de aquellos que son más generalistas. En consonancia, si los procesos de radiación adaptativa de los hospedadores condicionan la especiación o la extinción de sus parásitos, entonces sería posible considerar la existencia de coevolución.

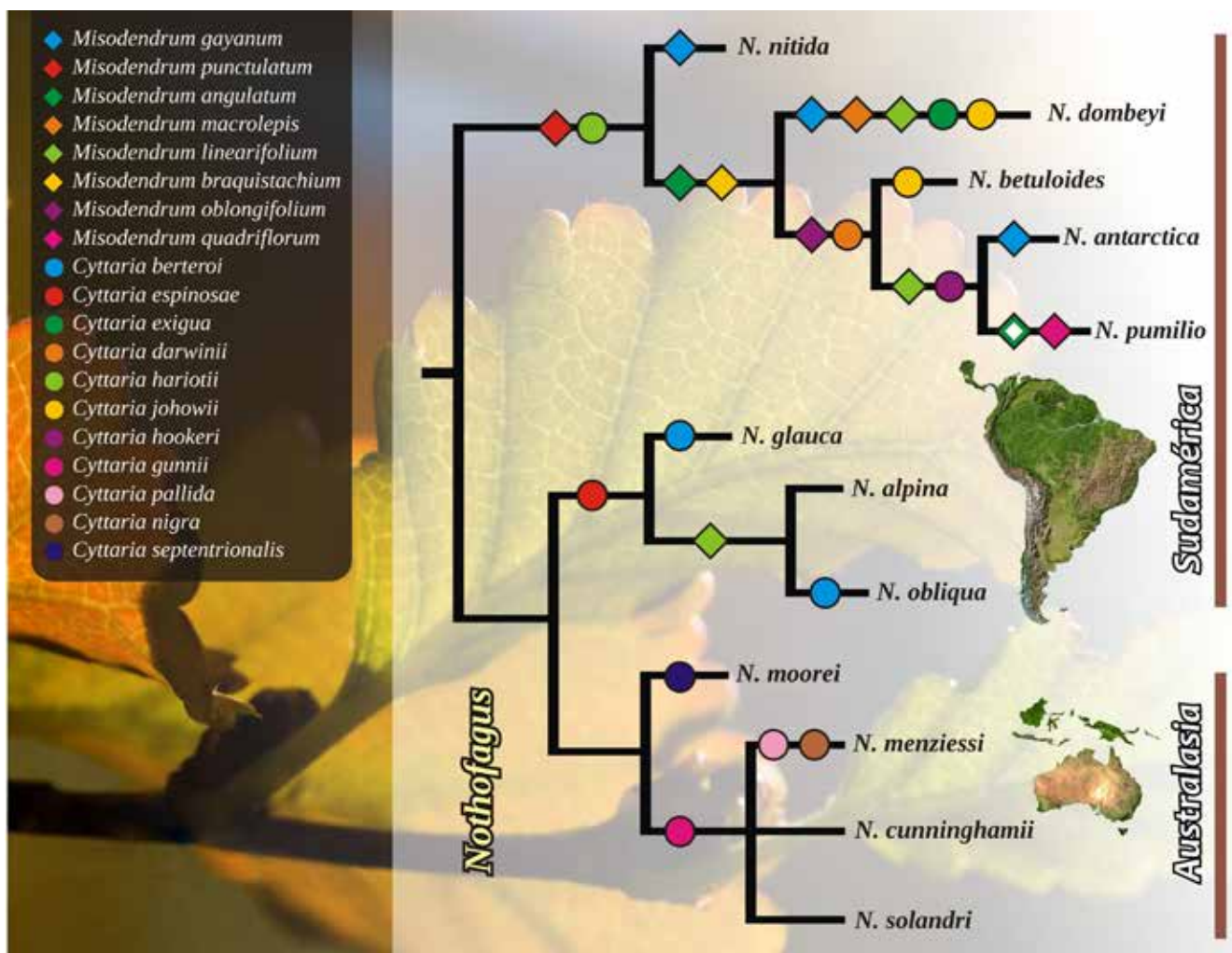
## Una historia singular

La premisa anterior podría alentarnos a reconstruir la historia de estos árboles patagónicos, pero no utilizando caracteres moleculares ni morfológicos como es tradi-

cional, sino suponiendo que la presencia de un parásito sobre un hospedador debería constituir un carácter adquirido por este último durante su evolución. El cladograma obtenido, siguiendo esta idea, es congruente con las hipótesis filogenéticas publicadas para *Nothofagus*, pero basadas en la morfología externa.

Esto evidencia la coherencia existente entre resultados obtenidos por métodos diferentes y sobre todo nos enfrenta a la evidencia de que la historia de la vida es una sola, aun cuando la ciencia constituya tan solo un modo de aproximarnos a esa realidad que pretendemos conocer.

Bajo esa lógica, los procesos de especiación del hospedador podrían haber desencadenado eventos similares en sus parásitos. Algunas especies de hongos como *Cyttaria darwini* pudieron haber evolucionado junto con el coihue de Magallanes o guindo (*Nothofagus betuloides*), el ñire (*Nothofagus antarctica*) y la lenga (*Nothofagus pumilio*). Algo similar podría suponerse de especies como *Misodendrum punctulatum* que, al parasitar a gran parte de las especies de *Nothofagus* y ubicarse en la base de uno de los clados (grupos) más inclusivos del cladograma, pudieron estar relacionados con el proceso de radiación acontecido tempranamente en esos árboles. De esto podría concluirse que esta especie de *Misodendrum* ya parasitaba a los



Cladograma del género *Nothofagus* considerando la presencia de parásitos *Misodendrum* (◆) y *Cyttaria* (●) como novedades evolutivas adquiridas durante su evolución.

ancestros de las especies actuales de los *Nothofagus* que conforman ese clado.

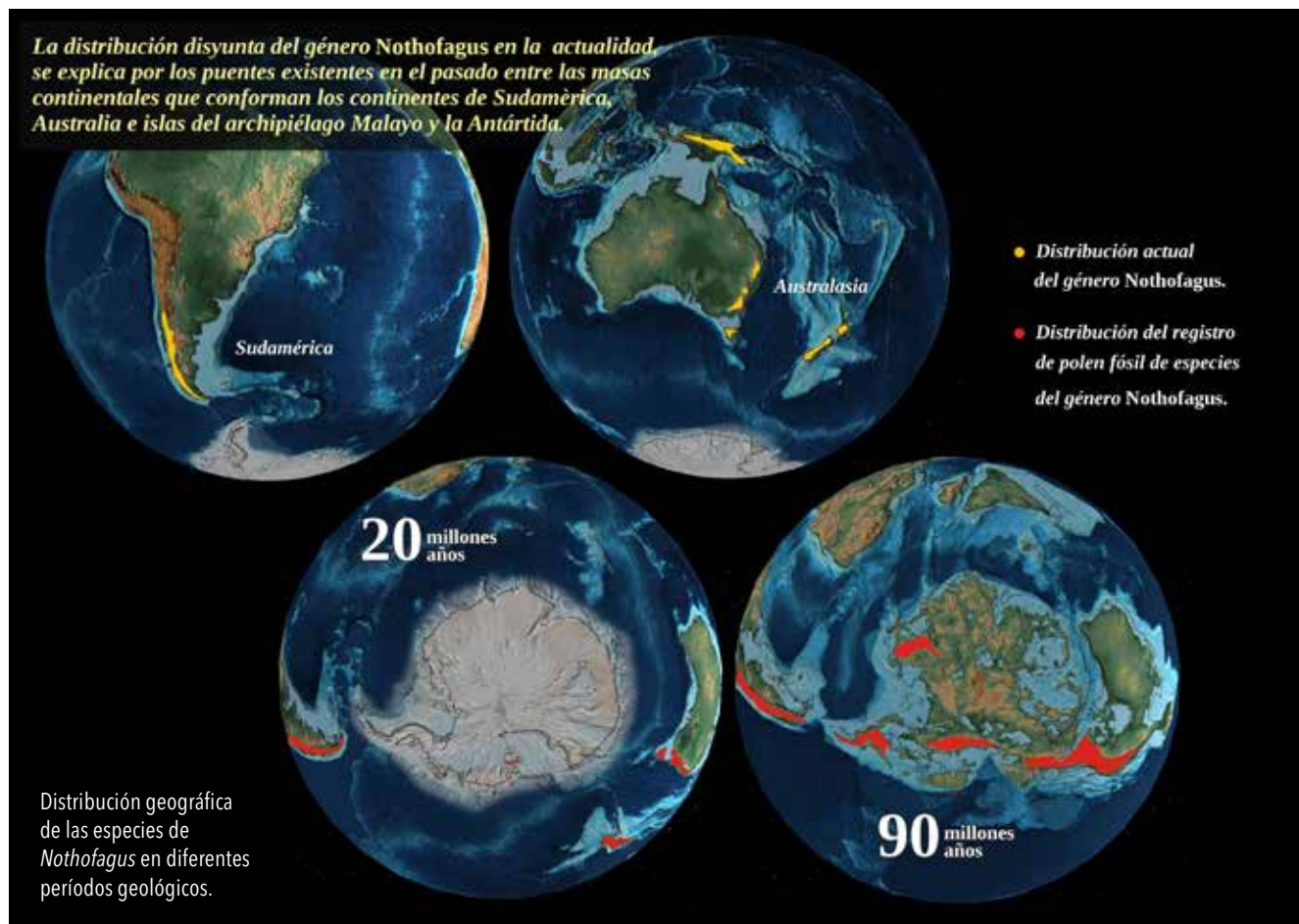
Por otra parte, el hecho que *Misodendrum linearifolium* o *Misodendrum gayanum* parasiten especies que no forman parte de un mismo clado podría deberse a eventos de dispersión. Esto supondría que esas especies podrían tener una mayor plasticidad adaptativa respecto de otras como *Misodendrum quadriflorum* que parasita exclusivamente a *Nothofagus pumilio*. La extinción de la lenga, entonces, conllevaría la desaparición de esta especie de muérdago, en tanto aquellos que parasitan a diferentes *Nothofagus* tendrían más probabilidades de sobrevivir.

Aun cuando la coevolución entre especies de grupos tan disímiles vinculadas por relaciones de parasitismo estricto o de interdependencia asociada a la polinización, por ejemplo, pueda ser corroborada utilizando estas técnicas, la hipótesis sobre la historia de la vida constituye, tal como adelantamos, un punto de partida para recapitular, también, la historia de las áreas geográficas en las que esas especies se distribuyen.

## La historia de las áreas geográficas

No es posible pensar la historia de la tierra al margen de la historia de aquellos que la habitan. Vida y tierra, tal como afirmaba León Croizat –uno de los biogeógrafos más relevantes del siglo XX–, evolucionan juntas.

Una de las explicaciones a la distribución actual de las especies de *Nothofagus* en áreas aisladas por un océano como son Australasia y Sudamérica se basa en la posibilidad de que existiera un puente terrestre que conectó ambos continentes a través de la Antártida durante el Cretácico (145-66 millones de años atrás). Esta suposición es confirmada por registros de polen fósil de *Nothofagus* que datan de ese período, donde imperaba un clima más cálido en el actual territorio helado. La ausencia de las especies de *Misodendrum* en Australia, Nueva Zelanda y las islas adyacentes permitiría afirmar, por el contrario, que estas plantas son más recientes y, por lo tanto, su origen y evolución debería ser posterior a la separación definitiva de esas masas continentales.



La historia que nos cuenta la morfología sobre la evolución de un grupo taxonómico e incluso la historia compartida entre especies de grupos diferentes asociadas por vínculos indisociables no es otra cosa que la historia de sus poblaciones en el tiempo y el espacio, una historia que está encriptada en el ADN de cada uno de los individuos que integran y han integrado las poblaciones de esas especies y que a su vez delimitan y permiten indagar en la historia de las áreas en las que se distribuyen.

Una historia explica a la otra. No hay modo de dissociarlas, y comprenderlas constituye uno de los mayores retos de la biología contemporánea y de la filosofía de las ciencias que, en cierto modo, escudriña y convalida los métodos que permiten llegar a este tipo de resultados.

## En síntesis

Los nexos existentes entre las historias de los muérdagos del género *Misodendrum*, los hongos como *Cyttaria* y sus hospedadores, las especies de *Nothofagus* del sur de Sudamérica y Australasia confirman que la evolución de la vida es parte de un proceso que es imposible de comprender sin recurrir a la historia de las áreas en las que habitan. Estas historias, que se reflejan en los cladogramas, forman parte de las huellas que ha dejado la evolución y conforman la narrativa de la naturaleza misma, una naturaleza que es el legado de quienes han de caminar, en el futuro, por esas mismas tierras.

### LECTURAS SUGERIDAS

CRISCI J, GAMUNDI I & CABELLO M, 1988, 'A cladistic analysis of the genus *Cyttaria* (Fungi-Ascomycotina)', *Cladistics*, 4: 279-290. doi.org/10.1111/j.1096-0031.1988.tb00475.x

HILLIS R & JORDAN G, 1993, 'The evolutionary history of *Nothofagus* (Nothofagaceae)', *Australian Systematic Botany*, 6: 11-126. doi.org/10.1071/SB9930111

ZAVARO C, CRISCI J & MORRONE JJ, 1997, 'Synopsis and cladistics of the genus *Misodendrum* (Misodendraceae, Santalales)', *Fontqueria*, 48: 225-239. sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/111156



**Carlos A Zavaro Pérez**

Magíster en Ciencias, Academia de Ciencias de Cuba. Auxiliar docente, UNLP. Profesor adjunto, Universidad de Belgrano. Docente-investigador, División de Plantas Vasculares, Museo de La Plata, UNLP. czavaro@fcnym.unlp.edu.ar