

RECUADRO 1

## Refugios antiguos de bosque en la Cordillera de la Costa, Chile

*Ancient forest refugia in the Chilean Coastal Range*

ANDREA C. PREMOLI, PAULA MATHIASSEN, CINTIA P. SOUTO Y  
M. CRISTINA ACOSTA

*Abstract*

*Climate change in Patagonia has affected forest distribution. Nevertheless, the relative stability of the Coastal Mountain Range provided suitable conditions for the long-term persistence of tree populations, as shown by genetic studies of charismatic forest genera such as Nothofagus and Embothrium.*

*Keywords:* chloroplast DNA, *Embothrium*, *Nothofagus*, phylogeography

Los ciclos glaciales-interglaciales ocurridos durante el Pleistoceno en el sur de Sudamérica, afectaron el clima y las distribuciones de las especies de los bosques australes. Sin embargo, la influencia continua de los frentes de tormenta provenientes del Pacífico sobre la Cordillera de la Costa determinaron una amplitud térmica moderada en esa zona, que habría mitigado los efectos de los cambios climáticos sobre la vegetación que ocurrieron en el resto del territorio. Esto en combinación con la heterogeneidad física del paisaje de la Cordillera de la Costa, proporcionaron una gran diversidad de hábitats para la persistencia local de poblaciones de las especies arbóreas (Markgraf *et al.* 1995; Villagrán 2001). Además, otras áreas hacia el este de la Cordillera de los Andes habrían sido propicias para la permanencia de especies tolerantes al frío (microtéricas) distribuidas en múltiples y probablemente pequeñas poblaciones (Premoli, 2005).

Si bien la evidencia fósil (Villagrán y Hinojosa 2005) y datos genéticos (Sérsic *et al.* 2011) dan cuenta que la Cordillera de la Costa habría funcionado como un refugio a las oscilaciones

climáticas, resta evaluar si su significativa estabilidad a largo plazo, que contrasta con el relativamente rápido y reciente levantamiento de la cordillera andina principal (Glodny *et al.* 2008), habría permitido la evolución *in situ* de linajes cuyas características genéticas habrían sobrevivido a las glaciaciones.

La amplia distribución en los bosques patagónicos de especies pertenecientes a las familias Gondwánicas Nothofagaceae y Proteaceae ofrece la oportunidad de analizar hipótesis sobre el impacto de factores geológicos y climáticos sobre sus acervos genéticos. Si las especies persistieron en refugios de bosque, se espera que alberguen relativamente elevada diversidad genética y que posean variantes genéticas (i.e. haplotipos) únicas, las que además podrían ser vestigios de distribuciones más amplias en el pasado, es decir anteriores a las glaciaciones. Los análisis filogeográficos en base al ADN del cloroplasto (ADNc), incluyendo el rango completo de distribución de las especies, permiten inferir los efectos de procesos pasados ya que se trata de una molécula con baja tasa de mutación y herencia uniparental, y por lo tanto, conserva señales antiguas (Premoli *et al.* 2012). En el caso de *Nothofagus pumilio*, de las 14 variantes (haplotipos) del ADNc que se encontraron a lo largo de su rango de distribución, dos estuvieron presentes en las serranías costeras del Parque Nacional Nahuelbuta a los 38° S. Estas variantes genéticas exclusivas se ubicaron hacia el interior de la red de haplotipos lo cual indicaría su condición ancestral (Mathiasen y Premoli 2010). Otro estudio genético combinando las cinco especies del subgénero *Nothofagus*, las deciduas *N. antarctica* y *N. pumilio* y las siempreverdes *N. betuloides*, *N. dombeyi* y *N. nitida* mostraron que la mayor diversidad de haplotipos ocurrió en poblaciones también ubicadas en el Parque Nacional Nahuelbuta (37° 50'S), más al sur a la altura de la ciudad de Osorno (40° 34'S) y en la Isla de Chiloé (42-43°S) (Acosta *et al.* 2014). Otros estudios realizados en poblaciones de especies del subgénero *Lophozonia* también mostraron patrones concordantes. Por ejemplo, en *Nothofagus alpina* (= *N. nervosa*; *N. procera*) se encontraron un total de cinco haplotipos, tres de los cuales estuvieron presentes en la Cordillera de la Costa. Mientras que uno de estos haplotipos también estuvo presente en los Andes (haplotipo II), los otros dos (haplotipos IV y V) se encontraron exclusivamente en la Cordillera de la Costa (Marchelli y Gallo 2006). Por otro lado, un estudio realizado en cinco poblaciones

remanentes de *Nothofagus macrocarpa* mostró que cada una de ellas presenta una variante genética distinta, y que las poblaciones ubicadas en la Cordillera de la Costa a los 33°S forman un clado separado del resto de las poblaciones, tanto de la Depresión Intermedia como de la Cordillera de los Andes (Mathiasen *et al.* 2017<sup>1</sup>). En *Nothofagus obliqua* se encontró un total de 14 variantes genéticas, cinco de las cuales se restringieron a la Cordillera de la Costa. El promedio de la diversidad de haplotipos de las poblaciones de la Cordillera de la Costa fue de 0,372 mientras que en las del resto de la distribución de la especie dicho valor fue menor a 0,142 (datos calculados a partir de Azpilicueta *et al.* 2009). Otra de las especies leñosas tolerante al frío y de amplia distribución es el notro *Embothrium coccineum* (Proteaceae). Un estudio filogeográfico mostró alta diversidad y presencia de haplotipos únicos en poblaciones ubicadas a lo largo de la Cordillera de la Costa, incluyendo la Cordillera de Nahuelbuta en el norte, y hacia el sur en el Parque Alerce Costero y en Cucao en Chiloé (Vidal-Russell *et al.* 2011).

La evidencia molecular muestra que existe un patrón geográfico concordante de distribución de la diversidad genética entre linajes filogenéticamente independientes (Souto *et al.* 2015), esto es, entre especies de *Nothofagus* pertenecientes a diferentes subgéneros (*Nothofagus* y *Lophozonia*) y *E. coccineum*. Estos datos confirman que ciertas áreas de la Cordillera de la Costa habrían conservado haplotipos antiguos por haber sido relativamente estables no solamente a las oscilaciones climáticas sino también a los cambios en el nivel del mar producto de importantes transgresiones marinas ocurridas en el Mioceno en el centro-sur de Chile (Folguera *et al.* 2011; Premoli *et al.* 2012). La elevada diversidad y presencia de variantes exclusivas en la Cordillera de la Costa resalta su importancia en conservación ya que sería un reservorio de diversidad genética y potencial evolutivo de especies de bosque.

Las referencias se encuentran al final del libro.

---

<sup>1</sup> Mathiasen P, A Venegas-Gonzalez, P Fresia & AC Premoli (2017) Variación genética en la especie amenazada endémica de Chile *Nothofagus macrocarpa*. II Reunión Argentina de Biología Evolutiva, 3-5 Julio, Corrientes, Argentina.



