

CURSO INTERNACIONAL
REHABILITACION DE BOSQUES CHILENOS
PRINCIPIOS GENÉTICOS INICIATIVA 20X20 Y DESAFÍO DE BONN
Chillán, 2 de Noviembre 2017

Abastecimiento de semillas de *Nothofagus dombeyi* con consideraciones genéticas.

Dr. Rodrigo Hasbún Zaror
Laboratorio de Epigenética Vegetal
Facultad de Ciencias Forestales
Universidad de Concepción



Estrategias de fuente de semilla para restauración/rehabilitación

Local es mejor

Basado en el supuesto que la semilla local está mejor adaptada a las condiciones locales. Principio precautorio

Ventajas en el sitio de origen

B Local provenancing



Climate gradient e.g. increasing aridity

Direction of expected climate change at site

Adapted from Prober *et al* (2015) Front. Ecol. Evol. 3:65

Ubicación geográfica del material de origen para rehabilitación/restauración



Edad: > 20 años

Lugar: Villa Las
Araucarias
(Cordillera de la
Costa)

Fuente semillera:
Cordillera de los
Andes (no local)

Ubicación geográfica del material de origen para rehabilitación/restauración



Edad: < 10 años

Lugar: Villa Las
Araucarias
(Cordillera de la
Costa)

Fuente semillera:
Cordillera de la
Cost (local)

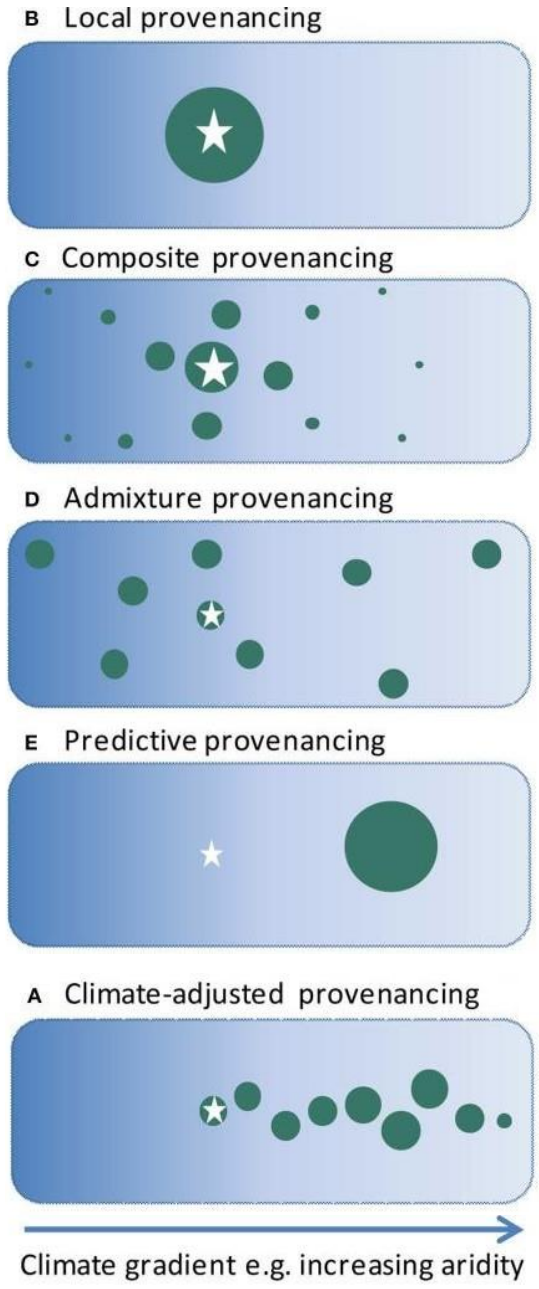
Estrategias de fuente de semilla para restauración/rehabilitación

Local es mejor

Basado en el supuesto que la semilla local está mejor adaptada a las condiciones locales. Principio precautorio
Ventajas en el sitio de origen

Desafíos a la alternativa de “Local es mejor”

- Aumentar el potencial evolutivo
- Evitar poblaciones locales pequeñas y fragmentadas
- Procedencias compuestas
- Procedencias mezcladas



Direction of expected climate change at site

Estrategias de fuente de semilla para restauración/rehabilitación

Local es mejor

Basado en el supuesto que la semilla local está mejor adaptada a las condiciones locales. Principio precautorio
Ventajas en el sitio de origen

Desafíos a la alternativa de “Local es mejor”

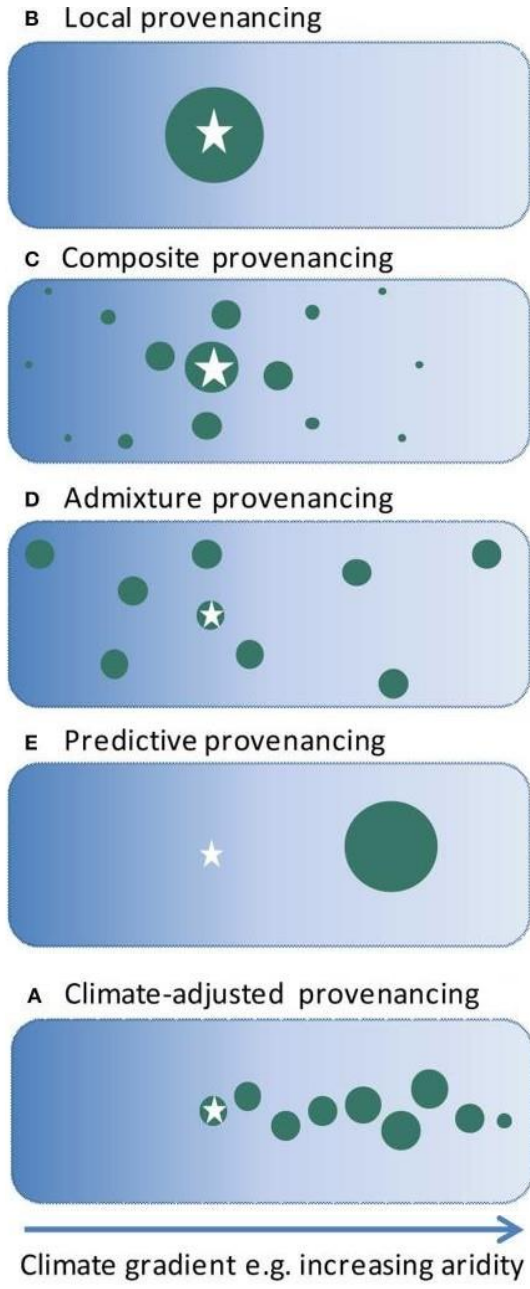
- Aumentar el potencial evolutivo
- Evitar poblaciones locales pequeñas y fragmentadas
- Procedencias compuestas
- Procedencias mezcladas

Cambio climático...

- Procedencias predictivas
- Procedencias ajustadas por clima

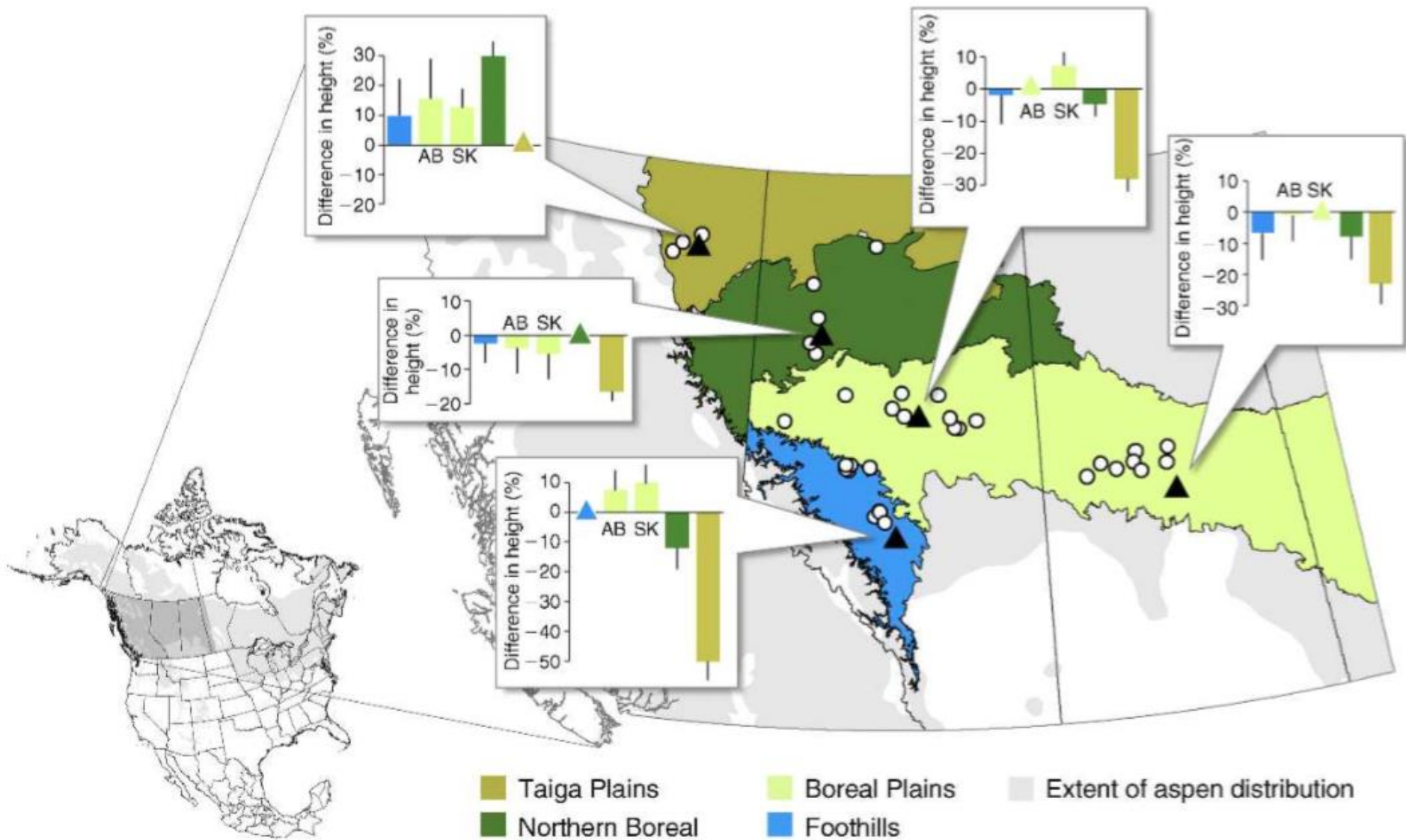
Pocos estudios o proyectos consideran los efectos de las procedencias

Ensayos de progenie pueden aportar evidencias para planificar

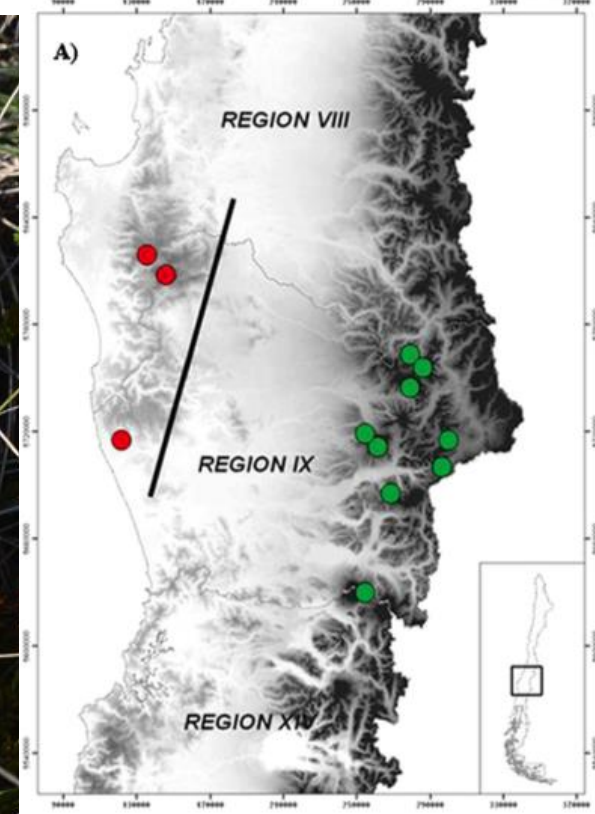


Direction of expected climate change at site

Migración asistida para enfrentar el cambio climático: recomendaciones para reforestar álamo en el oeste de Canadá



Diversidad genética entre zona rehabilitada y zona de origen de material



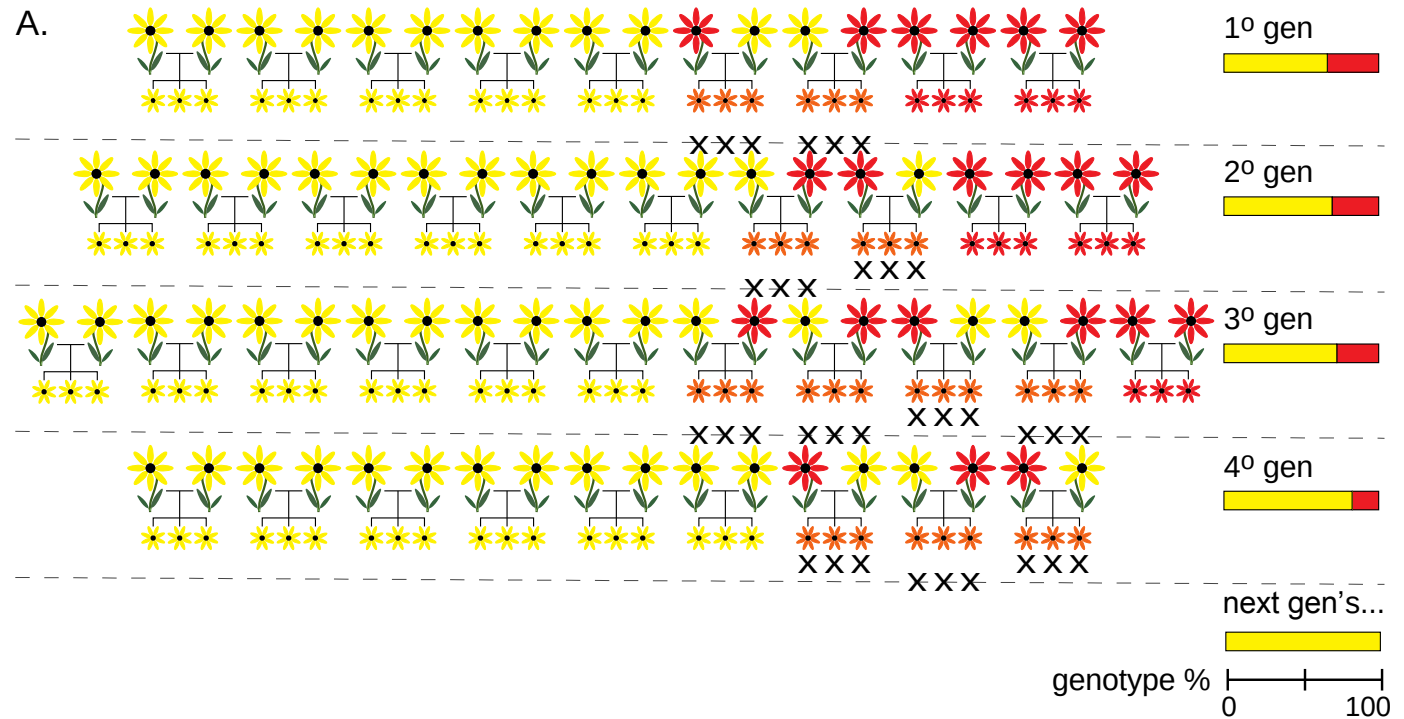
Martin et al
(2014)

Edad > 20 años

Potenciales riesgos genéticos de la introducción de germoplasma no local

- Depresión por exogamia (cruzamiento entre fuentes locales y no locales producen descendencia híbrida que tiene una adaptabilidad más baja que la progenie local)
- Barrido genético (poblaciones parentales reemplazadas por híbridos)

Depresión por exogamia –
extinción debido
a la producción
de híbridos mal
adaptados

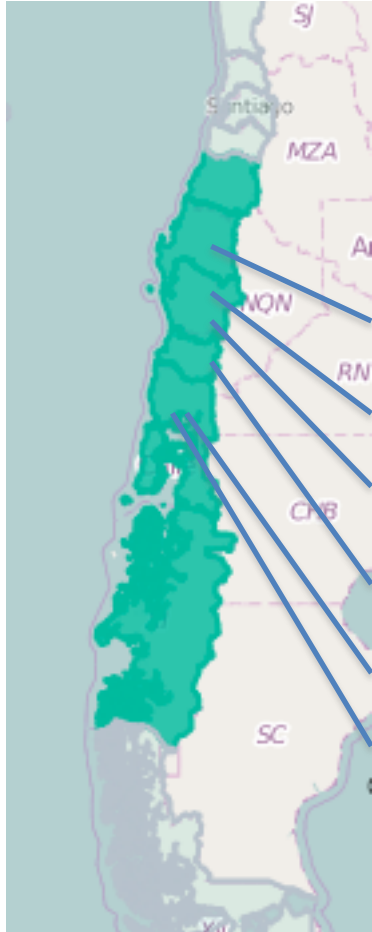


Barrido genético
– poblaciones
parentales
reemplazadas
por híbridos

A photograph of a dense forest of Nothofagus dombeyi trees. The trees are tall and have a dense canopy of green leaves. A dirt path leads through the forest, and the sky is visible through the branches. The text "Estudio de caso de Nothofagus dombeyi en Chile" is overlaid on the image.

Estudio de caso de *Nothofagus dombeyi* en Chile

Fuentes semilleras para *Nothofagus dombeyi*



Código fuente	Región	Comuna	Lugar	Edad (años)
No-do/VIII-1	VIII	Santa Bárbara	Ñireco	90
No-do/APS Malalcahuello	IX	Curacautín	Malalcahuello	50
No-do/APS RN Malleco	IX	Collipulli	RN Malleco	60
No-do/APS Huilo-Huilo	XIV	Panguipulli	Neltume-Puerto Fuy	50 a 70
No-do/XIV-1	X	Puerto Mont	Lago Chapo	Bosque adulto
No-do/XIV-2	X	Puerto Montt	Sargazo	Bosque adulto

Identificación del problema

Déficit en la oferta de semillas de calidad genética desde orígenes conocidos, que garanticen el éxito en el establecimiento, la mantención del potencial evolutivo y/o el traspaso del potencial productivo en *Nothofagus dombeyi*.

Quiróz et al. (2012) señalan “el mercado de las semillas forestales en Chile (y en gran medida de las plantas), se caracteriza por un alto nivel de informalidad, compuesto por muchos proveedores pequeños que entregan productos de origen desconocido y muchas veces inadecuado para el lugar de plantación”

Proyecto Fondo de Investigación del Bosque Nativo CONAF Nro. 068/2012

Certificación genética del origen de materiales reproductivos de coigüe mediante herramientas moleculares y modelos ecológicos

Rodrigo Hasbún, Glenda Fuentes, Darcy Ríos, Diego Alarcón, Eduardo Ruiz

Objetivo general.

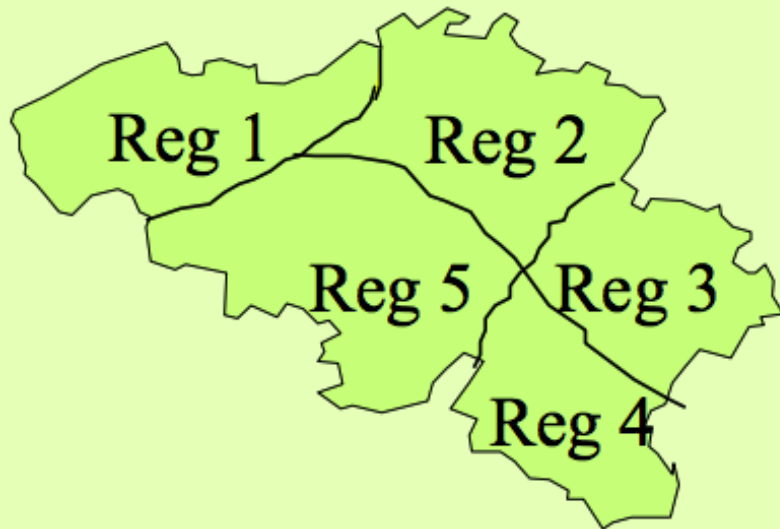
Aplicar marcadores moleculares informativos y modelos ecológicos para definir regiones de procedencia en *Nothofagus dombeyi* con fines de control de origen geográfico y conservación de poblaciones vulnerables a cambio climático.

http://www.udec.cl/~origen_coigue

DEFINICIÓN DE REGIONES DE PROCEDENCIA

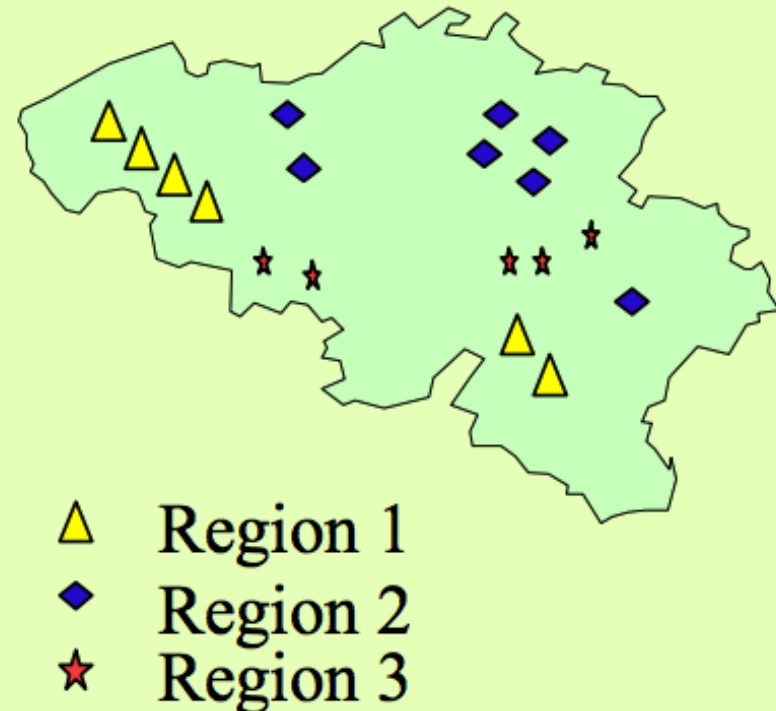
Zonas que presentan características fenotípicas y/o genéticas semejantes (Zobel y Talbert, 1984)

a) DIVISIVO



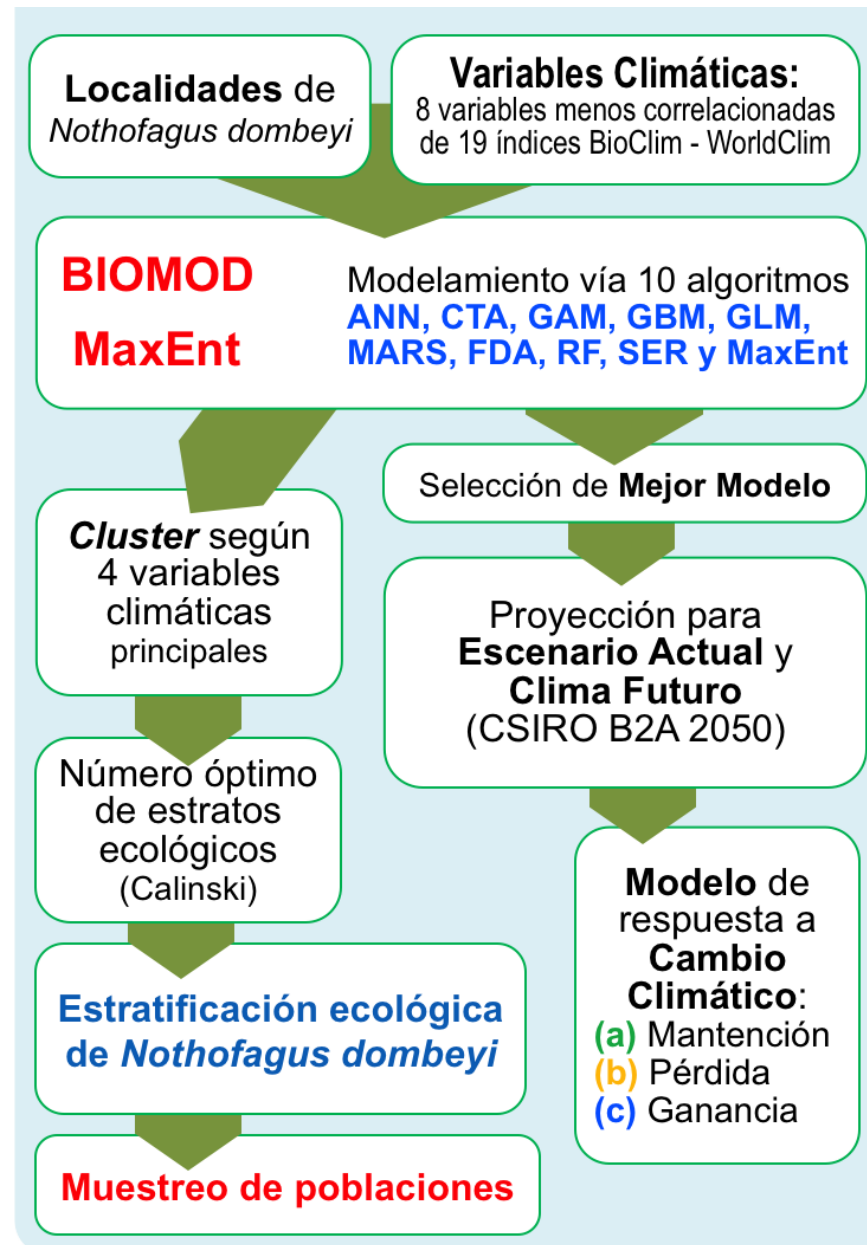
División del territorio

b) AGLOMERATIVO



Agrupación de zonas similares
(genéticas y ecológicas)

Estratificación ecológica de poblaciones de *Nothofagus dombeyi* en Chile para asistir el muestreo de su diversidad genética

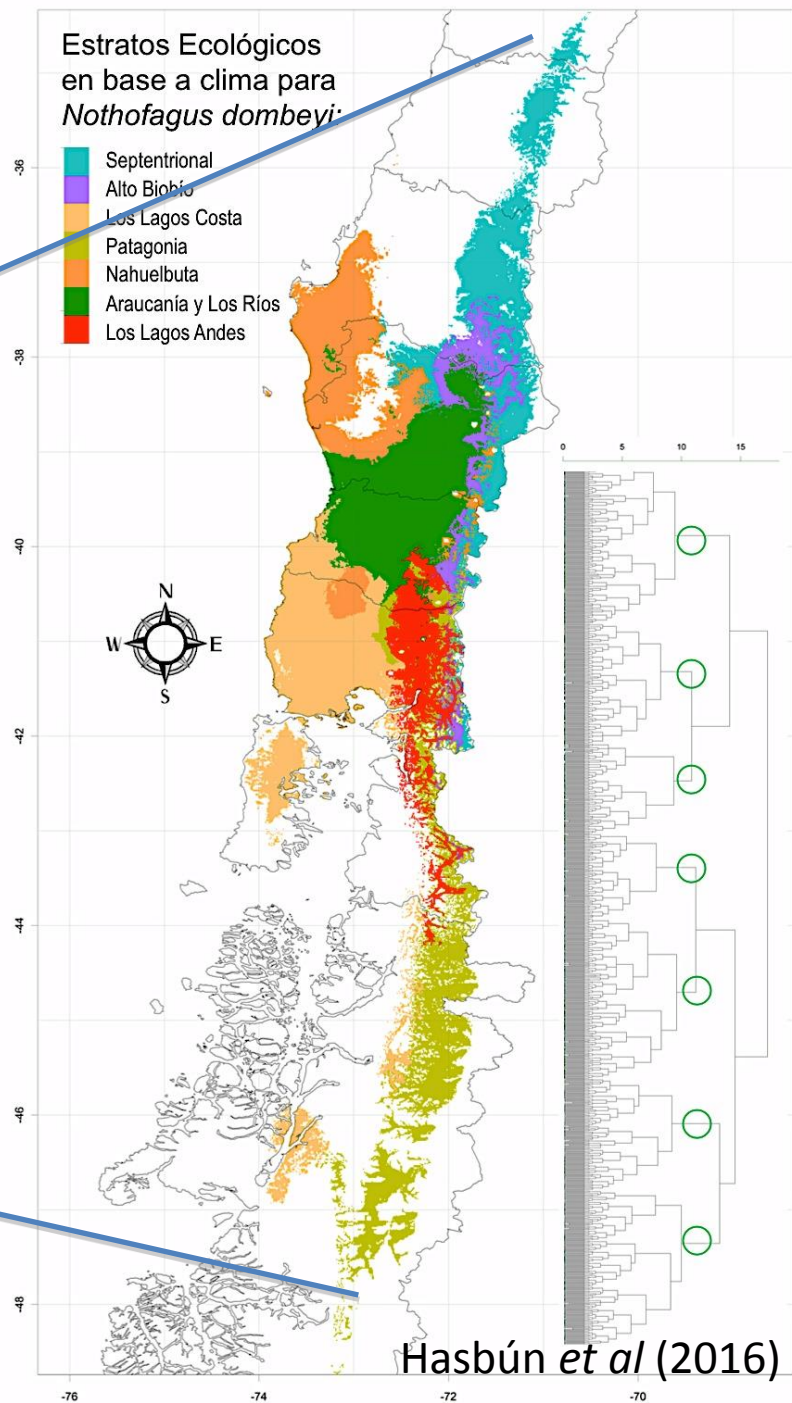
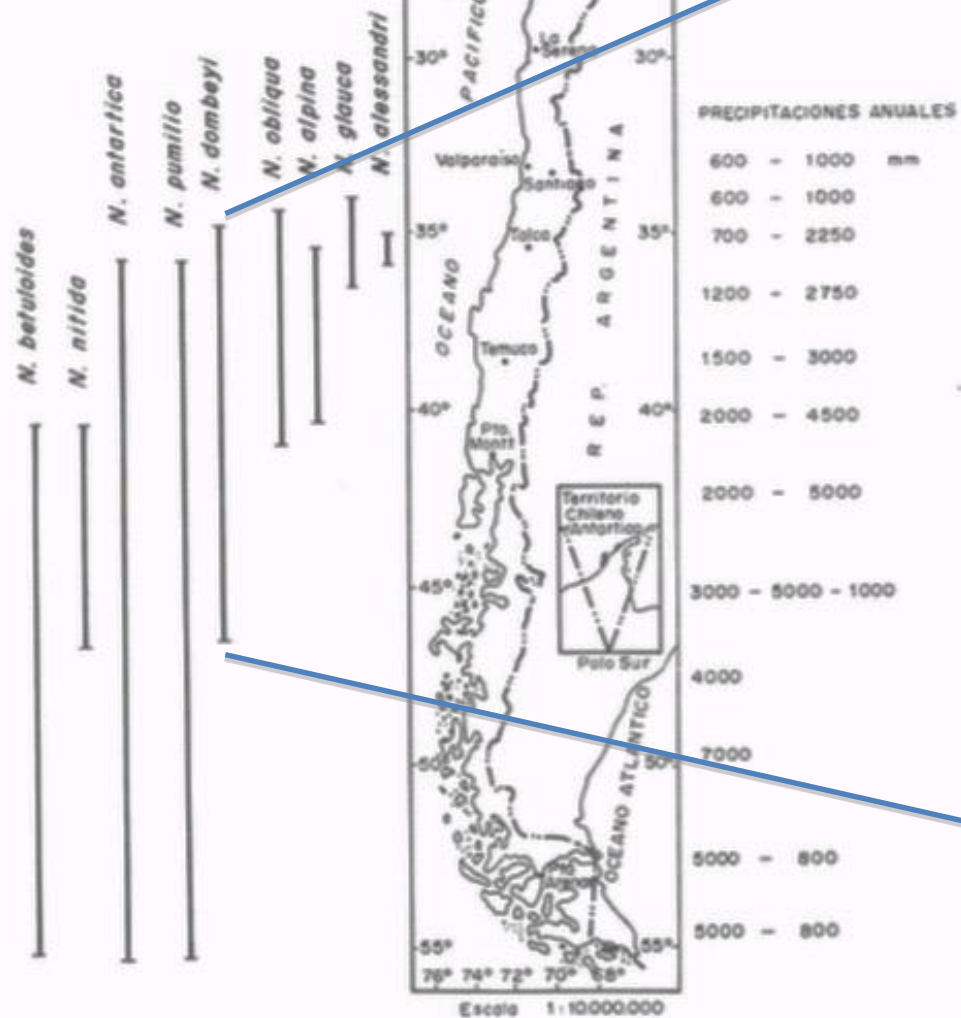


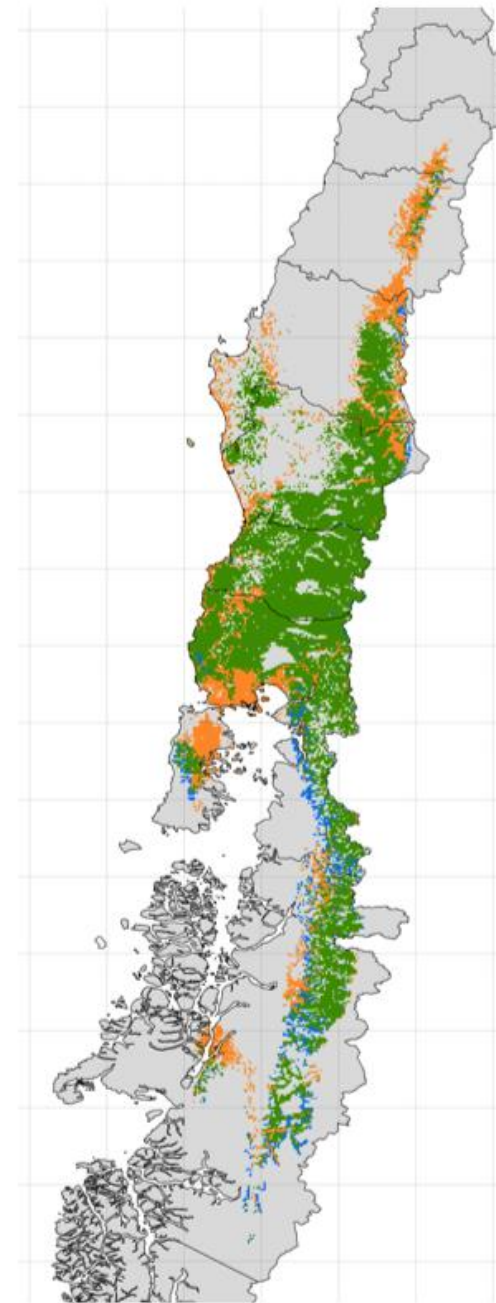
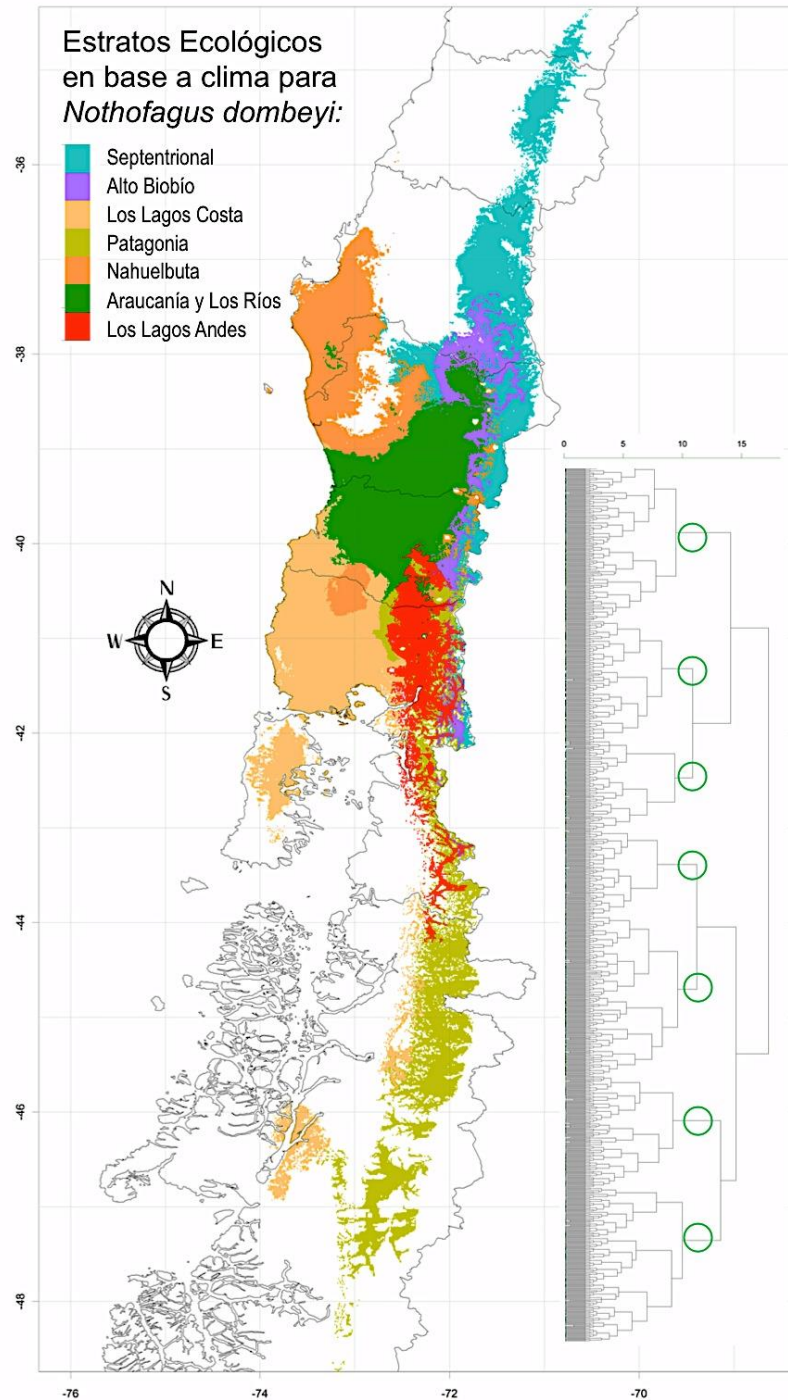
BIO2: Índice amplitud
térmica

BIO4: Estacionalidad
temperatura

BIO12: Precipitación anual

BIO15: Índice
estacionalidad
precipitaciones





Mapa con la distribución del hábitat de coihue, según vulnerabilidad al cambio climático:

Naranja: zonas con posible contracción y pérdida de hábitat

Verde: zonas con mantención del hábitat pese al cambio climático

Azul: zonas de posible expansión del hábitat para coihue

Modelo para *Nothofagus dombeyi*



Muestreo genético

Nombre del Estrato	Población	Región	Nº de individuos seleccionados
Septentrional	Altos Lircay	VII	6
	Antuco	VIII	5
Alto Bio Bio	Ralco	VIII	6
	Termas Tolhuaca ¹	IX	9
Patagonia	Coyhaique ²	XI	5
	Coyhaique ²	XI	5
	Coyhaique ²	XI	5
	Coyhaique ²	XI	5
Nahuelbuta	Nonguén	VIII	6
	Villa Las Araucarias	IX	7
	Caramávida	VIII	5
Araucanía y Los Ríos	Mariquina	XIV	5
	Lago Riñihue	XIV	3
	Fundo LLancahue	XIV	3
	Lago Neltume	XIV	3
	Parque Nacional Villarica	IX	5
	Loncoche Interior	IX	3
Los Lagos Costa	Cunco ³	IX	3
	Las Trancas	XVII	5
	Maicolpué ⁴	XVII	5
Los Lagos Andes	Parque Nacional Puyehue	X	3



Metodología análisis genético



Genotyping by Sequencing (GBS)

SNP1 G/A

seq_1 (A)	ATGCGGCGATTGCCATGGG
seq_2 (A)	ATGCGGCGATTGCCATGGG
seq_3 (A)	ATGCGGCGATTGCCATGGG
seq_1 (B)	ATGCGGCAATTGCCATGGG
seq_2 (B)	ATGCGGCAATTGCCATGGG
seq_3 (B)	ATGCGGCAATTGCCATGGG

(Wisconsin University, USA)



Matriz neutral:
loci SNP neutrales

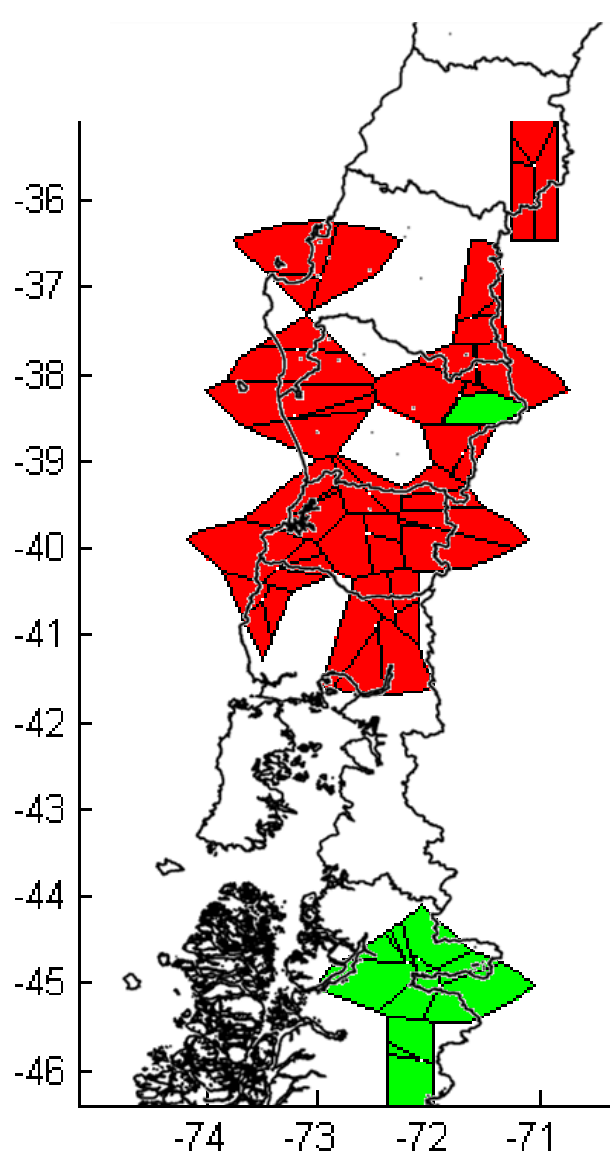
Matriz adaptativa:
loci SNP bajo selección

Lositan
(Antao et al
2008)

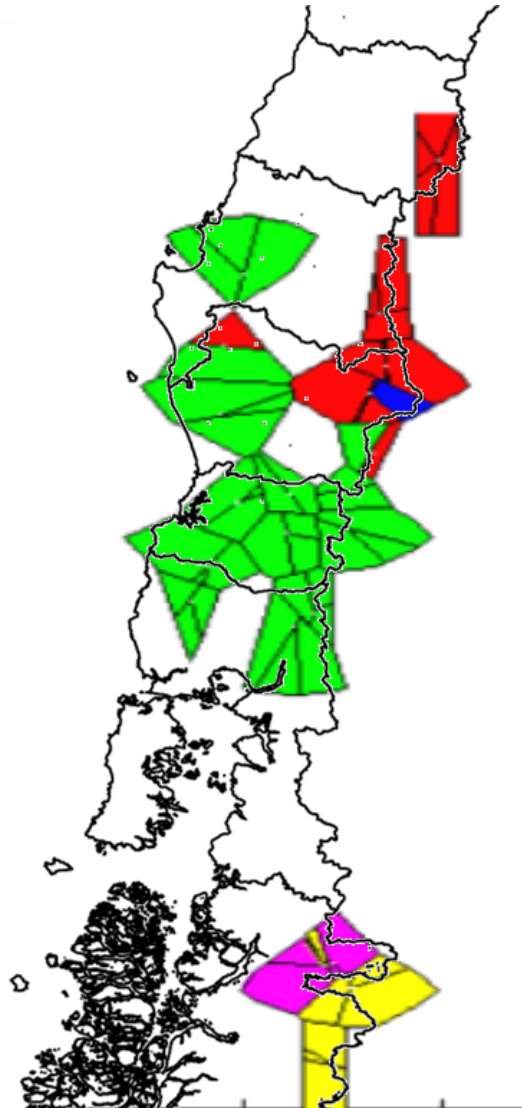
Bayescan
(Foll y Gaggiotti
2008)

Hasbún et al (2016)

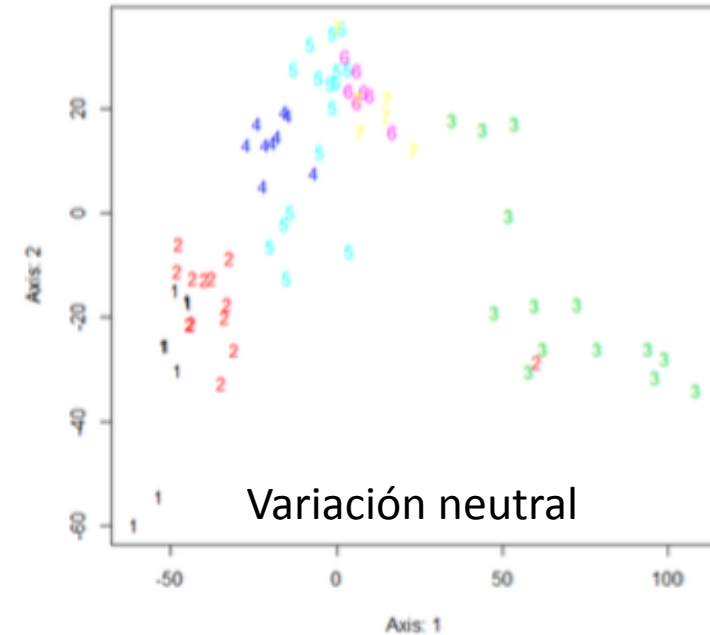
Análisis espacial de la diversidad genética (BAPS)



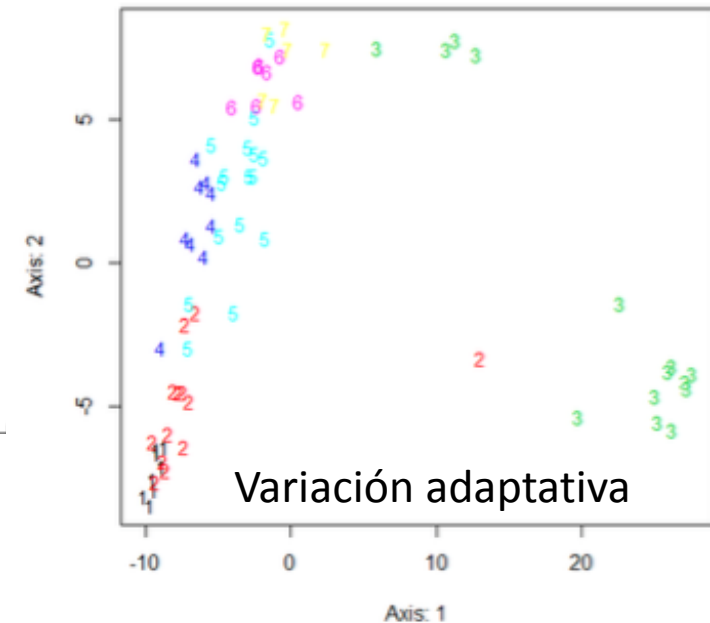
Variación neutral
(> 10.000 SNP)



Variación adaptativa
124 SNP bajo selección

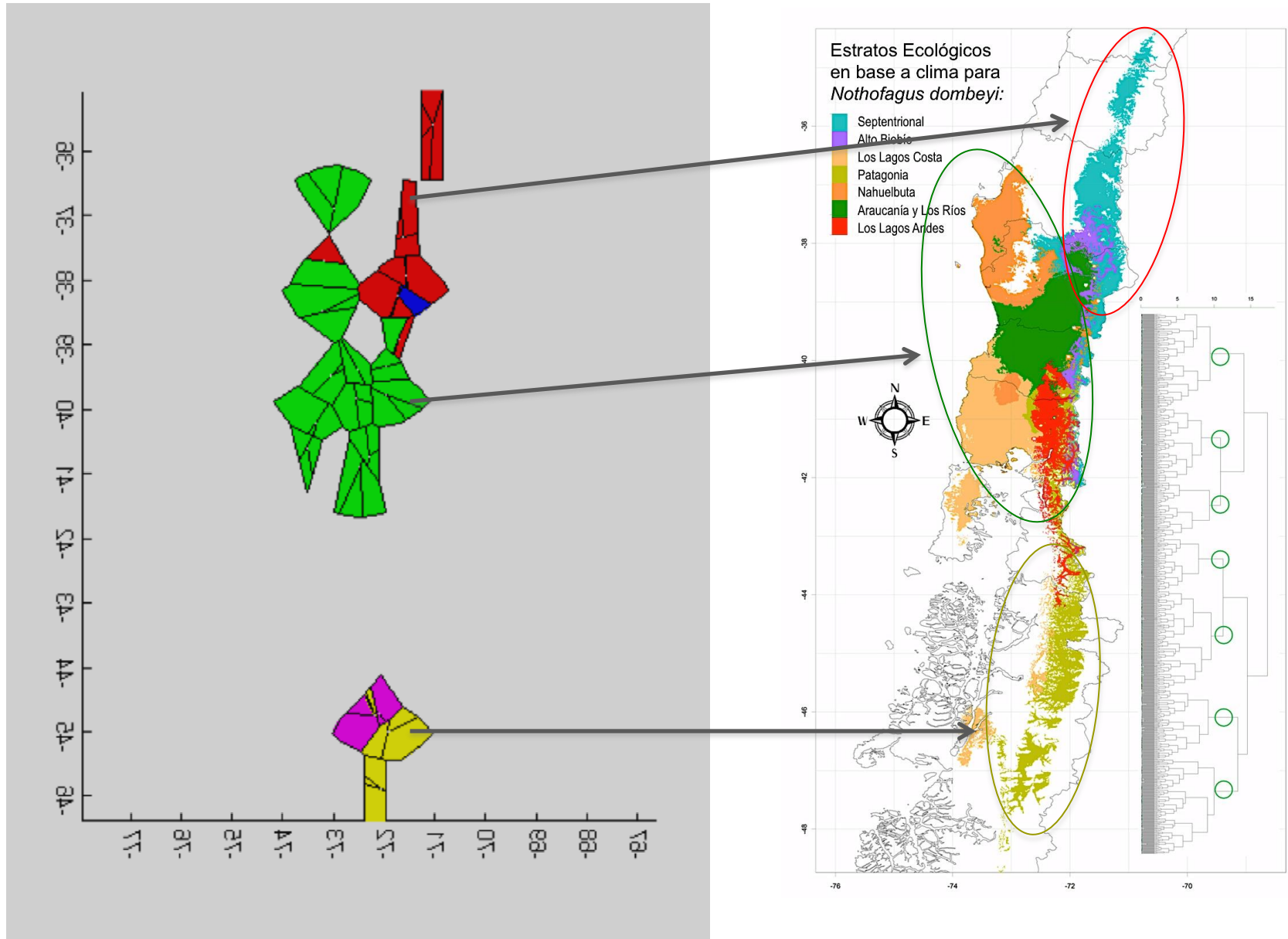


Variación neutral

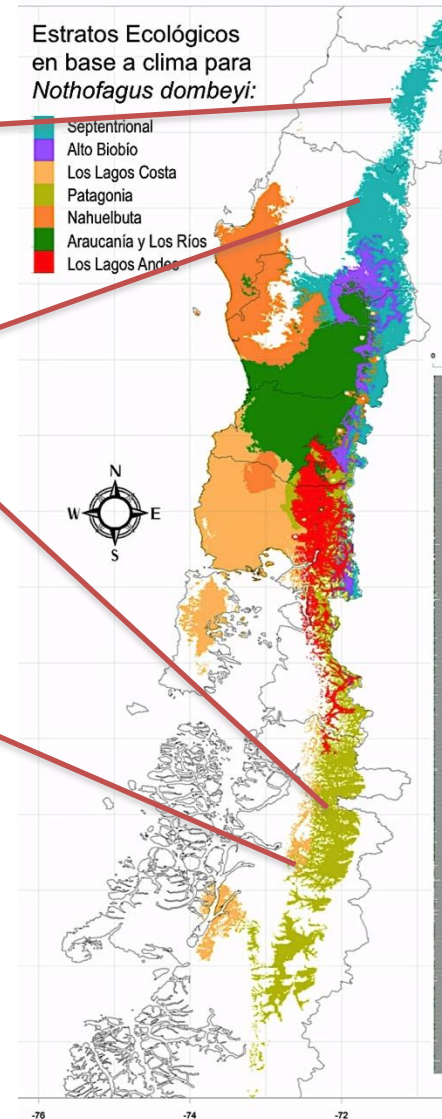
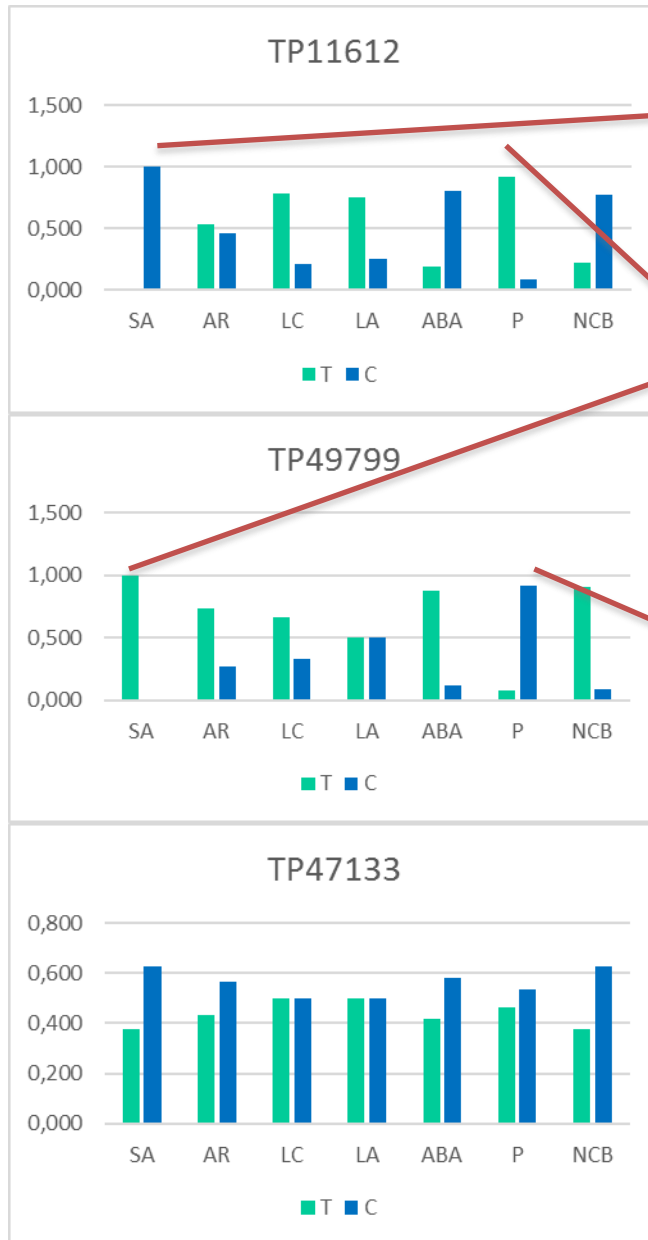


Variación adaptativa

Diversidad genética adaptativa y nichos ecológicos



Marcadores moleculares útiles para certificación o fiscalización



Septentrional (SA), Araucanía y Los Ríos (AR), Los Lagos Costa (LC),
Los Lagos Andes (LA), Altos del Bio Bio (AB), Patagonia (P), Nahuelbuta (N)

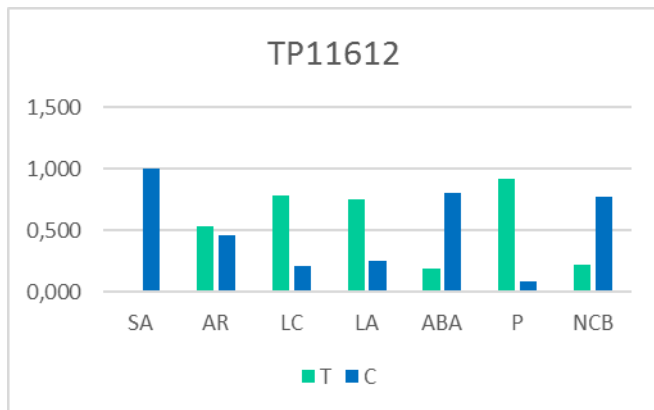
SNP TP11612 putativo locus asociado a adaptación

>TP11612_query_64

CAGCAAAGTGTAGATGGTGGAGTTGTAGATGTGATTGCATTCACACAAGGGCTCAGCTGTGTTG

>TP11612_hit_64

CAGCAAAGTGTAGATGGTGGAGTTGCAGATGTGATTGCATTCACACAAGGGCTCAGCTGTGTTG



Protease inhibitor/seed storage/LTP family

La familia de proteínas LTPs en plantas puede estar relacionada con:

- Biosíntesis de cutina
- Formación de ceras superficiales
- Crecimiento mitocondrial
- Reacciones de defensa a patógenos
- Adaptación a cambios medio ambientales**

DNA marker-assisted evaluation of fruit acidity in diverse peach (*Prunus persica*) germplasm

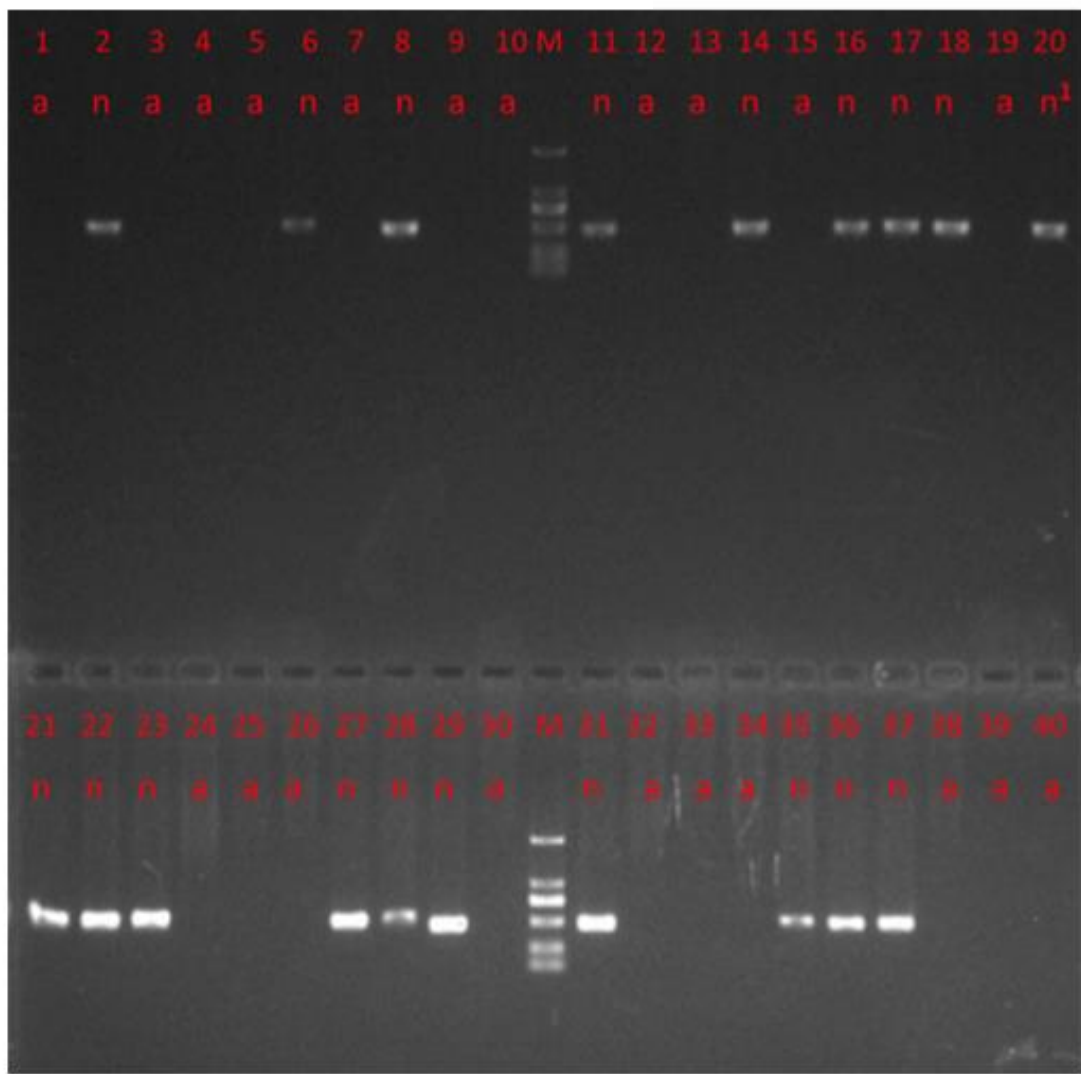


Fig. 1 PCR markers validated in test progeny note: 1 acidity phenotype, a acid, n non-acid

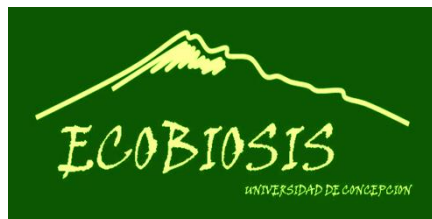
Research Article

**Using Genome-Wide SNP Discovery and Genotyping to
Reveal the Main Source of Population Differentiation in
Nothofagus dombeyi (Mirb.) Oerst. in Chile**

**Rodrigo Hasbún,¹ Jorge González,¹ Carolina Iturra,¹ Glenda Fuentes,²
Diego Alarcón,^{2,3} and Eduardo Ruiz²**



AGRADECIMIENTOS

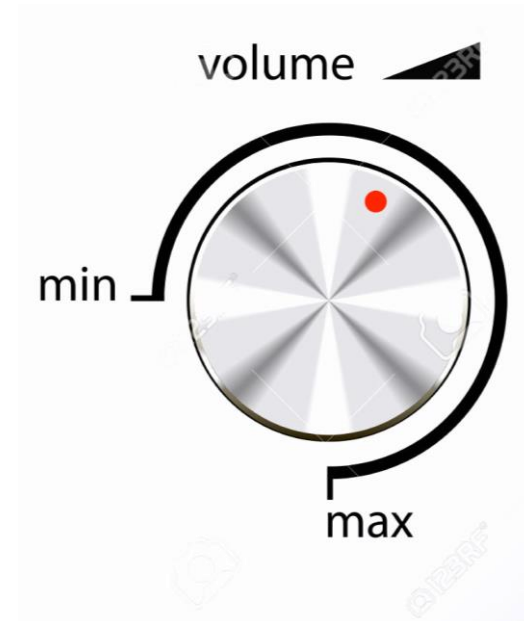
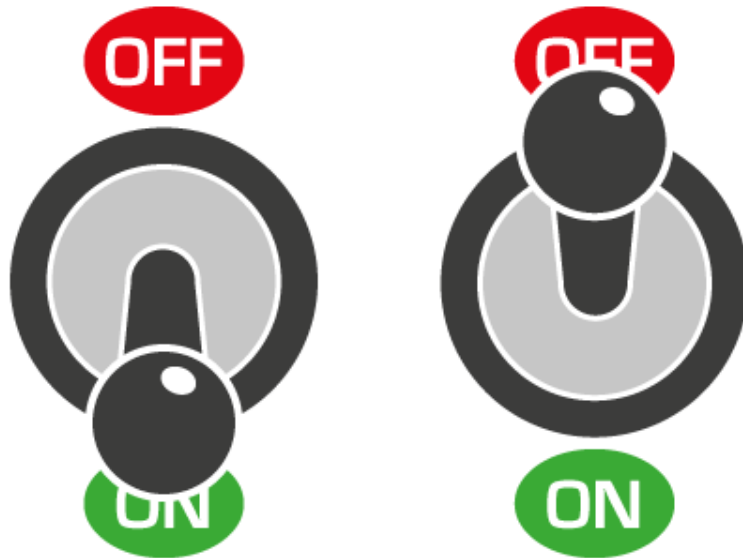


INFOR



Epigenética

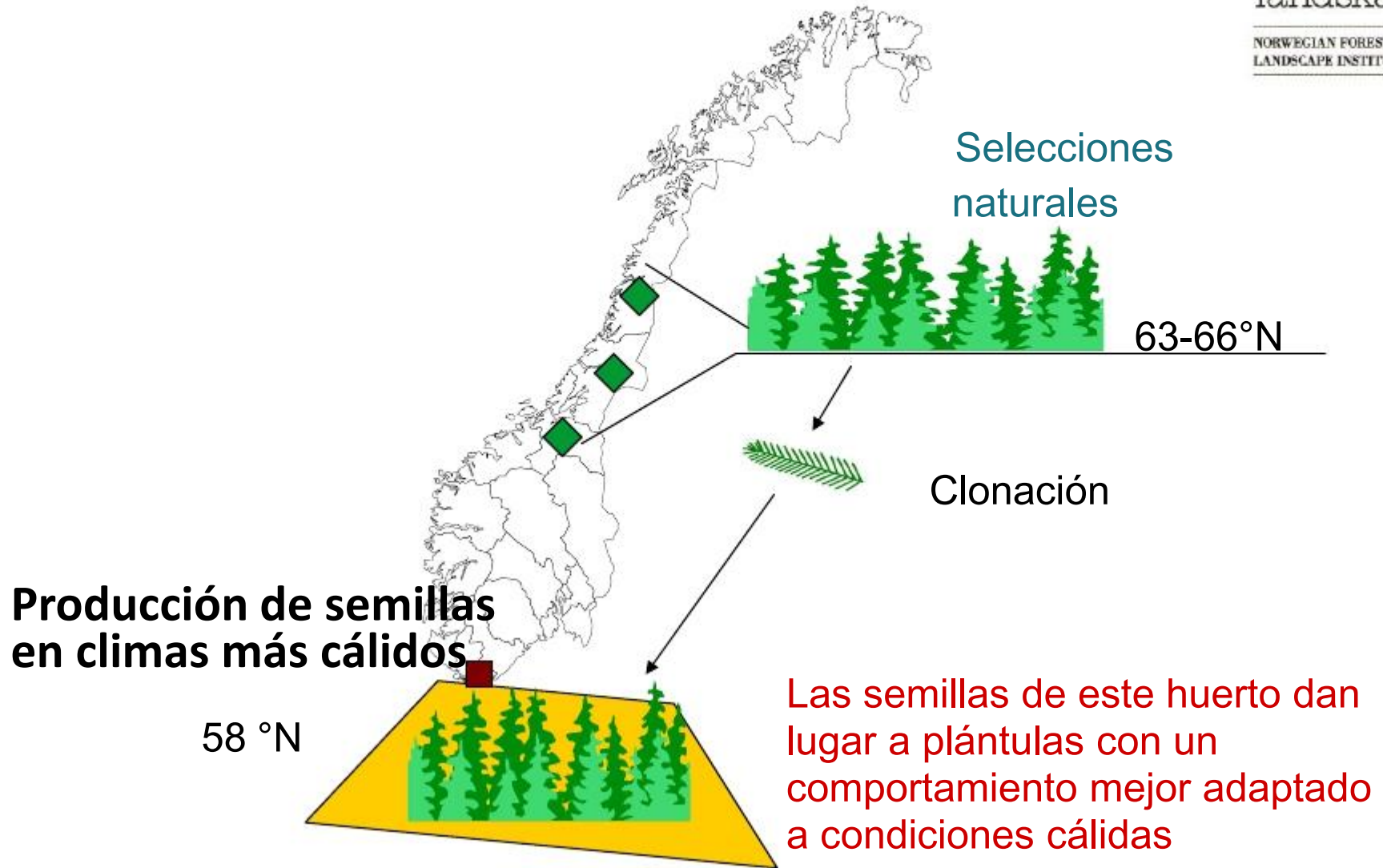
- epigenetica = sobre la genética
- modificaciones químicas del ADN cromosómico y/o estructuras asociadas al ADN que cambian el patrón de expresión de los genes sin alterar su secuencia



An epigenetic memory – a phenomenon affecting adaptive traits in Norway spruce

Øystein Johnsen, Igor Yakovlev,
Carl Gunnar Fossdal and Tore Skrøppa
Norwegian Forest and Landscape Institute

Un spin-off del mejoramiento



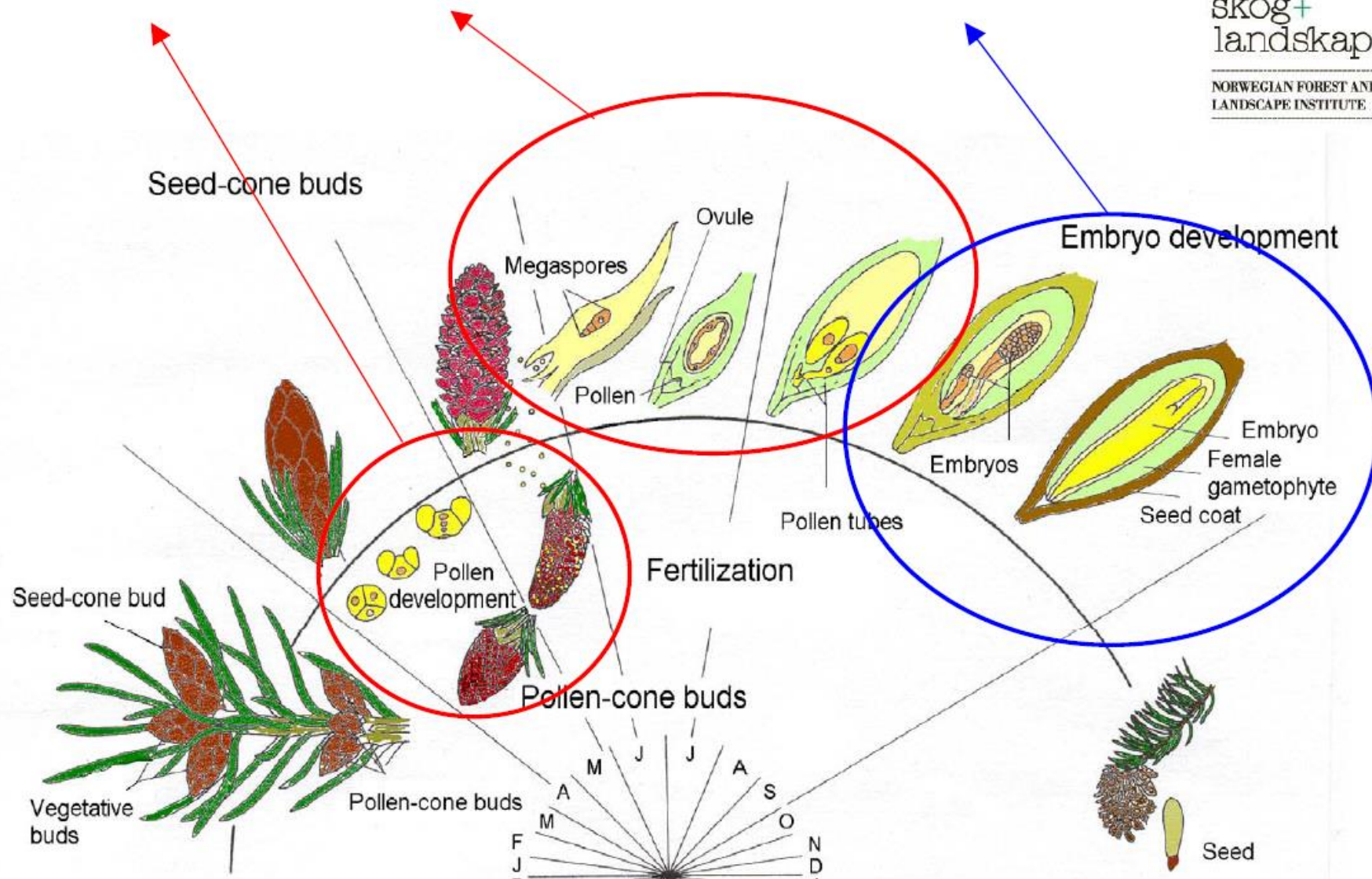
Observed no effect of
treatments on the progeny

Memory is expressed



skog+
landskap

NORWEGIAN FOREST AND
LANDSCAPE INSTITUTE



La embriogénesis es la etapa clave!

Johnsen et al 2005

