



CURSO INTERNACIONAL

**REHABILITACION DE BOSQUES CHILENOS
PRINCIPIOS GENÉTICOS**

INICIATIVA 20X20 Y DESAFÍO DE BONN
Chillán, 2 de Noviembre 2017

REGIONES DE PROCEDENCIA: UN ORDENAMIENTO DE FUENTES SEMILLERAS.



**Ministerio de
Agricultura**

Braulio Gutiérrez C.
Instituto Forestal Sede Biobío
bgutierr@infor.cl

Gobierno de Chile

CONTENIDO:

- **Introducción**
- **Regiones o zonas de procedencia (generalidades)**
- **Mapa de zonas procedencias para Chile**
- **Que es y que no es una zona de procedencia**
- **Otros enfoques**
 - Zonas genéticas**
 - Clima futuro**
- **Mover o no mover semillas entre zonas de procedencias**
 - Regiones de utilización**
 - Acervos genéticos de restauración**
- **Conclusiones**
- **Referencias**

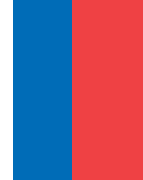
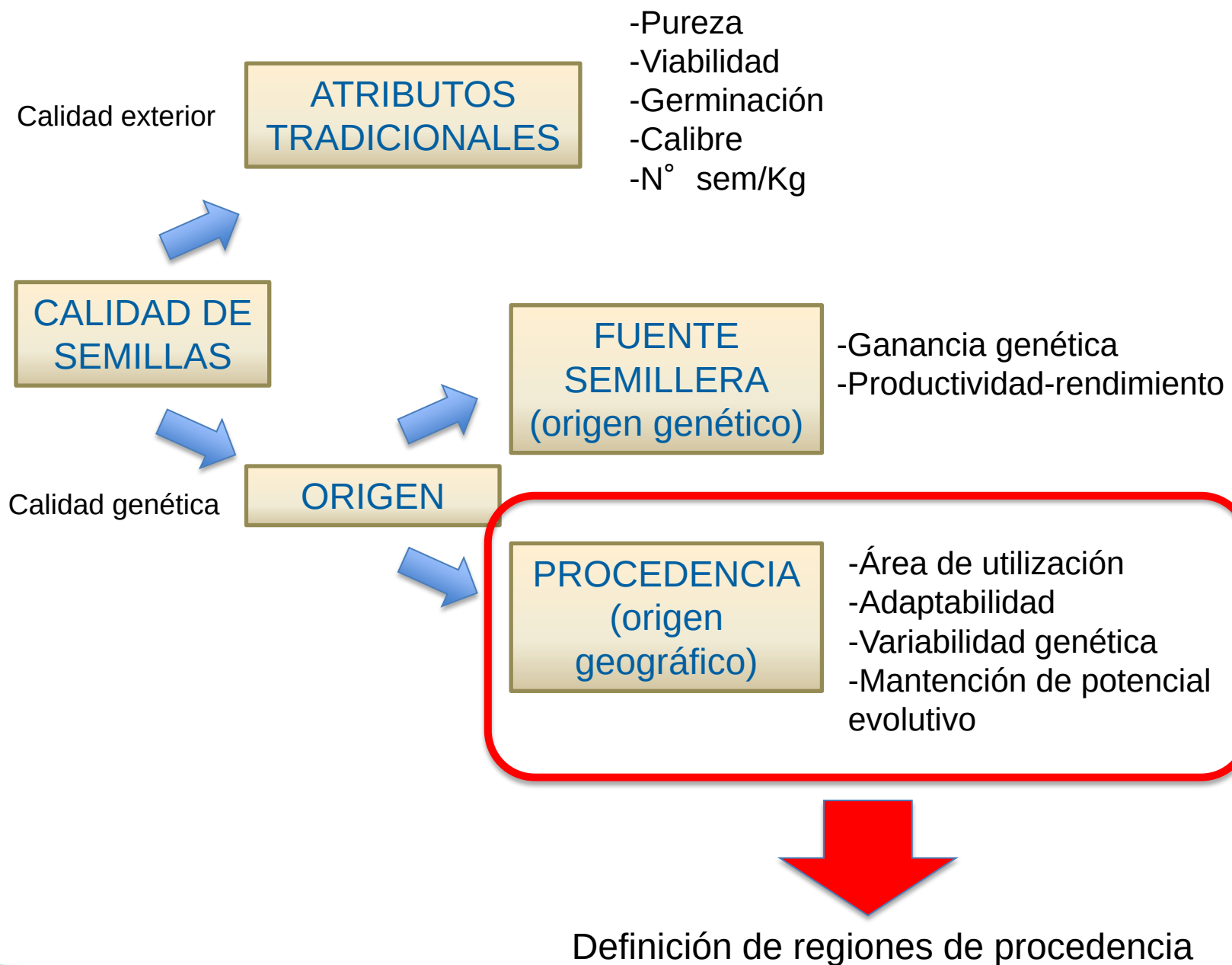


INTRODUCCION

“La elección de la procedencia de la semilla resulta una etapa crítica, ya que los acervos genéticos seleccionados tendrán un efecto determinante durante todo el ciclo de vida de los árboles implantados y aún en generaciones venideras”.

Aspectos adaptativos

Posibilidad de depresión exogámica de población local por genes de población introducida



REGIONES O ZONAS DE PROCEDENCIA

➤ ¿que tan alejado de su origen puede ser utilizada la semilla proveniente de una determinada fuente semillera?



➤ ¿en que superficie puede ser utilizada su semilla, sin pérdida de adaptabilidad que repercuta en la supervivencia y productividad de la plantación? (o riesgo de contaminación genética).



Zonas o Regiones de Procedencia:



Conjunto de territorios con condiciones ecológicas uniformes, en los que se desarrollan poblaciones con características fenotípicas o genéticas similares.

División establecida a partir de criterios genéticos, geográficos y ecológicos para facilitar la identificación de los materiales de reproducción y orientar respecto a sus áreas de utilización



FUNDAMENTOS DE LAS REGIONES DE PROCEDENCIA



Las diferencias entre poblaciones de una misma especie que ocupan distintas zonas geográficas se pueden atribuir a:

- **PLASTICIDAD FENOTÍPICA** como respuesta a las distintas condiciones climáticas y edáficas locales.
- **EFFECTOS GENÉTICOS** como consecuencia de selección natural a lo largo de numerosas generaciones.

Las diferencias genéticas son una de las bases sobre las que se establece la delimitación de las regiones de procedencia.





APLICACIONES DE LAS REGIONES DE PROCEDENCIA

- Determina los límites geográficos máximos dentro de los cuales se puede mezclar la semilla recolectada. Los lotes deben pertenecer a una ÚNICA región de procedencia.
- Facilita el comercio del material forestal de reproducción mediante la identificación de la región en la que se han recogido los frutos o semillas.
- Facilita las recomendaciones de uso de las semillas.



¿Cómo definir las regiones de procedencia?



Método Aglomerativo: une en una región de procedencias a un conjunto de masas de una especie con características ecológicas, fenotípicas o genéticas similares. Debe definirse para cada especie en particular.

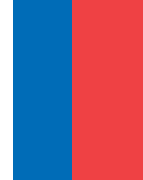


Definición de
zonas de
procedencias

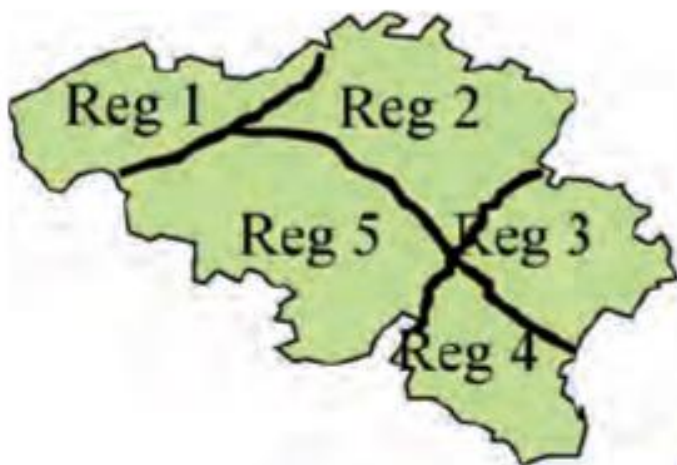


Método Divisivo: División del territorio en áreas que posean características ambientales o ecológicas similares, que se supone dan lugar a fuentes semilleras con características fenotípicas o genéticas similares. Presenta la ventaja de definir una zonificación común, para una o más especies simultáneamente (es independiente de la especie considerada).

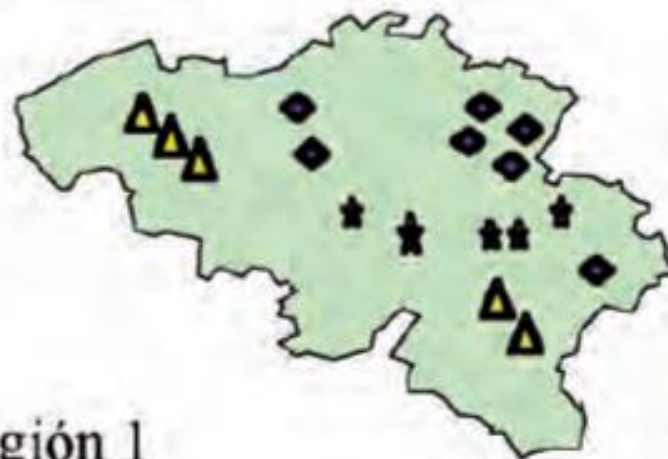




a) Método Divisivo

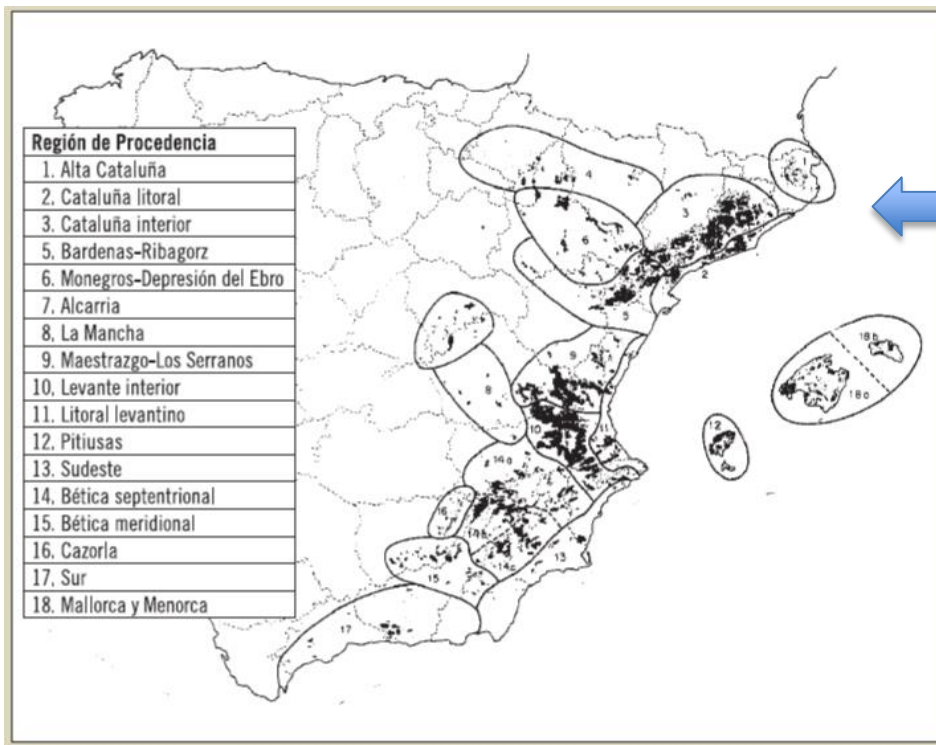


b) Método aglomerativo



- ▲ Región 1
- ◆ Región 2
- ★ Región 3





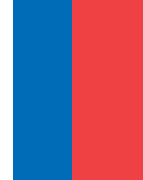
Regiones de Procedencia definidas por:

➤ Método Aglomerativo (*Pinus halepensis*)

➤ Método Divisivo



Fuente: Alía et al., 2005



País	Método Aglomerativo	Método divisivo regionalización monoespecífica	Método divisivo regionalización pluriespecífica
Alemania	No	Sí	Sí
Austria	No	No	Sí
Bélgica Flandes	No	Si	Sí
Bélgica Valonia	No	No	Sí
Dinamarca	No	No	1 región
España	Sí (1)	No	Sí (2)
Francia	No	Si	No
Gran Bretaña	No	No	Sí
Holanda	No	No	1 región
Irlanda	No	No	1 región
Italia	Sí (3)	Sí (4)	Si Sí (5)
Lituania	No	Sí (6)	Si
Noruega	No	No	Sí
Polonia	No	No	Sí
Rumania	No	Sí	No
Suecia	No	No	Sí

Fuente: Alía *et al.* 2013.



Especie	Clave ¹	Abrev ²	Método ³
<i>Abies alba</i> Mill.	031	Aal	A
<i>Abies cephalonica</i> Loud.	231	Ace	D
<i>Abies grandis</i> Lindl.	331	Agr	D
<i>Abies pinsapo</i> Boiss.	032	Apt	A
<i>Acer platanoides</i> L.	676	Api	D
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	576	Aps	D
<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.	054	Agf	D
<i>Alnus incana</i> Moench.	254	Ain	D
<i>Arbutus canariensis</i> Veill.	268	Aca	D
<i>Arbutus unedo</i> L.	068	Aun	D
<i>Betula alba</i> L. (=B. pubescens Ehrh.)	273	Bpu	D
<i>Betula pendula</i> Roth	373	Bpe	D
<i>Carpinus betulus</i> L.	098	Cbe	D
<i>Castanea sativa</i> Mill.	072	Csa	D
<i>Castanea sativa</i> Mill. (Híbridos artificiales)	721	Cas	D
<i>Cedrus atlantica</i> Carr.	017	Cat	D
<i>Cedrus libani</i> A. Richard.	317	Clt	D
<i>Fagus sylvatica</i> L.	071	Fsy	A
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	455	Fan	D
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	255	Fex	D
<i>Ilex aquifolium</i> L.	065	Iaq	D
<i>Juglans nigra</i> L.	275	Jni	D
<i>Juglans regia</i> L.	075	Jre	D
<i>Juglans</i> spp. (Híbridos artificiales y otras especies)	751	Jug	D
<i>Juniperus communis</i> L.	037	Jco	D
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	237	Jox	D
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	039	Jph	D
<i>Juniperus thurifera</i> L.	038	Jth	D
<i>Larix decidua</i> Mill.	351	Lde	D
<i>Larix x eurolepis</i> Henry	435	Lxu	D
<i>Larix kaempferi</i> Carr.	535	Lka	D
<i>Larix sibirica</i> Ledeb.	635	Lsi	D
<i>Olea europaea</i> Brot.	066	Oeu	D
<i>Phoenix canariensis</i> Hort.	069	Pcn	D
<i>Picea abies</i> Karst.	033	Pab	D
<i>Picea sitchensis</i> Carr.	332	Psi	D
<i>Pinus brutia</i> Ten.	224	Pbr	D
<i>Pinus canariensis</i> C. Smith.	027	Pca	A
<i>Pinus cembra</i> L.	220	Pce	D
<i>Pinus contorta</i> Loud.	320	Pco	D
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	024	Pha	A

Especie	Clave ¹	Abrev ²	Método ³
<i>Pinus leucodermis</i> Antoine.	325	Ple	D
<i>Pinus nigra</i> Arn.	025	Pni	A
<i>Pinus nigra</i> Arn. var. <i>corsicana</i>	253	Pni	D
<i>Pinus pinaster</i> Ait.	026	Ppa	A
<i>Pinus pinea</i> L.	023	Ppe	A
<i>Pinus radiata</i> D. Don.	028	Pra	D
<i>Pinus sylvestris</i> L.	021	Psy	A
<i>Pinus uncinata</i> Mill.	022	Pun	A
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	283	Pat	D
<i>Populus alba</i> L.	051	Pop	D
<i>Populus nigra</i> L.	058	Pop	D
<i>Populus tremula</i> L.	052	Pop	D
<i>Populus</i> spp. (Híbridos artificiales y otras especies)	258	Pop	D
<i>Prunus avium</i> L.	096	Pav	D
<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	034	Pme	D
<i>Quercus canariensis</i> Willd.	047	Qca	A
<i>Quercus cerris</i> L.	246	Qce	D
<i>Quercus coccoloba</i> L.	049	Qco	D
<i>Quercus faginea</i> Lam.	044	Qfa	A
<i>Quercus humilis</i> Mill. (=Quercus pubescens Willd.)	243	Qpu	A
<i>Quercus ilex</i> L.	045	Qil	A
<i>Quercus petraea</i> Liebl.	042	Qpe	A
<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	043	Qpy	A
<i>Quercus robur</i> L.	041	Qro	A
<i>Quercus rubra</i> L.	048	Qru	D
<i>Quercus suber</i> L.	046	Qsu	A
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	092	Rps	D
<i>Sorbus aria</i> Crantz.	278	Sar	D
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	378	Sau	D
<i>Tamarix gallica</i> L.	053	Tga	D
<i>Taxus baccata</i> L.	014	Tba	D
<i>Tetradlea articulata</i> Masters.	219	Tar	D
<i>Tilia cordata</i> Mill.	277	Tco	D
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	377	Tpl	D
<i>Ulmus glabra</i> Huds	256	Ugl	D
<i>Ulmus minor</i> Mill. (=Ulmus campestris L.)	056	Umi	D

● METODO AGLOMERATIVO
● MÉTODO DIVISIVO



Criterios para definir las regiones de procedencia

Criterios	Países												
	FR	AU	BE1	BE2	AL	GB	IT	LI	NO	PO	RU	ES	SU
Geografía													
Altitud													
Clima													
Suelo													
Crecimiento													
Fenología													
Información de ensayos													

FR: Francia; AU: Austria; BE1: Bélgica (Flandes); BE2: Bélgica (Valonia); AL: Alemania; GB: Gran Bretaña; IT: Italia; LI: Lituania; NO: Noruega; PO: Polonia; RU: Rumania; ES: España; SU: Suecia.

(Fuente: Adaptado de Alía *et al.*, 2009).

Variables para definición de regiones de procedencias

- Geomorfología
- Clima
- Suelo
- Vegetación
- Altitud

Vegetación

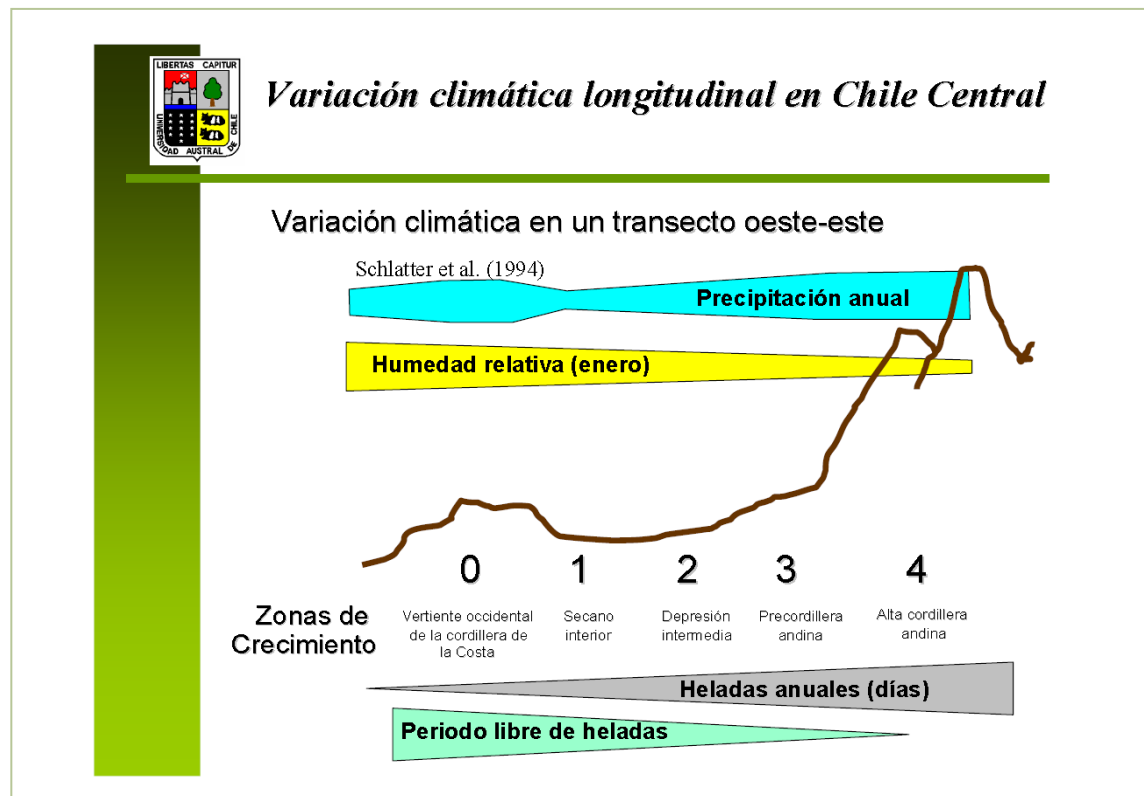
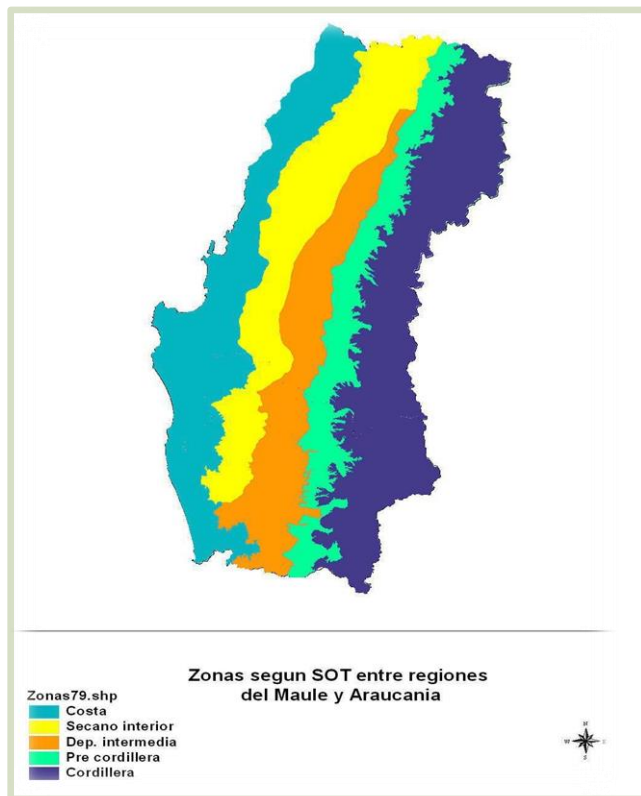
	FR	AU	BE	BE	AL	DI	GB	IT	IR	LIT	HO	NO	PO	RU	ES	SU
Criterios	1rp			1rp			1rp									
Información geográfica	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
Altitud	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	
Clima	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	
Suelo	x	x	x	x	(x)			x	x	x			x	x	x	
Información de marcadores neutrales	x			x				x							x	
Información de ensayos de campo	x						x	x	x	x			x		x	
Información de ensayos de vivero/phytotron								x		x					x	
Crecimiento	x		x		x			x	x	x			x		x	
Fenología	x		x		x			x	x	x			x			
Resistencia a patógenos y plagas			x		(x)		x									
Adaptación general	x		x		x		x	x	x	x		x	x	x	x	
Información																
Mapas	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
Información SIG	x			x			x	x	x	x			x	x	x	
Tablas descriptivas con características principales	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x	x	x	
Monografías disponibles	x			x			x	x		x			x		x	



MAPA DE ZONAS DE PROCEDENCIA (CHILE)

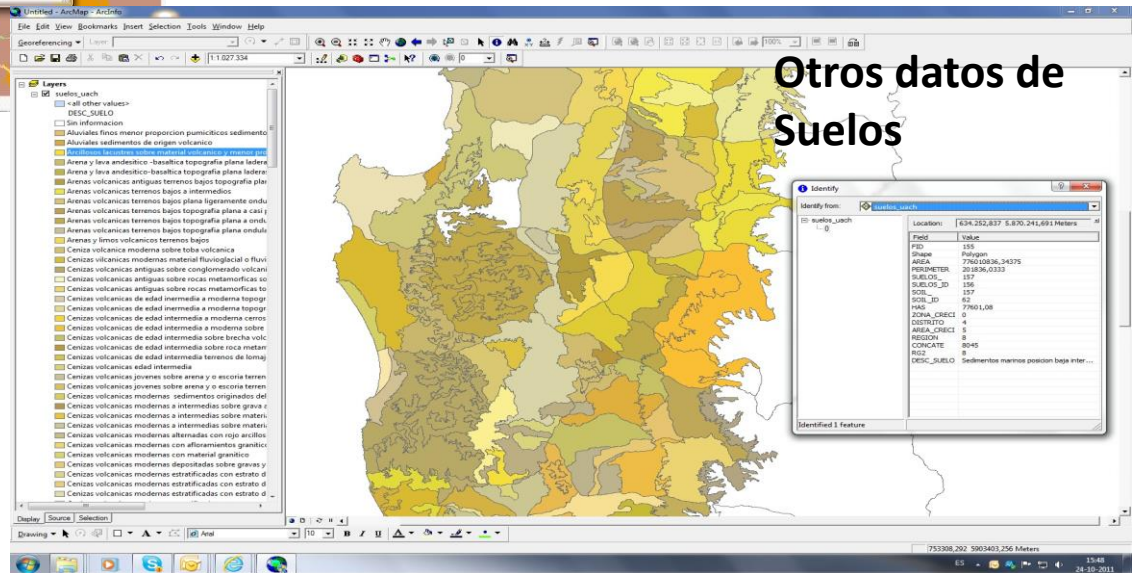
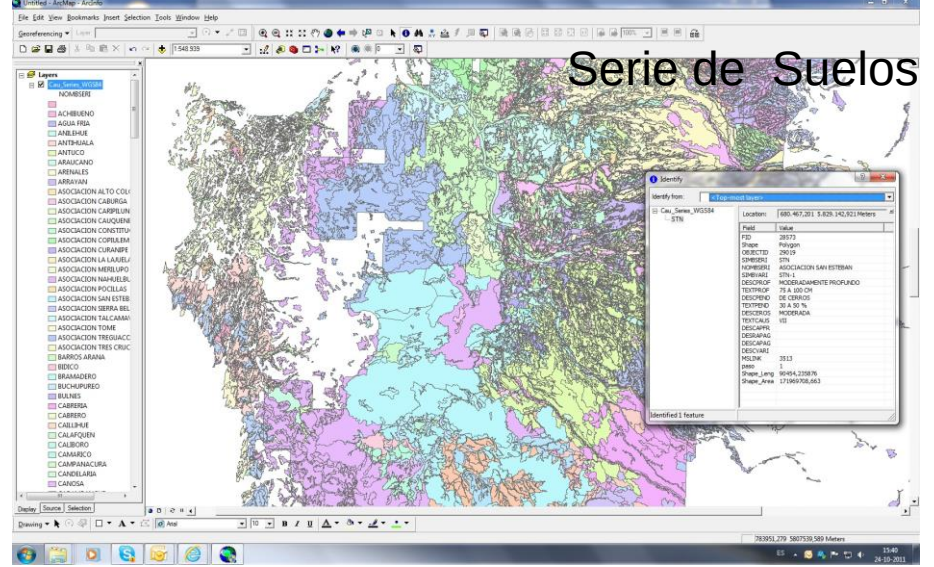
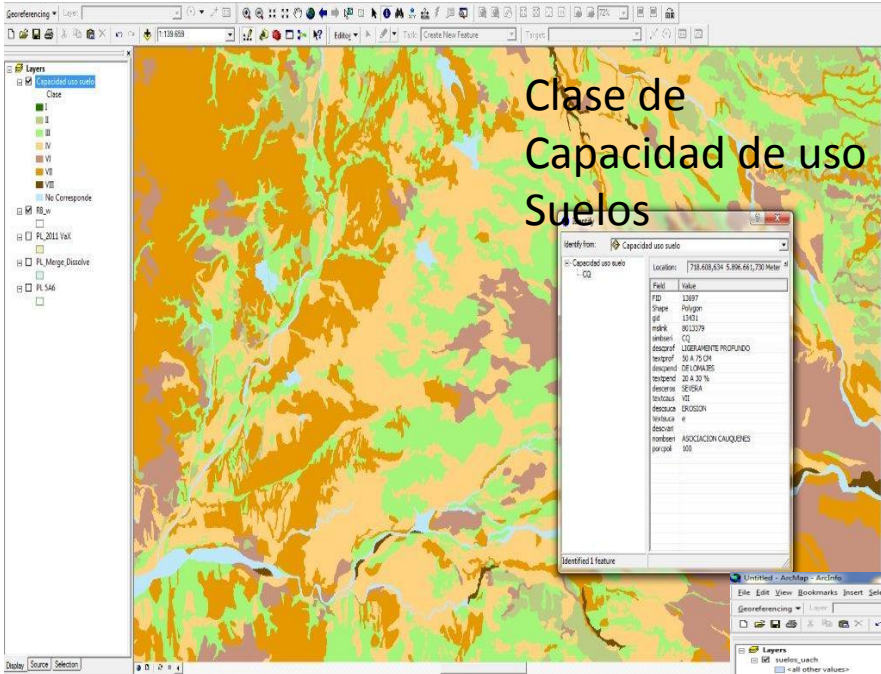
DEFINE 22 ZONAS DE PROCEDENCIA
EN BASE A MÉTODO DIVISIVO
ABARCA DESDE LIMITE NORTE DE REGIÓN DE COQUIMBO
HASTA REGIÓN DE MAGALLANES

Cartografía utilizada: Geomorfología



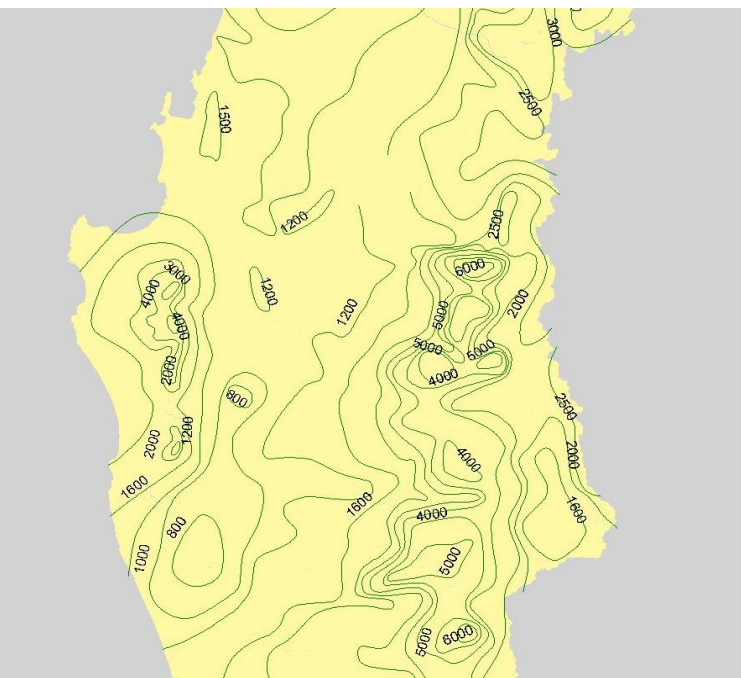
Sistema de ordenamiento de la tierra
Schlatter et al., 1994, 1995

Cartografía utilizada: suelos



Cartografía utilizada: Clima

Estaciones Metereológicas



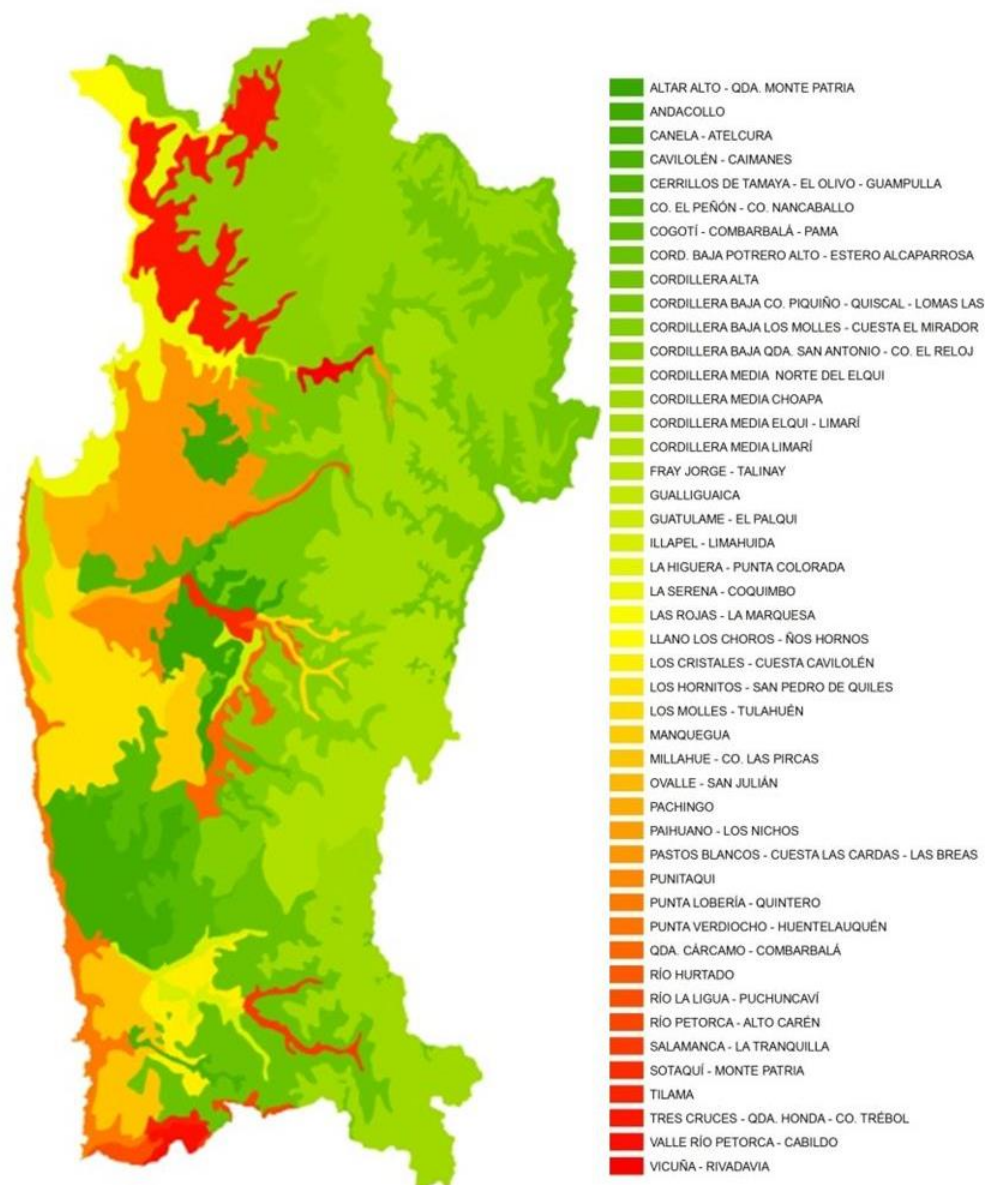
TIPO	DGA	DMCH	ENDESA	SAG	TOTAL
Pp	24	377	92	6	718
T°	84	99	22	4	209



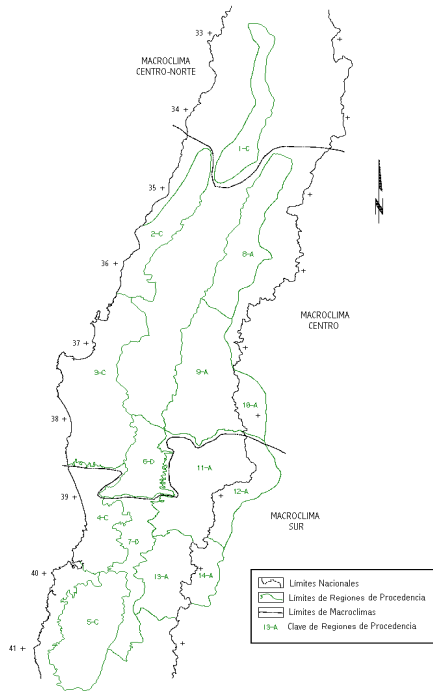
Distritos Agroclimáticos CIREN

VARIABLES CLIMATICAS

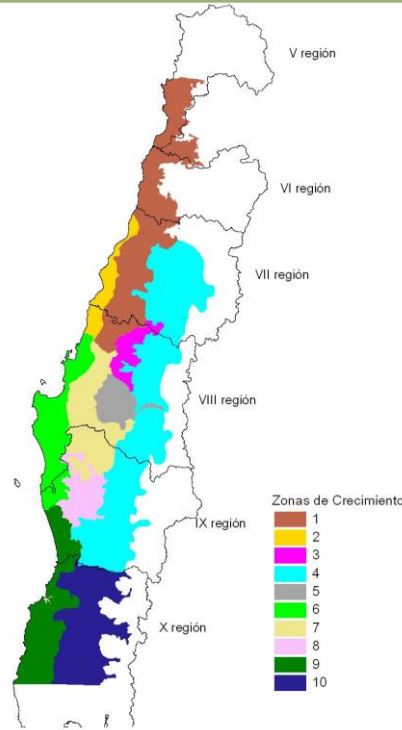
- 1 Período libre de heladas
- 2 Suma térmica meses de Septiembre-Febrero
- 3 Temperatura máxima mes de enero (Celsius)
- 4 Temperatura media meses Octubre-Marzo (Celsius)
- 5 Humedad relativa media meses Octubre-Marzo
- 6 Radiación solar Enero
- 7 Fecha primera helada con 20% probabilidad excedencia
- 8 Fecha primera helada con 50% probabilidad excedencia
- 9 Fecha última helada con 20% probabilidad excedencia
- 10 Fecha última helada con 50% probabilidad excedencia
- 11 Mes de inicio período receso vegetativo
- 12 Mes término período receso vegetativo
- 13 Horas de frío anuales
- 14 Temperatura mínima del mes de Julio (Celsius)
- 15 Temperatura media meses Junio-Agosto (Celsius)
- 16 Humedad relativa media meses Junio-Agosto
- 17 Radiación solar mes de Julio
- 18 Mes de inicio período seco
- 19 Mes término período seco
- 20 Déficit hídrico meses Octubre-Marzo
- 21 Precipitación período Diciembre-Febrero
- 22 Evapotranspiración potencial meses Diciembre-Febrero
- 23 Índice de humedad, período Diciembre-Febrero
- 24 Mes de inicio período húmedo
- 25 Mes término período húmedo
- 26 Excedente hídrico
- 27 Precipitación período Junio-Agosto
- 28 Evapotranspiración período Junio-Agosto
- 29 Índice de humedad período Junio-Agosto



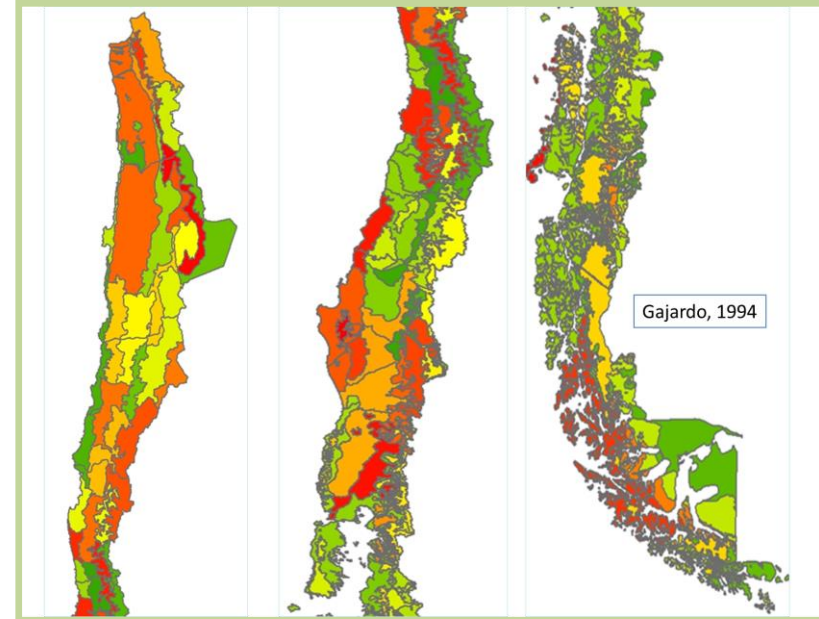
Cartografía disponible: Vegetación



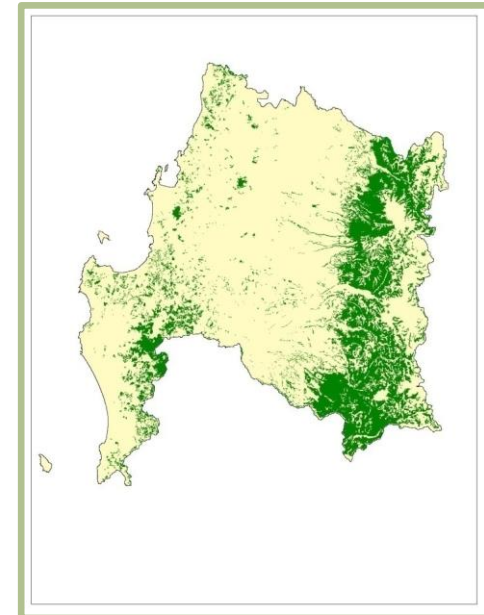
Regiones de Procedencia Roble y Raulí (Vergara *et al.*, 1998)



Zonas de crecimiento empresas forestales



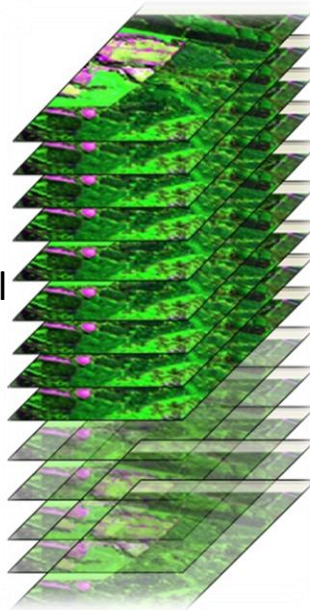
Clasificación vegetal (Gajardo, 1994)



Catastro Bosque Nativo (CONAF)

Integración de coberturas y elaboración de mapa

- Distritos agroclimáticos (CIREN)
- Estaciones Meteorológicas
- Isoyetas (Dirección General de aguas)
- Series de Suelos
- Zonas de Crecimiento (o productividad) forestal
- Ordenamiento suelos Schlatter (UACH)
- Zonas de procedencia Ro-Ra (Vergara)
- Catastro Bosque Nativo
- Formaciones vegetales (R. Gajardo)



Unificación coberturas (Datum WGS84)
Traslape y procesamiento con tecnología SIG



Consideraciones prácticas

- Zonas geográficamente continuas, con límites definidos y distinguibles.
- Evitar una fragmentación que produzca un número excesivo de unidades.

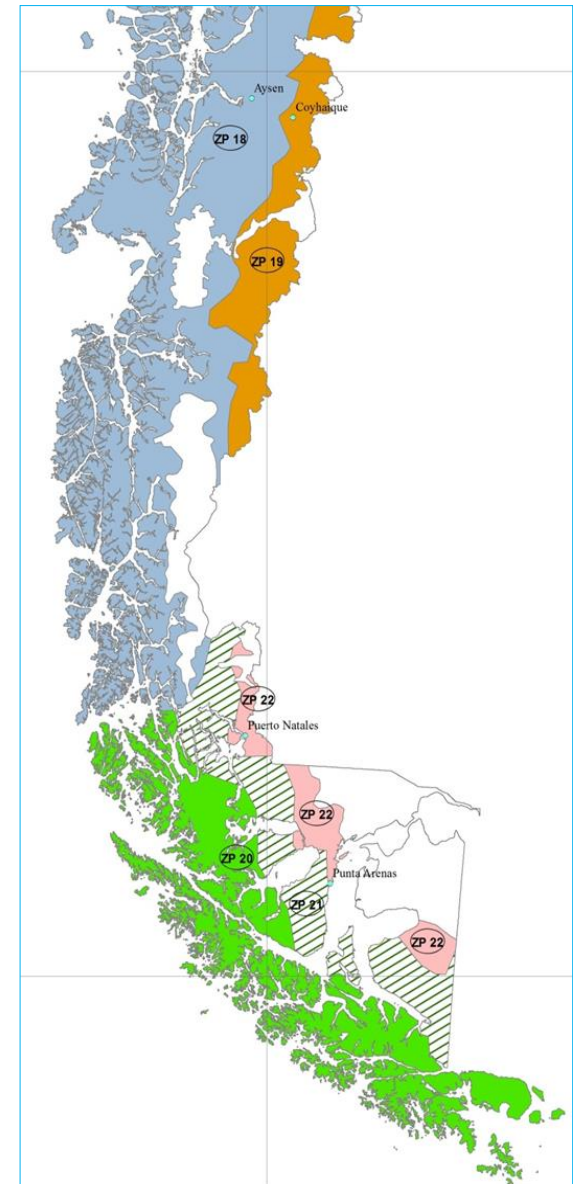
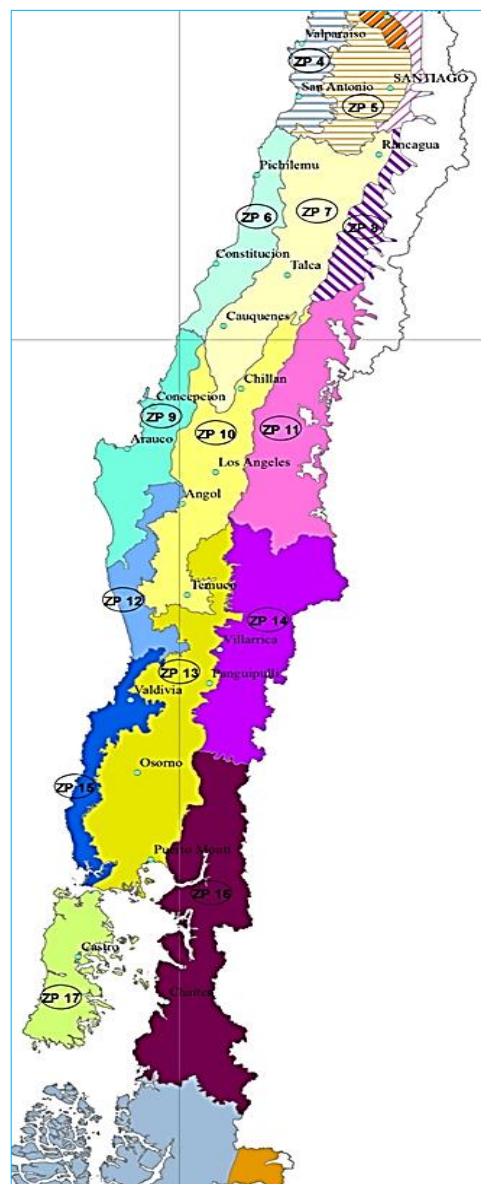


Validación con expertos

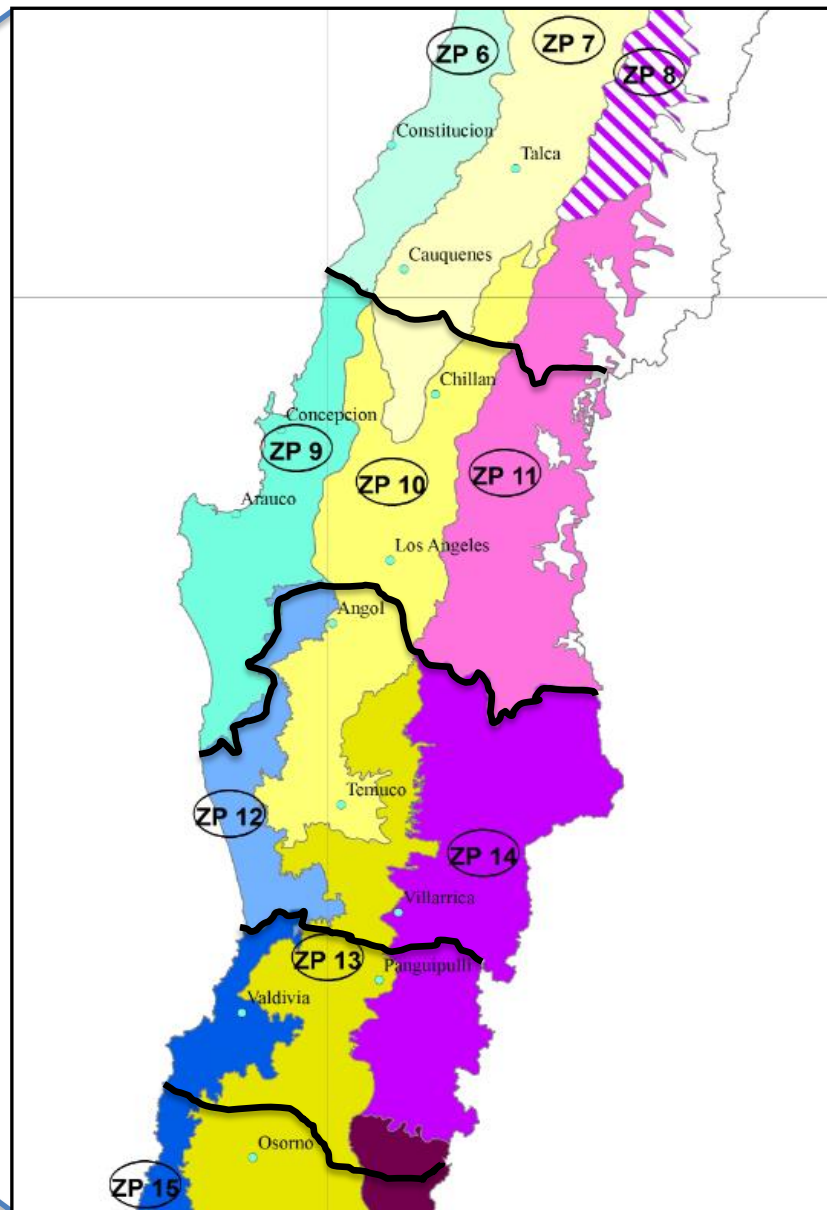
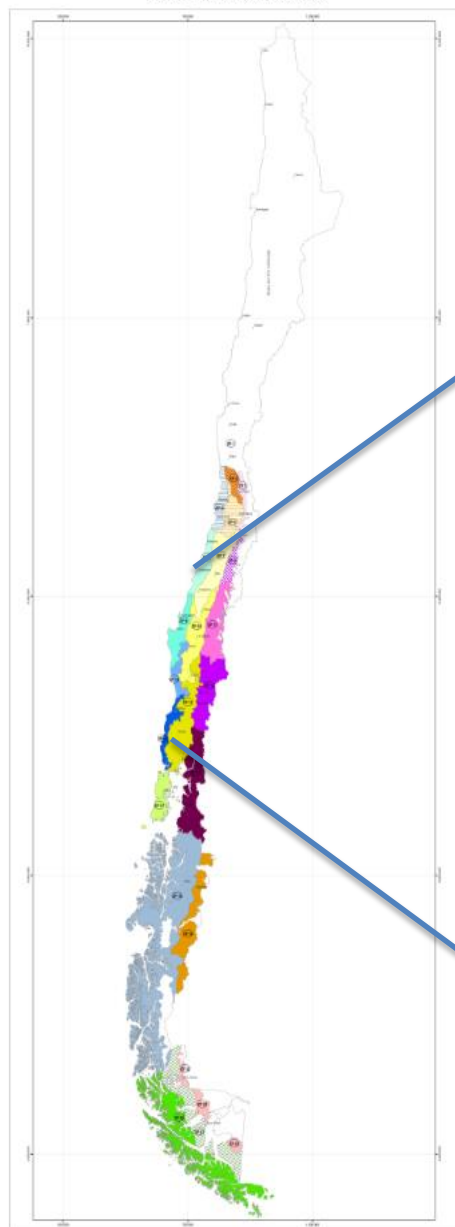


Mapa de zonas de procedencia para especies nativas

Mapa de Zonas de Procedencia



PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS



CODIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
ZP-1	ZONA SIN CLASIFICAR	
ZP-2	VALLES DEL NORTE CHICO	Límites 31°53'S 71°16'W, 33°04'S 70°40'W; depresión intermedia regiones de Coquimbo y Valparaíso; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia del tipo forestal Lenga; descripción del suelo: roca metamórfica micaesquistica en terrenos de cerro y valles sedimentarios, cenizas volcánicas antiguas sobre roca metamórfica.
ZP-3	TUPUNGATO	Límites 32°05'S 70°48'W, cordillera y cordillera de Los Andes región de Los Lagos; altitudes entre 0 y 1200 msnm; rango de precipitación media anual 3501-4000 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Ciprés de la cordillera; descripción del suelo: cenizas volcánicas modernas sobre arena, y escoria volcánica sobre grava pumicíticas; arena y lava andesítico-basáltica en topografía plana y ladera de cerros.
ZP-4	LITORAL CENTRAL	Límites 32°07'S 71°31'W, depresión intermedia región de Valparaíso; altitud entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia del tipo forestal Esclerófilo.
ZP-5	RIO MAIPO	Límites 32°21'S 71°13'W, depresión intermedia región Metropolitana; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Ciprés de la cordillera; descripción del suelo: roca metamórfica micaesquistica en terrenos de cerro y valles sedimentarios, cenizas volcánicas antiguas sobre roca metamórfica.
ZP-6	COSTA HUASA	Límites 33°55'S 71°50'W, depresión intermedia regiones O'Higgins y Maule; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Ciprés de la cordillera; descripción del suelo: roca metamórfica micaesquistica en terrenos de cerro y valles sedimentarios, cenizas volcánicas antiguas sobre roca metamórfica.
ZP-7	VALLE DEL VINO	Límites 34°01'S 71°35'W, depresión intermedia región de Valparaíso; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Ciprés de la cordillera; descripción del suelo: roca metamórfica micaesquistica en terrenos de cerro y valles sedimentarios, cenizas volcánicas antiguas sobre roca metamórfica.
ZP-8	PLANCHÓN	Límites 33°55'S 71°34'W, cordillera y cordillera de Los Andes región de Los Lagos; altitudes entre 0 y 1200 msnm; rango de precipitación media anual 3501-4000 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Ciprés de la cordillera; descripción del suelo: cenizas volcánicas modernas sobre arena, y escoria volcánica sobre grava pumicíticas; arena y lava andesítico-basáltica en topografía plana y ladera de cerros.
ZP-9	GOLFO DE ARAUCO	Límites 36°01'S 72°46'W, 38°27'S 73°17'W; costa región del Biobío; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Esclerófilo, Roble-Hualo, Ciprés de la cordillera; descripción del suelo: sedimentos marinos intermedios, rocas graníticas en terrenos topográficos volcánicas en terreno ondulados, cenizas volcánicas modernas sobre arena, y escoria volcánica sobre grava pumicíticas; arena y lava andesítico-basáltica en topografía plana y ladera de cerros.
ZP-10	SALTO DEL LAJA	Límites 36°09'S 72°31'W, depresión intermedia regiones del Biobío y Los Lagos; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Ciprés de la cordillera; descripción del suelo: cenizas volcánicas modernas sobre arena, y escoria volcánica sobre grava pumicíticas; arena y lava andesítico-basáltica en topografía plana y ladera de cerros.
ZP-11	NEVADOS DE CHILLÁN	Límites 35°21'S 70°28'W, cordillera y cordillera de Maule y Biobío; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Ciprés de la cordillera; descripción del suelo: cenizas volcánicas modernas sobre arena, y escoria volcánica sobre grava pumicíticas; arena y lava andesítico-basáltica en topografía plana y ladera de cerros.
ZP-12	NAHUEL BUTA	Límites 37°38'S 73°04'W, interior región de la Araucanía; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Ciprés de la cordillera; descripción del suelo: cenizas volcánicas modernas sobre arena, y escoria volcánica sobre grava pumicíticas; arena y lava andesítico-basáltica en topografía plana y ladera de cerros.
ZP-13	VALLE DE LOS COLONOS	Límites 37°59'S 72°10'W, depresión intermedia regiones de Los Lagos y Los Ríos; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Ciprés de la cordillera; descripción del suelo: cenizas volcánicas modernas sobre arena, y escoria volcánica sobre grava pumicíticas; arena y lava andesítico-basáltica en topografía plana y ladera de cerros.
ZP-14	VILLARRICA	Límites 37°59'S 72°08'W, cordillera y cordillera de Araucanía y Los Ríos; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Ciprés de la cordillera; descripción del suelo: cenizas volcánicas modernas sobre arena, y escoria volcánica sobre grava pumicíticas; arena y lava andesítico-basáltica en topografía plana y ladera de cerros.
ZP-15	COSTA VALDIVIA-ZARAO	Límites 39°18'S 72°51'W, 41°45'S 73°38'W; costa regiones de Los Ríos y Los Lagos; altitudes entre 0 y 700 msnm; rango de precipitación media anual 2001-2500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Alerce, Coihue de Magallanes y Roble-Raulí-Coihue; descripción del suelo ubicado en esta zona: roca metamórfica micaesquistica en terrenos de cerro y valles sedimentarios, cenizas volcánicas antiguas sobre roca metamórfica.
ZP-16	HORNOPIRÉN	Límites 40°21'S 72°27'W, 44°01'S 71°46'W; pre cordillera y cordillera de Los Andes región de Los Lagos; altitudes entre 0 y 1200 msnm; rango de precipitación media anual 3501-4000 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Coihue-Raulí-Tepa, Lenga, Alerce y Ciprés de la cordillera; descripción de suelos: cenizas volcánicas modernas sobre arena, y escoria volcánica sobre grava pumicíticas; arena y lava andesítico-basáltica en topografía plana y ladera de cerros.
ZP-17	CHILOÉ	Límites 41°48'S 74°01'W, 43°25'S 73°48'W; costa región de Los Lagos; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 2001-2500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Alerce, Ciprés de las Guaitecas.
ZP-18	CANALES PATAGÓNICOS	Límites 44°04'S 71°53'W, 51°38'S 75°16'W; costa y cordillera de Los Andes regiones de Aysén y Magallanes; altitudes entre 500 y 2000 msnm; rango de precipitación media anual sobre los 3500 mm; presencia de tipos forestales Lenga, Siempreverde, Ciprés de las Guaitecas, Coihue de Magallanes.
ZP-19	CERRO CASTILLO	Límites 44°27'S 71°13'W, 48°56'S 72°52'W; vertiente oriental de la cordillera de Los Andes región de Aysén; altitudes entre 600 y 1500 msnm; rango de precipitación media anual sobre los 3500 mm; presencia del tipo forestal Lenga.
ZP-20	KAWESKAR	Límites 51°46'S 75°03'W, 55°13'S 66°28'W; costa y cordillera de Los Andes región de Magallanes; altitudes entre 0 y 400 msnm; rango de precipitación media anual entre 2001 y 3500 mm; presencia de tipos forestales Lenga y Ciprés de las Guaitecas.
ZP-21	TORRES DEL PAINE	Límites 50°46'S 73°03'W, 54°52'S 68°37'W; vertiente oriental de la cordillera de Los Andes región de Magallanes; altitudes entre 100 y 1000 msnm; rango de precipitación media anual entre 500 y 2000 mm; presencia de tipos forestales Lenga y Coihue de Magallanes.
ZP-22	MILODÓN Y TIERRA DEL FUEGO	Límites 50°44'S 72°48'W, 53°39'S 68°37'W; vertiente oriental de la cordillera de Los Andes y pampas región de Magallanes; altitudes entre 100 y 600 msnm; rango de precipitación media anual inferior a los 500 mm; presencia del tipo forestal Lenga.

QUE ES Y QUE NO ES UNA ZONA DE PROCEDENCIA

ES:

➤ Un área de relativa homogeneidad ecológica y ambiental en la que se asume se desarrollan poblaciones con características fenotípicas o genéticas similares.

➤ Una unidad concebida para identificar el origen de las semillas para regular su producción comercio y certificación.

➤ Su Objetivo:
Proporcionar información para
EVITAR ABERRACIONES EN EL MOVIMIENTO y USO DE SEMILLAS FORESTALES NATIVAS

NO ES:

➤ Una división de unidades genéticas para una especie. No es un indicativo de diferenciación genética de una especie entre zonas de procedencias (En muchas ocasiones las regiones se establecen antes de tener una información detallada de la variación genética de las especies).

➤ Un sustituto de clasificaciones vegetacionales o ecológicas.

➤ Una zona de utilización (el sitio donde estas regiones se pueden utilizar).

➤ Un zona genética



OTROS ENFOQUES

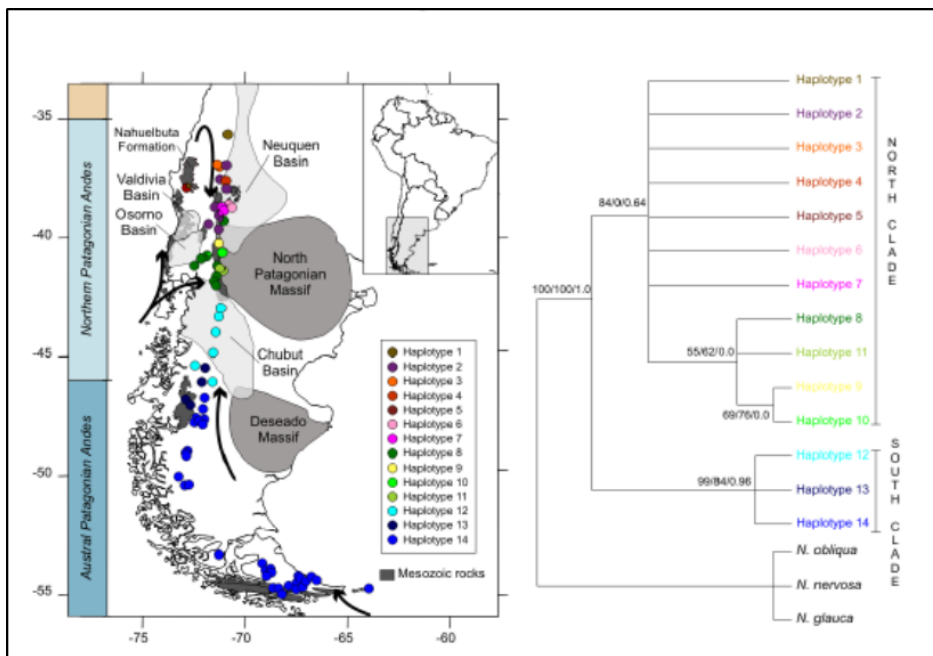
- **ZONAS GENÉTICAS (MM)**
- **ZONIFICACIÓN PARA CLIMA FUTURO (CC)**

ZONAS GENÉTICAS >< REGIONES DE PROCEDENCIA

Una Zona Genética es un grupo de poblaciones naturales con continuidad geográfica que guardan **CIERTA SIMILITUD GENÉTICA VERIFICADA CON MARCADORES GENÉTICOS**.

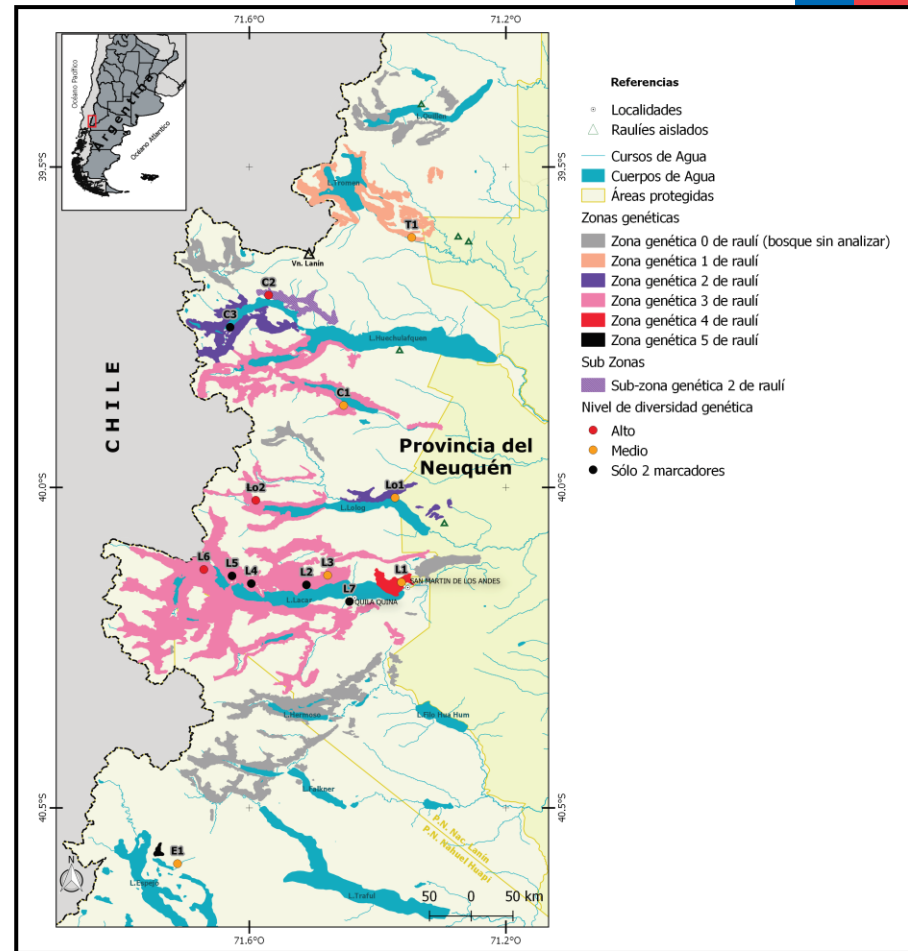


Las zonas genéticas son una **INSTANCIA PREVIA** a la definición de regiones de procedencia, donde además se incorpora información sobre la respuesta adaptativa del material, a partir de la evaluación del mismo o asumida en función de las condiciones ambientales homogéneas de la zona.



ZG lenga (marcadores de ADN de cloroplastos)

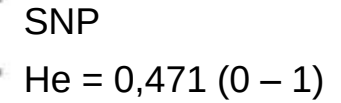
Fuente: Mathiasen y Premoli, 2010



ZG raulí (marcadores nucleares microsatélites; marcadores de ADN de cloroplastos; isoenzimas)

Fuente: Azpilicueta, M. y Marchelli, P. (Eds). 2016

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



AFLP

He = 0,270 (0 – 0,5)

ZG Coigüe (SNP, AFLP)

Fuente: Hasbún, 2015

ZONIFICACIÓN PARA CLIMA FUTURO



Cambio
Climático



Alteración en la
distribución de
las especies

- **Extinción** local donde las condiciones ambientales no sean las adecuadas;
- **Adaptación**, donde las condiciones ambientales lo permitan;
- **Migración** hacia sitios más cercanos al óptimo ecológico.



Modificación de las
regiones de procedencia

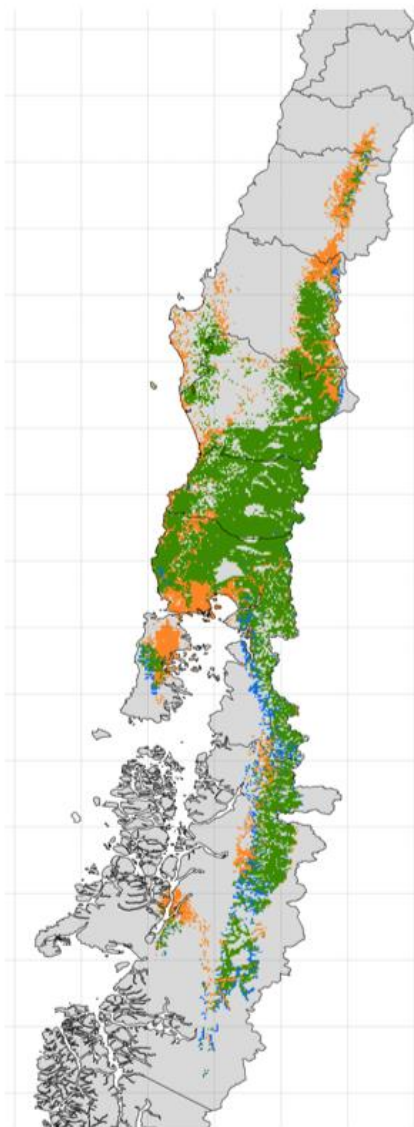
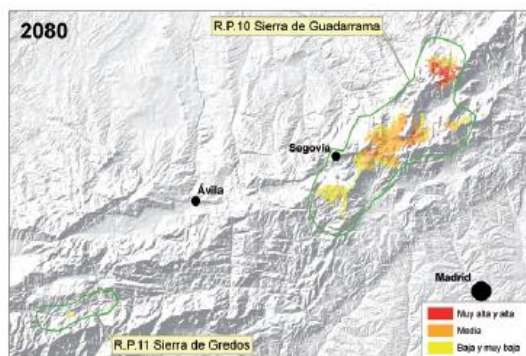
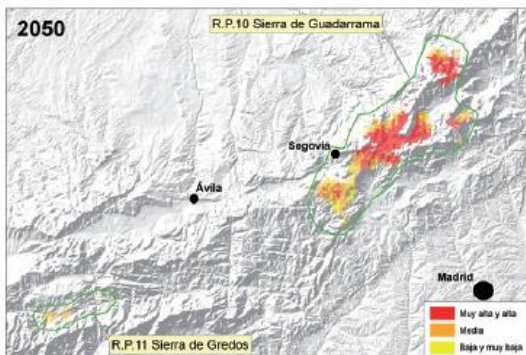
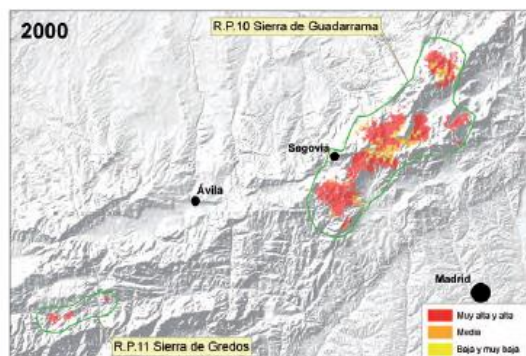


Modelamiento de nicho ecológico
(predicción de distribución futura de especies según pronósticos o escenarios de cambio climático)

Información de **interacción genotipo ambiente de ensayos de progenie-procedencia** replicados en diversos sitios.

Ayudan a identificar fuentes de semilla apropiadas para un sitio en particular y el rango donde tales semillas pueden moverse sin pérdidas significativa de adaptación (límite de tolerancia ecológica)





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.

Fuente: Hasbún, 2015

Figura 13. Cambios en la idoneidad climática de las actuales masas de *Pinus sylvestris* L. del Sistema Central en las Regiones de Procedencia 10 y 11 según el escenario de cambio climático B2 (IPCC, 2000).

Fuente: Alía *et al.*, 2009

¿¿¿¿¿MOVER O NO MOVER SEMILLAS ENTRE REGIONES DE PROCEDENCIA????



2 enfoques:

- **Regiones de Utilización (García del Barrio *et al.*, 2005)**
- **Acervos Genéticos de Restauración (Jones, 2003; Jones y Monaco, 2007)**

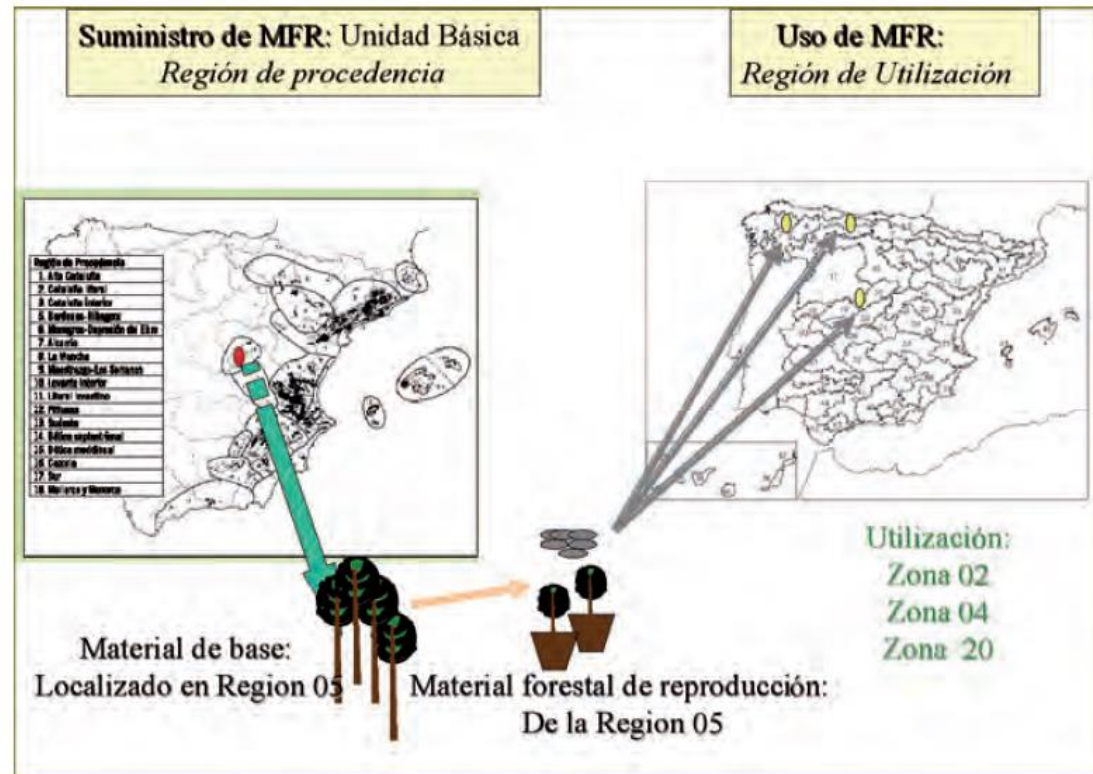


REGIONES DE UTILIZACIÓN

Puede ocurrir que:

Territorios y regiones geográficamente alejados tengan características ecológicas o respuestas fenotípicas similares, para un material procedente de la misma región de procedencia.

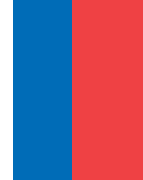
Materiales de regiones muy distintas produzcan masas muy productivas o bien adaptadas.





- **Utilizar la fuente local si no se dispone de información que justifique el uso de otra mejor.**
- No trasladar material de zonas de clima mediterráneo a otras de clima continental;
- No trasladar material de regiones de climas uniformes (poca fluctuación) respecto de otras con grandes oscilaciones climáticas, aún cuando los promedios sean similares.
- No trasladar material a zonas con diferencias de altitud mayores a 400 m.





ACERVOS GENÉTICOS DE RESTAURACIÓN

Dependiendo de su proximidad o identidad genética con la población objetivo, Jones (2003) y Jones & Mónaco (2007) definen 4 acervos genéticos posibles para restauración; desde el más parecido al material local (Acervo primario), hasta el más distante (Acervo cuaternario).

Primario	Alta identidad genética con población objetivo. Incluye sólo material local y de poblaciones conectadas mediante flujo génico.	Local - Misma zona de procedencia
Secundario	Cuando no se dispone de primario. Corresponde a semillas colectada desde poblaciones de la misma especie pero no conectadas mediante flujo génico con la población objetivo	Misma u Otra zona de procedencia
Terciario	Especies o grupos taxonómicos relacionados con los del sitio objetivo, o híbridos entre aquellos y estos	
Cuaternario	Considera especies o grupos taxonómicos que puedan cumplir papeles similares en la estructura y función ecosistémica que aquellos desempeñados por las especies de la población objetivo	

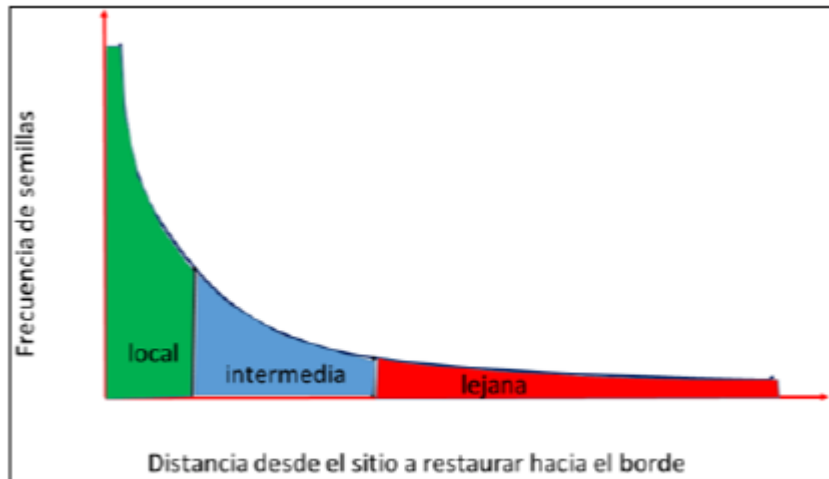




Reconoce diferencia entre identidad genética y potencial de adaptación.

El material local (acervo primario) es muy escaso o con poca variabilidad genética, o ya no es adecuado para repoblar el sitio degradado.

Se debe usar o complementar con semilla de fuentes no locales (acervos 2rio, 3rio o 4rio) con potencial de adaptación



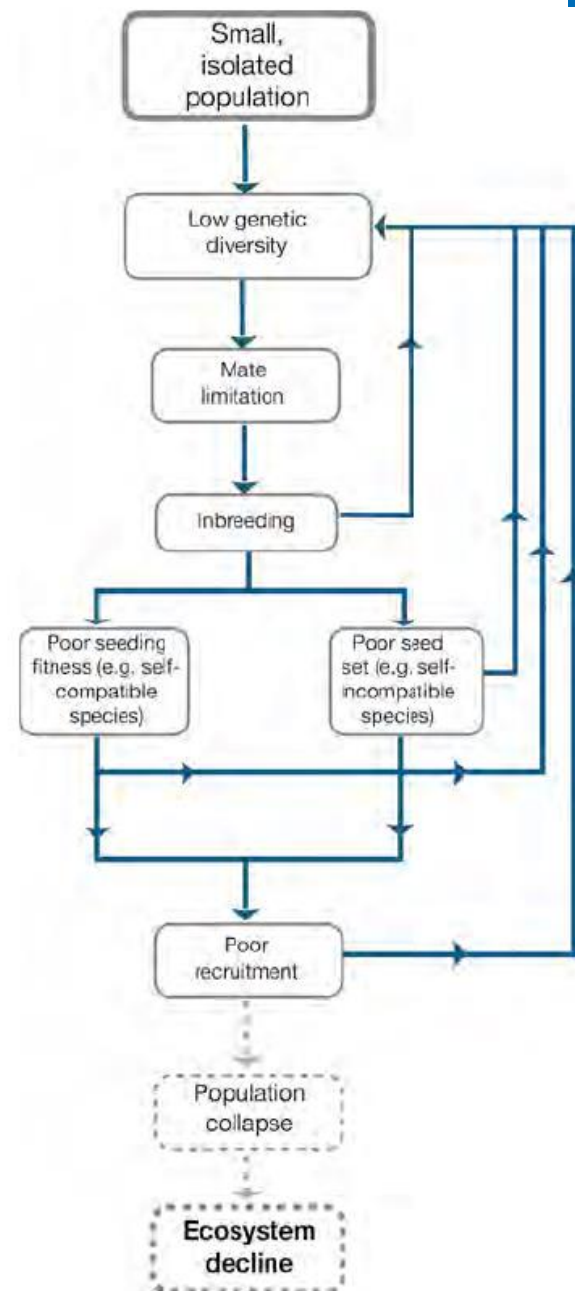
(Fuente: Lowe, 2010)



Local seed sources may not produce restoration-quality seed

The loss of diversity at genes of major effect may also require sourcing of seed from non-local populations.

Fuente: Broadhurst y Boshier. 2014



CONCLUSIONES

- Precaución con movimiento de semillas
- Definición de regiones de procedencias es necesaria
- Distintas opciones de zonificación desde lo inmediato a lo ideal
- El material local no siempre es el mas adecuado
- La distribución de las especies es un fenómeno dinámico que se altera y acelera con el cambio climático, luego la definición de zonas de procedencias también es temporal.



CURSO INTERNACIONAL

**REHABILITACION DE BOSQUES CHILENOS
PRINCIPIOS GENÉTICOS**

INICIATIVA 20X20 Y DESAFÍO DE BONN
Chillán, 2 de Noviembre 2017



**Ministerio de
Agricultura**

Gobierno de Chile

GRACIAS

REFERENCIAS:

- **Alía, R., Alba, N., Agúndez, D., Iglesias, S. (coord.) 2005.** Manual para la comercialización y producción de semillas y plantas forestales. Materiales de base y de reproducción. Serie Forestal. DGB. Madrid. 384 pp.
- **Alía, R.; Mancha, J.; Sánchez de Ron, D.; Barba, D.; Climent, J.; García del Barrio, J.; Eduardo Notivol, E. e Iglesias, S. 2013.** Las Regiones de Procedencia de las especies forestales en Europa. Foresta N° 46: 44-48.
- **Alía, R.; García del Barrio, J.; Iglesias, S. ; Mancha, J.; de Miguel, J.; Peragón, J.; Pérez, F. y Sánchez del Ron, D. 2009.** Regiones de procedencia de especies forestales en España. CIFOR-INIA. Dpto. Sistemas y Recursos Forestales. Madrid, España. 363 p.
- **Azpilicueta, M. y Marchelli, P. (Eds).2016.** Zonas genéticas de raulí y roble pellín en Argentina: Herramientas para la conservación y el manejo de la diversidad genética. Ediciones INTA, 1ra. Ed. Bariloche, Río Negro. 50 p.
- **Broadhurst, L. y Boshier, D. 2014.** Seed provenance for restoration and management: conserving evolutionary potential and utility. En: Bozzano, M., Jalonen, R., Thomas, E., Boshier, D., Gallo, L., Cavers, S., Bordács, S., Smith, P. & Loo, J., eds. 2014. *Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species*. State of the World's Forest Genetic Resources. Thematic Study. Rome, FAO and Bioversity International. 281 p.
- **García del Barrio, J.; De Miguel, J.; Alía, R. e Iglesias, S., 2005.** Regiones de identificación y utilización de material forestal de reproducción. Serie cartográfica. Secretaría general del medio ambiente. Dirección general de conservación de la naturaleza. España. 293 p.
- **Hasbún, R. 2015.** Estudio de caso N° 4: Conservación de coigüe. Presentación en Curso internacional de conservación de recursos genéticos forestales. INFOR FIA. Valdivia 21 al 25 de septiembre de 2015.
- **Jones, T. 2003.** The Restoration Gene Pool Concept: Beyond the Native Versus Non-Native Debate. Restoration Ecology Vol. 11 N° 3, pp. 281-290.
- **Jones, T. y Monaco, T. A. 2007.** Restoration Practitioner's Guide to the Restoration Gene Pool Concept. Ecological Restoration 25:1. March 2007 pp. 12-19.
- **Lowe, A J., 2010.** Composite provenancing of seed for restoration: progressing the 'local is best' paradigm for seed sourcing. The State of Australia's Birds 2009: restoring woodland habitats for birds. Compiled by David Paton and James O'Conner. Supplement to Wingspan 20(1) March.
- **Mathiasen, P. y Premoli, A. 2010.** Out in the cold: genetic variation of *Nothofagus pumilio* (*Nothofagaceae*) provides evidence for latitudinally distinct evolutionary histories in austral South America. Molecular Ecology 19: 371–385.
- **Schlatter, J.; Gerding, V. y Adriaola, J., 1994.** Sistema de ordenamiento de la tierra. Herramienta para la planificación forestal aplicada a las Regiones VII, VIII y IX. Serie Técnica, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 114 p.
- **Schlatter, J.; Gerding, V. y Huber, H., 1995.** Sistema de ordenamiento de la tierra. Herramienta para la planificación forestal aplicada a la X Región. Serie Técnica, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 93 p.
- **Vergara, R.; Ipinza, R.; Donoso, C. y Grosse, H., 1998.** Definición de zonas de procedencias de roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) y raulí (*Nothofagus alpina* (Poep. et Endl.) Oerst.). Estado de avance. En: Primer Congreso Latinoamericano IUFRO, "El manejo Sustentable de los Recursos Forestales, Desafío del Siglo XXI". Valdivia, 22 al 28 de noviembre de 1998