

**SEMINARIO:
PLANTACIONES FORESTALES EN EL
NUEVO CICLO DE DESARROLLO
FORESTAL**

Concepción, 30 y 31 Agosto de 2017

**Un nuevo modelo silvícola para
la recuperación productiva del
bosque siempreverde:
Plantaciones mixtas con
especies nativas, en Valdivia**



Ministerio de
Agricultura

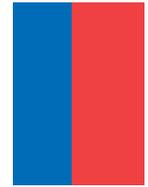
Gobierno de Chile

Roberto Ipinza
Braulio Gutiérrez
María Molina
German Clasing
Patricio Rojas

Carlos Magni
Jonathan Urrutia
Celso Navarro
José Cabello
Jorge Gonzalez
Paulo Kageyama (QEPD)†



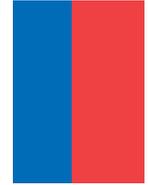
Índice



- Introducción y objetivos
- Modulo 1: Marco conceptual
- Modulo 2: Ecosistema de Referencia
- Modulo 3: Semillas
- Módulo 4: Habilitación de Quilantales
- Modulo 5: Diseño y Establecimiento de ensayos
- Modulo 6: Monitoreo



Introducción y Objetivo

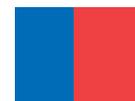


- El estudio postula que cuando un bosque ha perdido su estructura, la única manera de recuperar su nivel de productividad y asegurar su potencial evolutivo es mediante la recuperación de la **variabilidad genética**. En el corto plazo esto se consigue mediante la definición del **Ecosistema de Referencia**, el establecimiento de **Rutas Semilleras**, para plantar las **Líneas de Biodiversidad** las que **permitirán** recuperar el potencial productivo de estos bosques.
- Entonces, para llevar a cabo el presente estudio se consideró desarrollar:
 - Módulo 1. Marco conceptual
 - Módulo 2. Ecosistema de Referencia
 - Módulo 3. Semillas
 - Módulo 4. Habilitación de Quilantales
 - Módulo 5. Diseño y Establecimiento de ensayos
 - Módulo 6. Monitoreo.

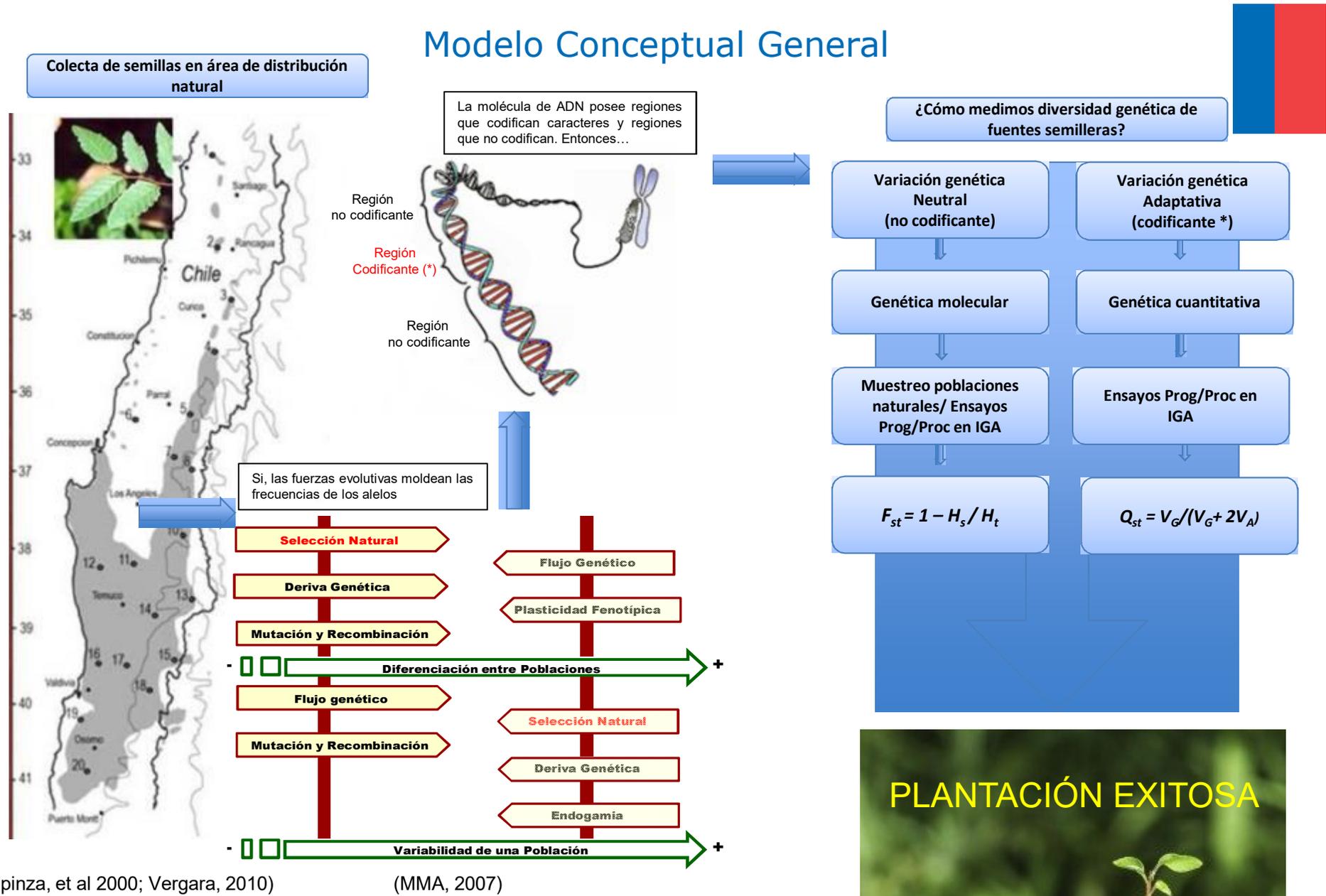


Figura. Vista área de un quilantal de un bosque siempreverde, Valdivia, XIV Región de Los Ríos. Imagen obtenida por drones (Gentiliza del Dr. Dante Corti G.).

Modulo 1. Marco Conceptual.

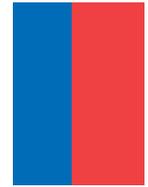


Modelo Conceptual General



F_{st} = Diferenciación de poblaciones con regiones del ADN no codificantes (variación neutral).
 Q_{st} = Diferenciación de poblaciones con regiones (genes) del ADN codificantes (variación adaptativa*)
 (*) = Aunque **No** todas las regiones codificantes, están necesariamente bajo selección, por lo que la característica que codifique no necesariamente será adaptativa

Definiciones Conceptuales (FAO)

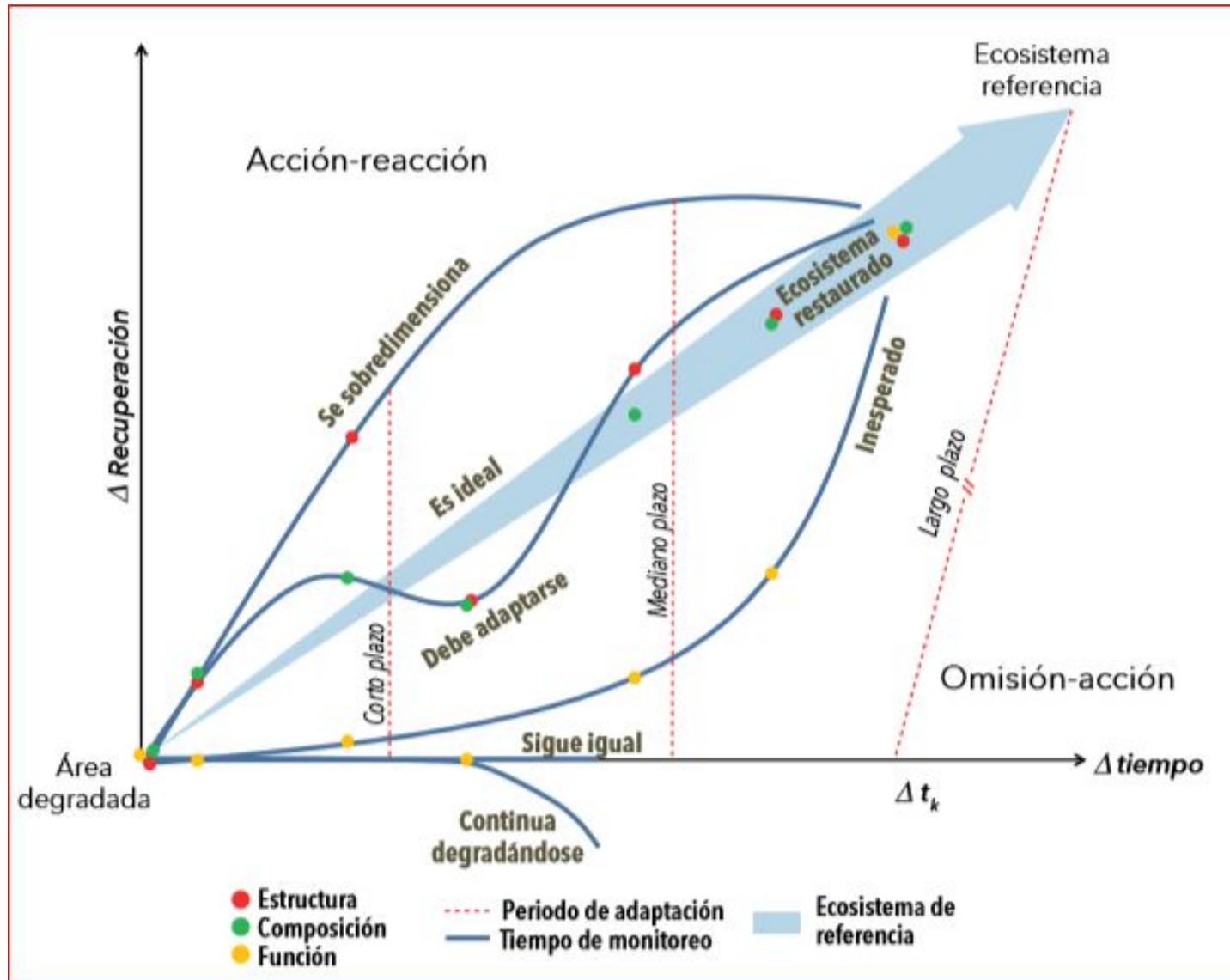
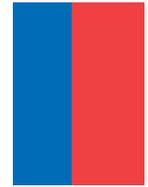


- El objetivo de la **restauración forestal** es devolver un bosque degradado a su estado original, esto es, restablecer la estructura, la productividad y la diversidad de las especies del bosque que en teoría estaban presentes originariamente en un lugar.
- El objetivo de la **rehabilitación forestal** es restablecer la capacidad de tierras forestales degradadas para suministrar productos y servicios forestales. La rehabilitación forestal restablece la productividad original del bosque y algunas, pero no necesariamente todas, de las especies de plantas y animales, que en un principio estaban presentes en el lugar.

Fuentes: <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-restoration-and-rehabilitation/basic-knowledge/es/>



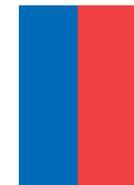
Monitoreo Permanente



Fuentes: Mauricio Aguilar-Garavito Wilson Ramírez Editores, 2015.



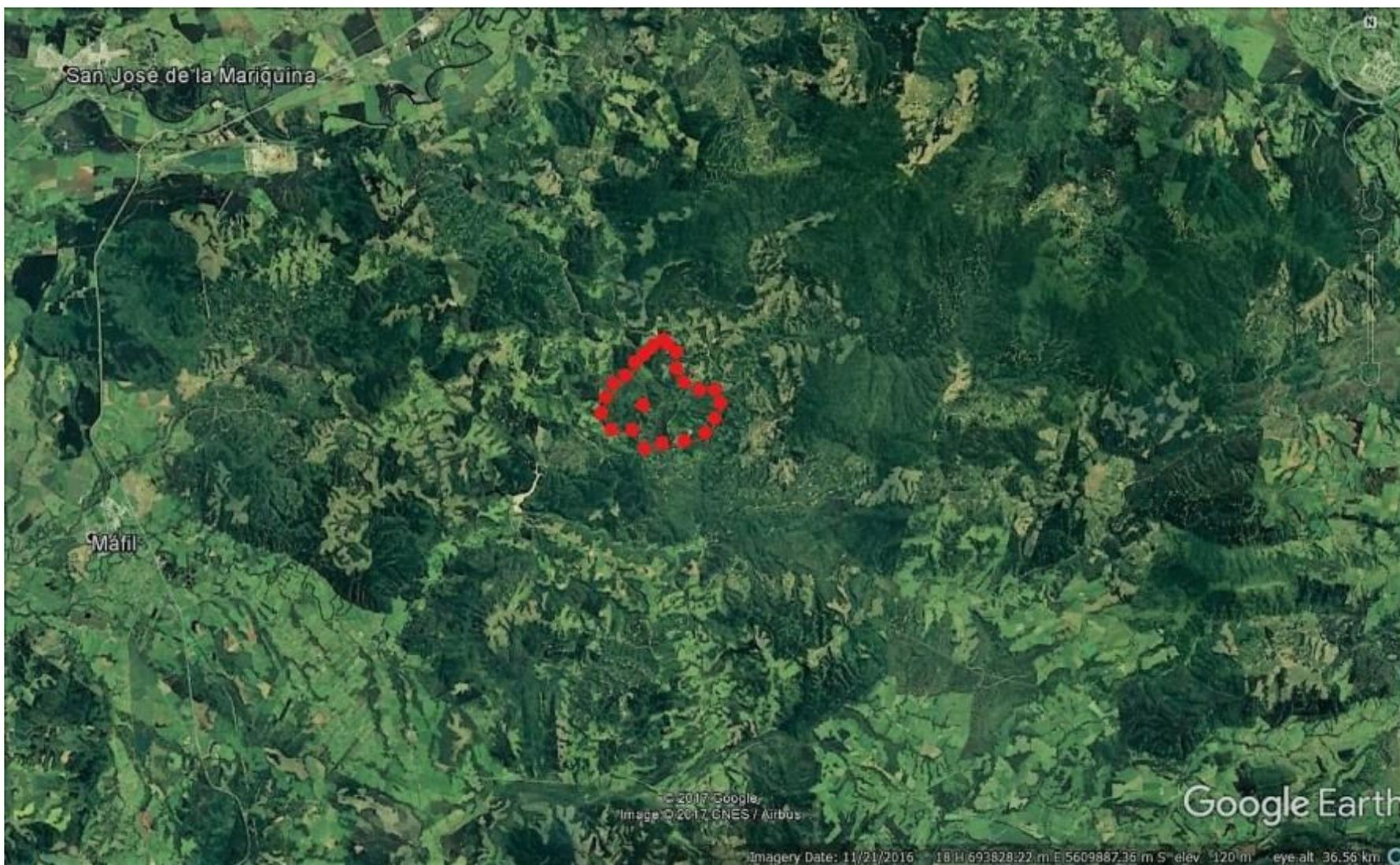
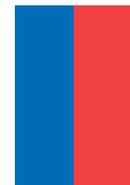
Modulo 2. Ecosistema de Referencia



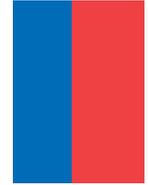
- Selección de lugar: Pumillahue
- Levantamiento Florístico
- Levantamiento Florístico del Quilantal
- Análisis Fito ecológico
- Ecosistema de Referencia
- Especies estructurales del bosque siempreverde



Selección del Lugar: Pumillahue



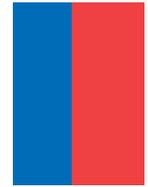
Levantamiento Florístico



- Según la descripción vegetacional de Luebert & Pliscoff (2006), el área de estudio en Pumillahue se enmarca dentro de la unidad vegetacional denominada Bosque Caducifolio Templado de *Nothofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens*, la cual se desarrolla en sectores planos y piedemontes de la depresión intermedia de la región de La Araucanía y de Los Lagos. **Se identificaron dos unidades vegetacionales, bosque de Ulmo-Olivillo-Tepa (UOT) y bosque de Roble-Laurel (RL).**
 - **Bosque de Ulmo-Olivillo-Tepa (UOT):** En esta unidad vegetacional se identificó un total de 42 especies de plantas vasculares, las cuales se reparten taxonómicamente en 1 gimnosperma, 5 pteridophyta, 5 monocotiledóneas y 31 dicotiledóneas. En el origen geográfico aparecen 12 especies endémicas y 30 nativas. Las formas de vida se componen de 1 subarbusto, 3 epífitas, 6 hierbas perennes, 7 arbustos, 8 trepadoras y 17 árboles.
 - **Bosque de Roble-Laurel (RL):** En esta unidad vegetacional se identificó un total de 58 especies de plantas vasculares, las cuales se reparten taxonómicamente en 1 gimnosperma, 4 pteridophyta, 6 monocotiledóneas y 47 dicotiledóneas. En el origen geográfico aparecen 12 especies introducidas, 13 endémicas y 33 nativas. Las formas de vida se componen de 1 subarbusto, 1 hierba bianual, 7 hierbas anuales, 8 trepadoras, 10 arbustos, 15 hierbas perennes y 16 árboles.



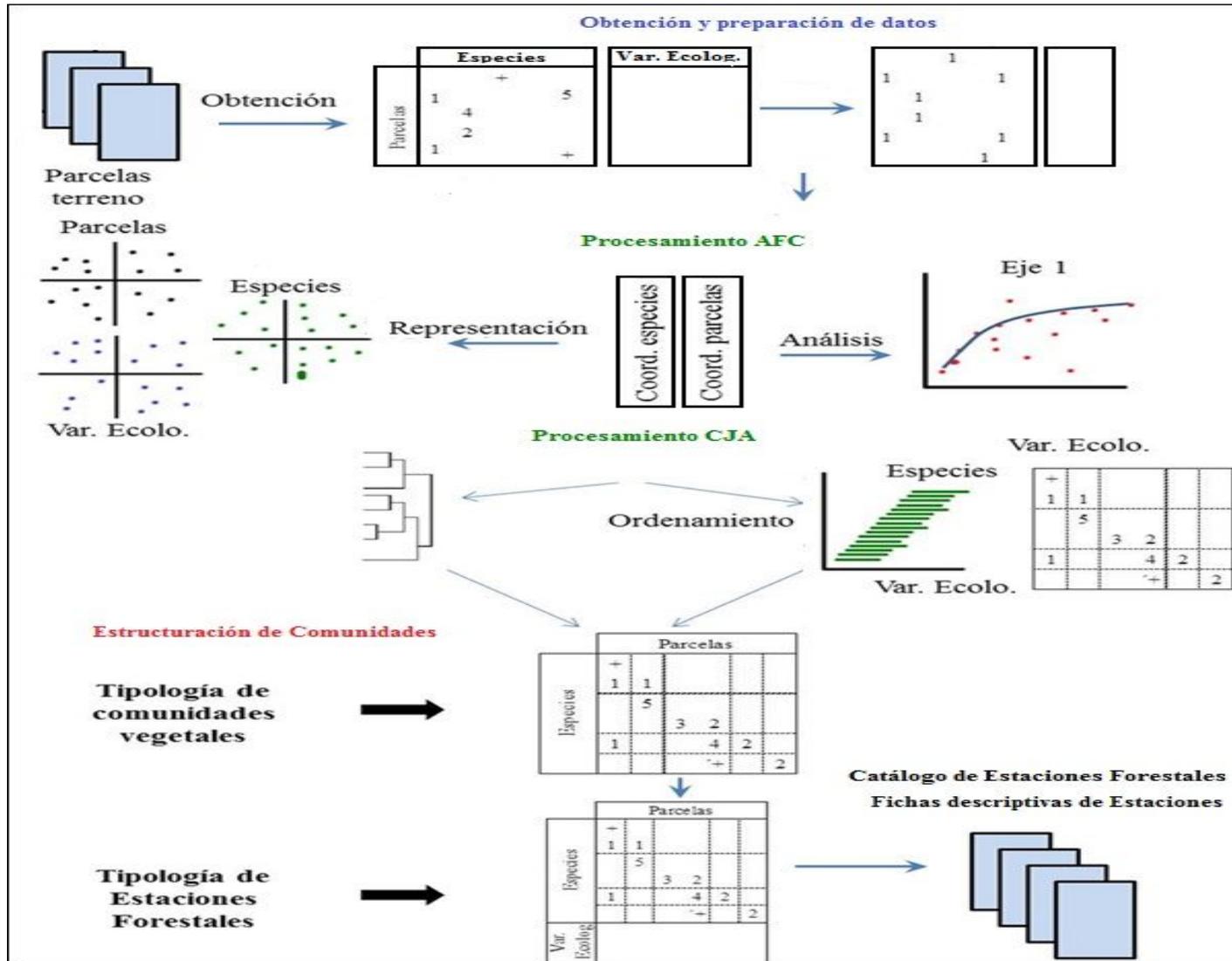
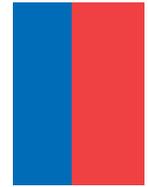
Levantamiento Florístico en Quilantales



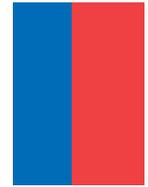
- Dentro de la unidad (**UOT**) se presentaban los quilantales, en donde se identificaron un total de 7 especies de plantas vasculares, las cuales se reparten taxonómicamente en 1 monocotiledónea y 6 dicotiledóneas. En el origen geográfico aparecen 1 especie introducida, 2 endémicas y 4 nativas. Las formas de vida se componen de 2 trepadoras y 5 hierbas perennes.
- Esta unidad vegetacional destaca por la **pobreza florística** del sotobosque, en la cual además las plantas presentes exhiben una muy baja abundancia, relegada en todos los casos a un único individuo; y que en la mayor parte de las veces prosperaba en los márgenes del Quilantal de Chusquea quila. En la siguiente figura se muestran algunas imágenes de un Quilantal o área a plantar.



Análisis Fito ecológico



Ecosistema de Referencia



- Al aplicar el análisis Fito ecológico se definió el Ecosistema de Referencia como “el bosque Ulmo-Olivillo-Tepa identificado en el estudio botánico donde se ha incorporado al Mañío”. Con ello se pretende explicar el cambio y tendencias sucesionales de este bosque degradado.
- El día 28 de enero, se visitó el predio Pumillahue, con los **Drs. Celso Navarro** y **José Cabello**, donde se procedió a validar en terreno la tipología siempreverde del predio Pumillahue, la que concuerda plenamente con dos estaciones descritas para la región de la Araucanía. Estación 10. Lingue – Roble con tolerantes siempreverde, y **Estación 11. Siempreverde de Olivillo, Ulmo y Lingue.**



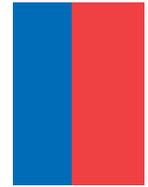
Especies Estructurales del Siempreverde



Especie	Clave	Tolerancia	Referencia	Escala APROBOSQUE/CONAF	Pionera	Grupo
<i>Aextoxicon punctatum</i> (Olivillo)	AP	muy tolerante	Donoso 1989	7/7	sombra	B
<i>Eucryphia cordifolia</i> (Ulmo)	EO	intolerante – tolerancia media	CONAF 1998 – Donoso 1989	10/9	semiluz	A
<i>Laureliopsis philippiana</i> (Tepa)	LP	tolerante	Veblen & Alaback 1996; Donoso 1989	8/8	sombra	B
<i>Nothofagus obliqua</i> (roble)	ND	intolerante	Donoso 1989	10/10	pionera	A
<i>Persea lingue</i> (Lingue)	PL	tolerante	Donoso 1989	5/6	sombra	B
<i>Podocarpus saligna</i> (Mañío de hojas larga)	PS	tolerancia media	Donoso 1989	-/4	semiluz	?B



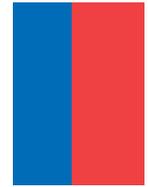
Módulo 3: Semillas



- De acuerdo al Plan de Acción Mundial para la Conservación, la Utilización Sostenible y el Desarrollo de los Recursos Genéticos Forestales (RGF) de la FAO (2014) se establece la Prioridad Estratégica 13, como aquella que tiende a “Promover la restauración y rehabilitación de los ecosistemas usando **material genético apropiado**”. Para cumplir con este precepto se ha considerado lo siguiente:
 - Compatibilidad entre fuentes semilleras comerciales y para restauración y/o rehabilitación
 - Regiones de procedencia
 - Ruta semillera
 - Lote de semilla multifamiliar



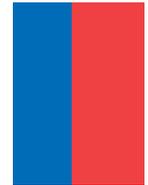
Compatibilidad entre fuentes semilleras comerciales y para restauración y/o rehabilitación



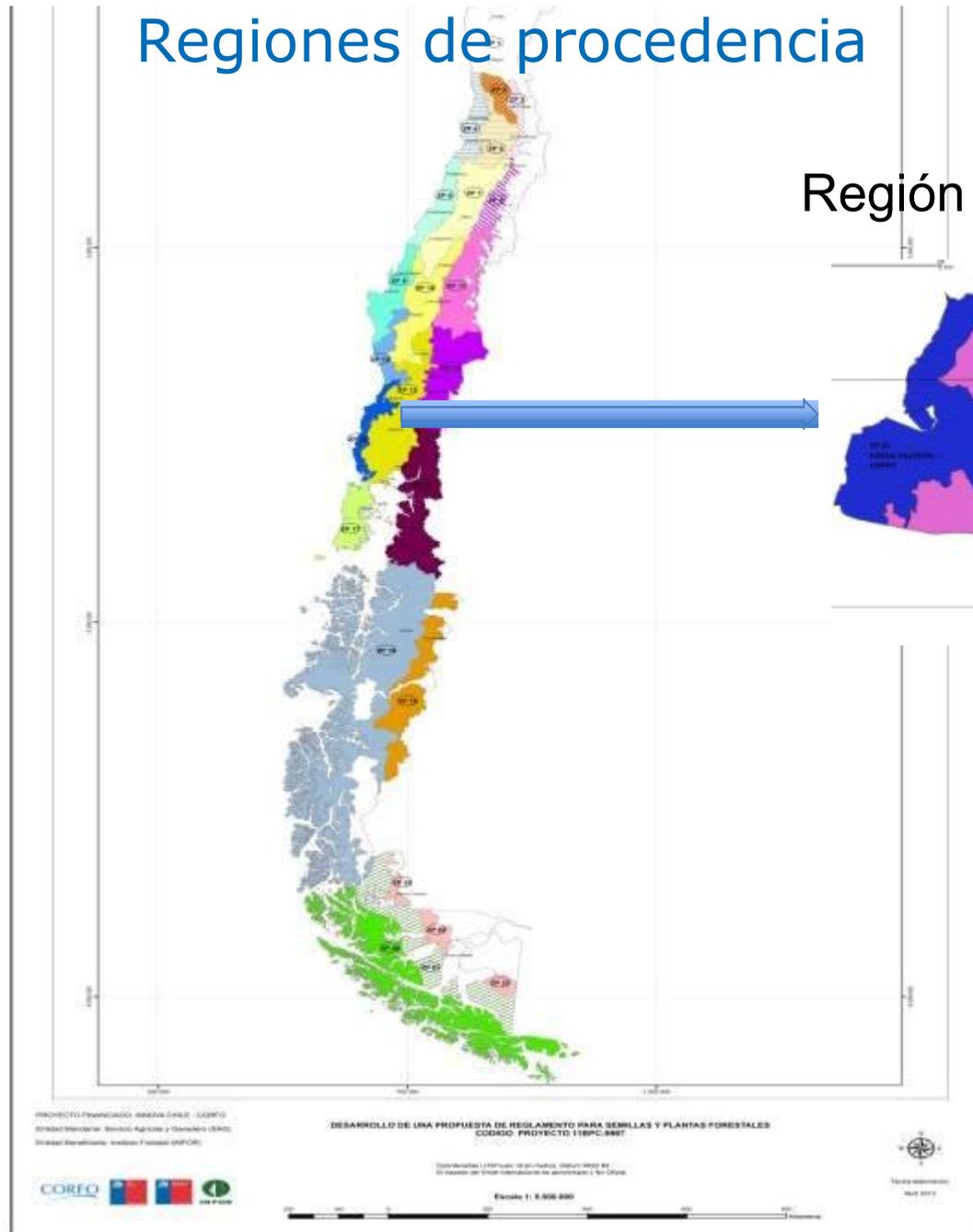
← Amplitud de la variación genética de Fuentes Semilleras →



Regiones de procedencia



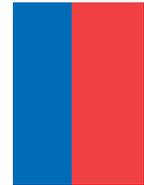
El concepto de región de procedencia esta definido como el área o conjunto de áreas con condiciones ecológicas suficientemente uniformes en las cuales se encuentran rodales que muestran características fenotípicas y genéticas similares (OECD, 1974)



Región de los Ríos



Ruta de semillas

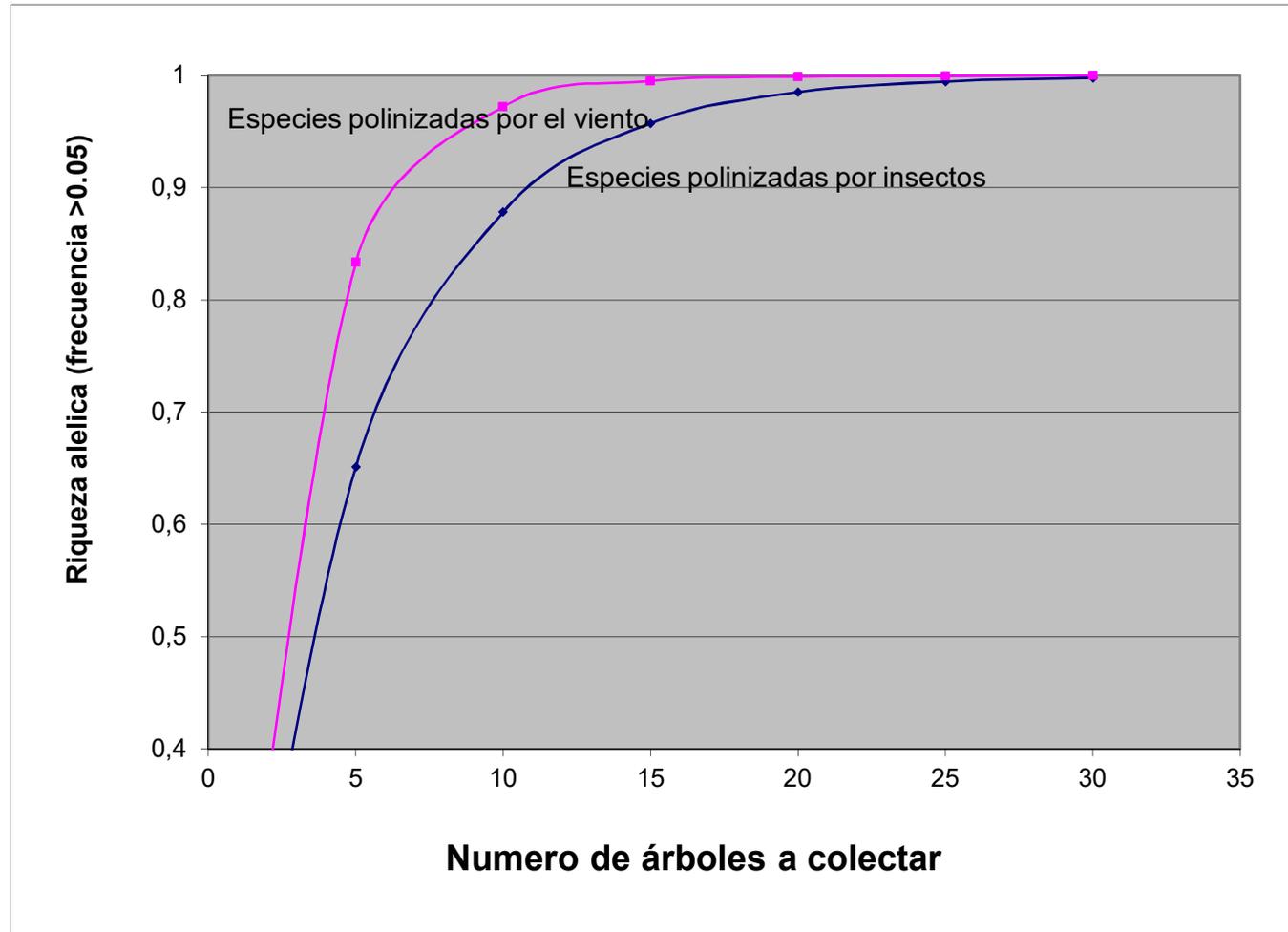
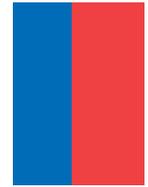


- Es una fuente semillera conformada por un conjunto de árboles madres de una especie determinada.
- Los árboles están distanciados unos de otros para minimizar la endogamia o lo que se conoce como consanguinidad por vecindad, entre 30 a 40 metros.
- El conjunto de árboles madres es de aproximadamente 10 a 15 individuos no emparentados, los que finalmente conformarán un lote de semillas multifamiliar para una especie determinada.
- Este lote posteriormente se viveriza para generar plantas y establecer plantaciones con especies nativas.

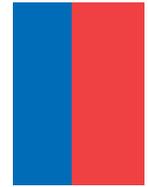


Figura. Vista área de una ruta de semilla en un bosque siempre verde, Valdivia, XIV Región de los Ríos. Imagen obtenida por Drones (Gentiliza del Dr. Dante Corti G.).

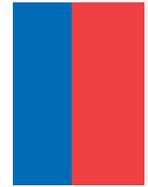
Lote de semillas multifamiliar (Boshier, et al. 2014)



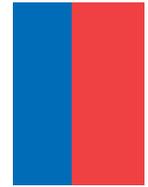
Colecta



Semillas



Módulo 4: Habilitación de Quilantales



- Quila
- Foto mosaico del área de estudio
- Establecimiento de fajas, con rozón, motosierra y herbicida



Quila

(*Chusquea quila*)

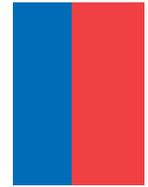
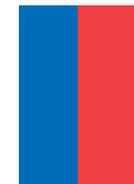
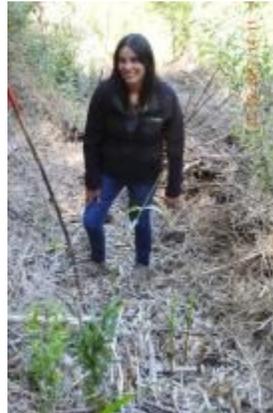
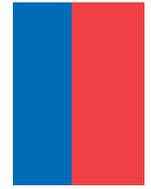


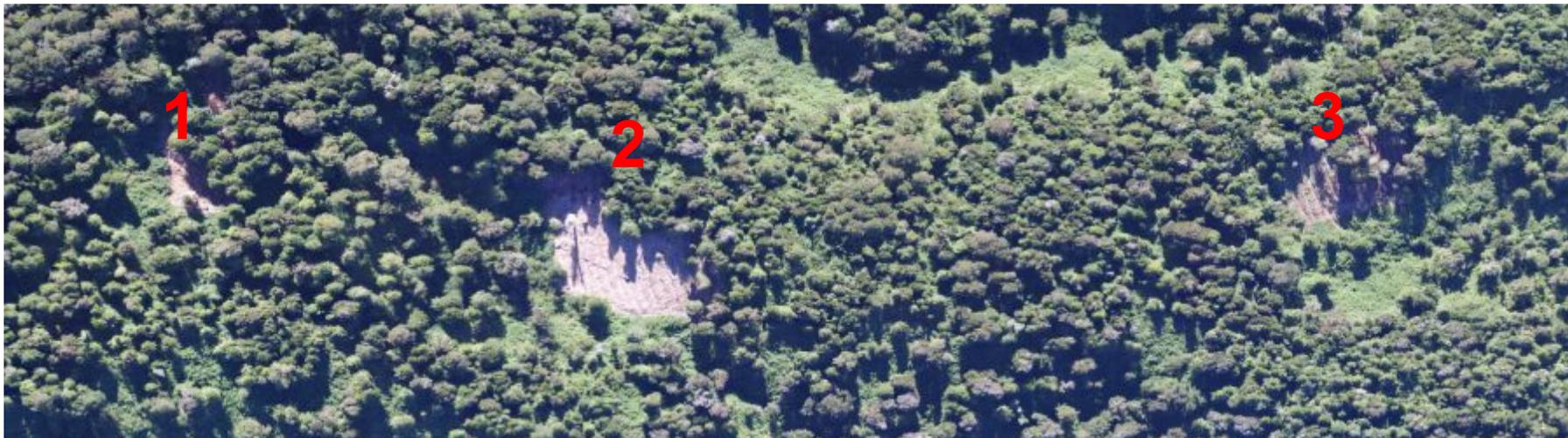
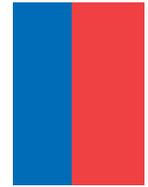
Foto mosaico del área de estudio



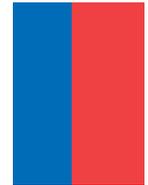
Establecimiento de Fajas, con rozón, motosierra y herbicidas



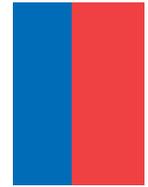
Tres Quilantales habilitados



Acercamiento del Quilantal 2



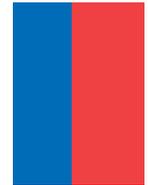
Módulo 5. Diseño y Establecimiento de Ensayos



- Definición de factores y tratamientos
- Disposición espacial del diseño experimental
- Distribución de los tratamientos en quilantales
- Detalle de la parcela



Definición de factores y tratamientos



El diseño es en bloques al azar, donde cada uno de los tres quilantales es un bloque. Su estructura es factorial, el primer factor corresponde a la composición de especie a dos niveles: C1 y C2. El segundo factor es la densidad de plantación, a tres niveles: D1, D2 y D3. De esta forma quedan definidos seis tratamientos. El testigo relativo es el rauli.

FACTORES

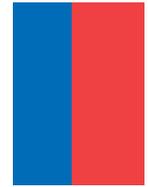
Factor	Nivel	Descripción
Composición de especies (Pioneras:Finales)	C1	50/50
	C2	67/33
Densidad de plantación	D1	666 arb/ha (3x5m)
	D2	1.111 arb/ha (3X3m)
	D3	1.667 arb/ha (3X2m)

TRATAMIENTOS

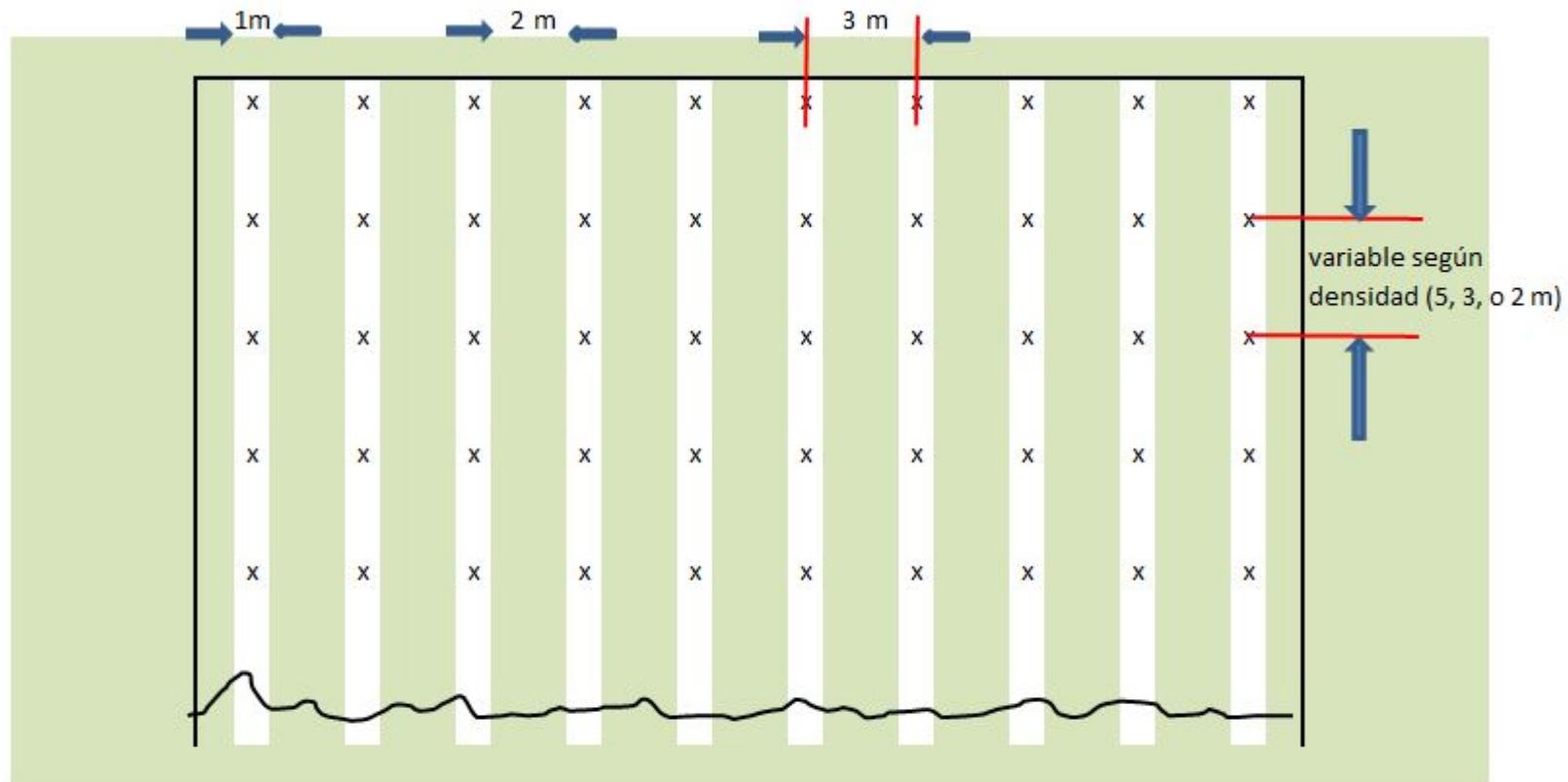
Tratamientos	Descripción	
	Composición de especies	Densidad de plantación
T1	C1 (50/50)	D1 (666 arb/ha) 3x5
T2	C1 (50/50)	D2 (1111 arb/ha) 3X3
T3	C1 (50/50)	D3 (1.667 arb/ha) 3X2
T4	C2 (67/33)	D1 (666 arb/ha) 3x5
T5	C2 (67/33)	D2 (1111 arb/ha) 3X3
T6	C2 (67/33)	D3 (1.667 arb/ha) 3X2



Disposición espacial del diseño experimental



Se confeccionan fajas en quilantales, con un espaciamiento fijo de tres metros entre el centro de cada faja contigua. El largo de la faja es variable. En la figura se observa el ancho de la faja habilitada, el ancho de la faja de quila y el ancho entre centros de fajas.



Densidades de plantación

666 pl/ha (3X5 m)
1.111 pl/ha (3X3 m)
1.666 pl/ha (3X2 m)

Espaciamiento

Entre hileras: 3 metros
Dentro de hilera: variable según densidad

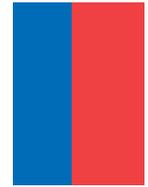
■ = Quila
x = Planta



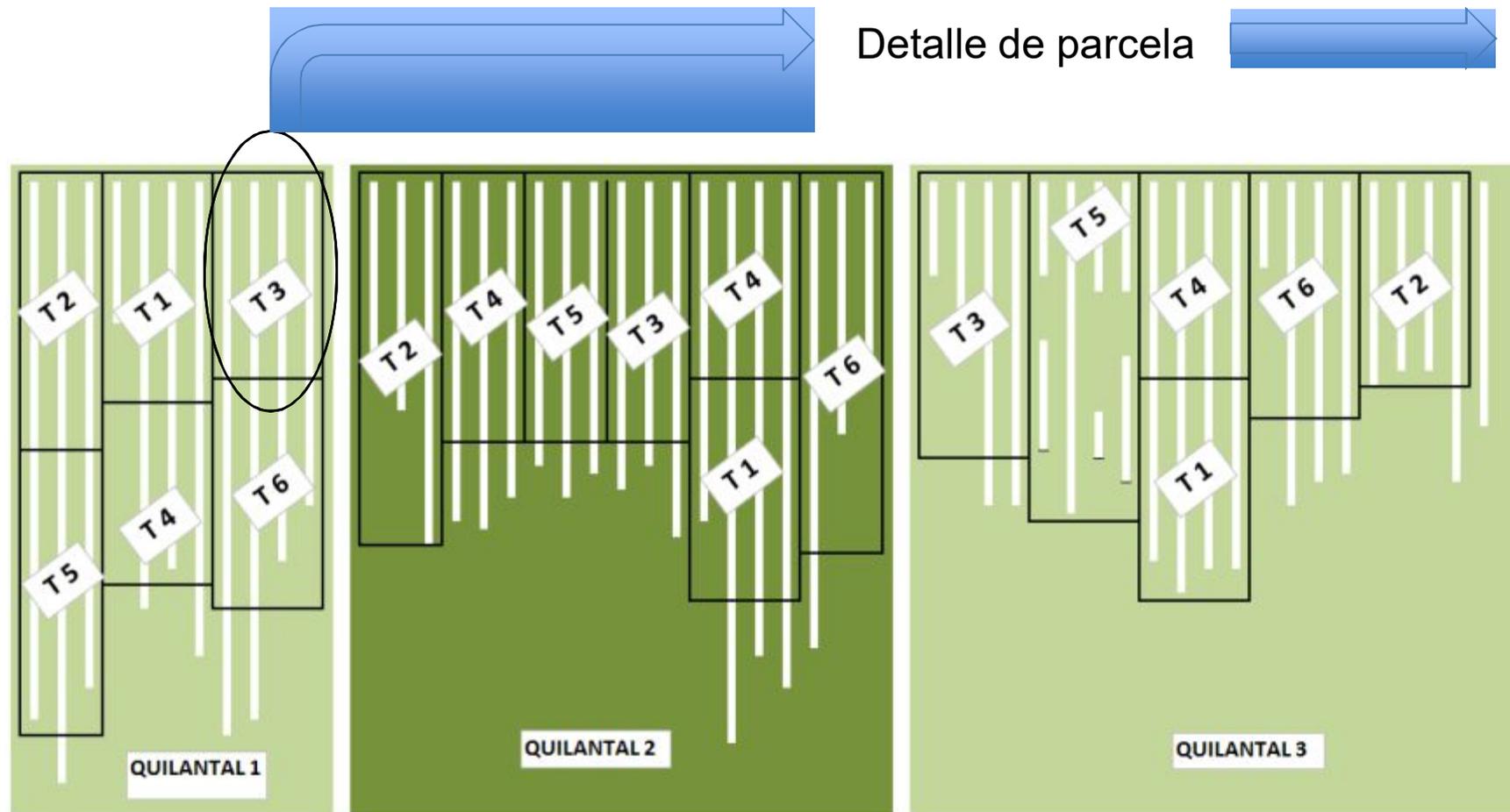
CONSERVACIÓN Y
MEJORAMIENTO GENÉTICO
INFOR
Silvicultura y Manejo de Ecosistemas Forestales



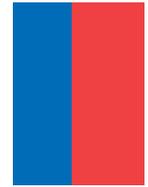
Distribución de los tratamientos en los quilantales



Cada tratamiento plantado en parcelas de superficie variable, de aproximadamente 350 m², en fajas habilitadas en tres quilantales.



Detalle de la parcela



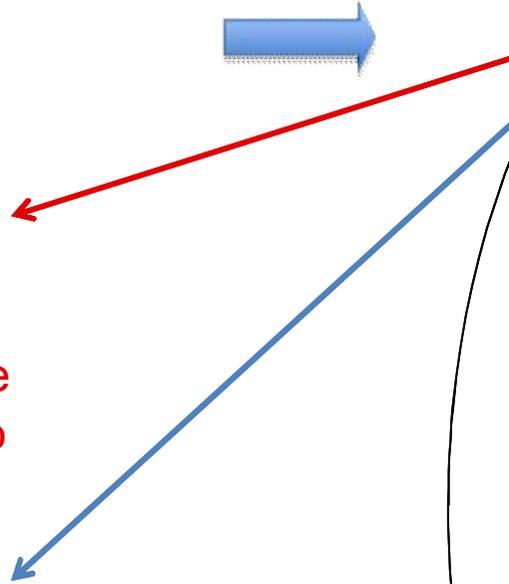
QUILANTAL n° 1
PARCELA 4
FAJAS 8-11
TRATAM 3 (50/50; 3x2)

U (u ¹)	L (l6)	R (u1)	T (l2)
L (l4)	R (aps2)	T (m1)	U (u2)
R (u2)	T (t3)	U (2u1)	O (o2)
T (l2)	U (u5)	O (m5)	R (l1)
U (u2)	O (o2)	R (aps1)	L (m2)
O (m5)			U (u3)
R (m3)	L (l5)	U (2u2)	T (t2)
L (l5)	U (ux)	T (m2)	R (u1)
U (u3)	T (t10)	R (aps2)	O (o1)
T (t2)	R (l1)	O (l7)	U (u4)
R (aps1)	O (o1)	U (u1)	L (l1)
O (l7)	U (u101)	L (2l2)	R (aps1)
U (u4)	L (l8)	R (aps3)	T (t3)

Especie:

U = Ulmo
 R = Roble
 L = Lingue
 O = Olivillo
 T = Tepa

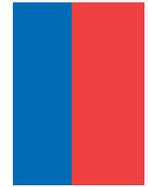
Código de origen de semilla en ruta semillera



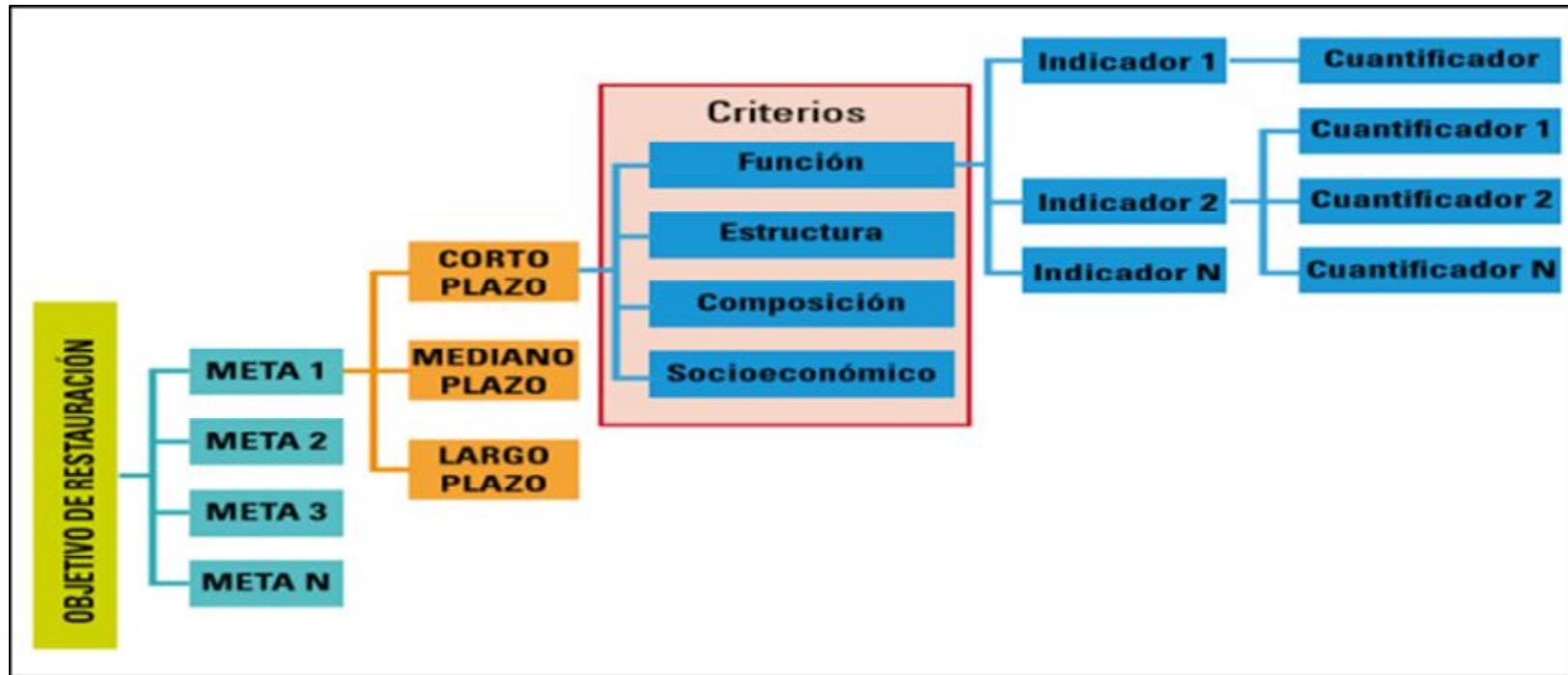
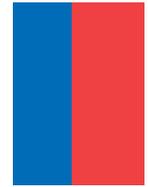
T 3

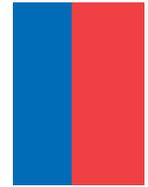


Plantación



Modulo 6: Indicadores para el Monitoreo del proyecto siempreverde





OBJETIVO DE REHABILITACION

Recuperar función productiva de bosque siempreverde estructuralmente alterado, en específico donde la invasión de quila impide la regeneración natural del bosque.



META (corto plazo)

Establecer regeneración, mediante el establecimiento del ecosistema de referencia, aumentar la variación genética neutral y adaptativa, preparación de sitio y plantación suplementaria en líneas de biodiversidad

CRITERIOS [Función, Estructura, Composición, Socioeconómico]	INDICADOR	CUANTIFICADOR
<p>Composición:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Definición de especies a establecer en función de ecosistema de referencia e interés del propietario. -Abastecimiento de semillas desde fuentes locales con adecuada variabilidad genética tanto neutral como adaptativa. -Reincorporación de las principales especies productivas que constituían el bosque original. -Implementación de condiciones para colonización y establecimiento de otras especies locales. -Líneas de biodiversidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio e inventario florístico. Clasificación de tipos y estaciones forestales. Existencia o habilitación de rutas semilleras locales. Supervivencia de las especies incorporadas. Inventario de regeneración natural. Uso de combinaciones de especies pioneras y finales en la plantación establecida. 	<ul style="list-style-type: none"> N° de especies prioritarias en ecosistema de referencia Número de fuentes/rutas semilleras locales existentes o habilitadas. N° de individuos / especie /ha N° de individuos/ especie /ha. Número de especies establecidas por hectárea de cada categoría sucesional (pioneras, intermedias, finales).



METAS (mediano plazo)

Manejar el repoblado y mantener condiciones favorables para su desarrollo

CRITERIOS [Función, Estructura, Composición, Socioeconómico]	INDICADOR	CUANTIFICADOR
Función: -Recuperación de algunas funciones ambientales del bosque.	Diversidad de especies regenerando Proliferación de fauna menor. Mejora en propiedades del suelo (humedad, materia orgánica).	Presencia y abundancia de especies. Presencia y abundancia de especies. Diferencia en variables descriptivas de suelo en bosque v/s testigo.
Estructura: -Líneas de biodiversidad -Conformación del dosel superior del bosque y creación de condiciones para desarrollo de especies secundarias (flora y fauna). -Desarrollo y madurez reproductiva de las especies implantadas para reiniciar procesos de regeneración natural.	Presencia de combinaciones de especies pioneras y finales en el bosque manejado. Proliferación de especies de sotobosque y diferenciación de copas. Proliferación de fauna Observaciones de floración, fructificación y dispersión de semillas. Presencia de regeneración natural.	Distribución de clases de edad de especies de las distintas categorías sucesionales (pioneras, intermedias, finales) por hectárea Datos y resultados de parcelas de muestreo. Presencia y abundancia de especies Datos y resultados de seguimiento fenológico. N° de individuos/ especie /ha.
Composición: -Recuperación de la presencia de las principales especies productivas que componían el bosque original. -Líneas de biodiversidad	Presencia y supervivencia de las especies establecidas. Presencia de combinaciones de especies pioneras y finales en el bosque manejado	N° de individuos / especie /ha. Número de especies de las distintas categorías (pioneras, intermedias, finales) por hectárea
Socioeconómico: -Aumento de valor de la propiedad	Tasación de propiedad	\$/ha

METAS (largo plazo)

Obtener producción maderera y cosechar bosque en forma sustentable

CRITERIOS [Función, Estructura, Composición, Socioeconómico]	INDICADOR	CUANTIFICADOR
<p>Función: -Recuperación y mantención de función productiva maderera del bosque.</p> <p>-Mantención de funciones ambientales del bosque</p>	<p>Producción maderera sustentable.</p> <p>Diversidad de especies regenerando</p> <p>Proliferación de fauna menor.</p> <p>Mejora en propiedades del suelo (humedad, materia orgánica)</p>	<p>m³/ha/ciclo de corta</p> <p>Presencia y abundancia de especies.</p> <p>Presencia y abundancia de especies.</p> <p>Diferencia en variables descriptivas de suelo en bosque v/s testigo.</p>
<p>Estructura: -Conformación de estructura multietánea con ejemplares de distintas clases de edad y fases de desarrollo, ocupando el sitio en forma simultánea</p>	<p>Inventario y tablas de rodal</p>	<p>Datos y resultados de inventario y tablas de rodal (frecuencia de individuos por especie/clase/ha).</p>
<p>Composición: -Mantención de las principales especies productivas en la composición del bosque.</p>	<p>Presencia de especies productivas establecidas por regeneración natural</p>	<p>N° de individuos / especie /ha</p>
<p>Socioeconómico: -Desarrollo de actividad económica productiva.</p>	<p>Ingresos por producción madera</p>	<p>\$/ha/ciclo de corta</p>

Difusión

- Se elaboró un video de difusión del proyecto que fue alojado en **YouTube**. El video “La Ruta de la Semilla” fue realizado por el equipo periodístico de INFOR y grabado en el predio Pumillahue. Participaron el Director Ejecutivo de INFOR, Sr. Fernando Rosselot, y el administrador del predio Sr. German Clasing de la CONAF y colaboradores del Proyecto. El video puede ser visualizado en el siguiente enlace: https://www.youtube.com/watch?v=7-6kzsrH_c
- En el ámbito del presente proyecto se elaboró el **artículo** “Una Pauta Sencilla para la Restauración del Bosque Nativo Chileno”, el cual fue publicado en la edición de julio de 2016 del Boletín de la Asociación de Propietarios de Bosque Nativo APROBOSQUE AG. (Volumen III, N° 10, páginas 11 a la 14). El artículo puede consultarse en internet, en el enlace: <http://www.aprobosque.cl/boletin>
- Se elaboró el **poster** “Proyecto 004/2015: Evaluación de Métodos de Plantación Suplementaria en Bosque Siempreverde Estructuralmente Alterado: Promoviendo su Variabilidad y Sustentabilidad”, con el objetivo de presentar y difundir los alcances y aspectos generales de este proyecto. El poster fue exhibido con ocasión de un encuentro nacional de investigadores efectuado en INFOR Valdivia, los días 23 y 24 de agosto de 2016.
- Consideraciones genéticas para la restauración ecológica. Artículo publicado en la revista Ciencia e Investigación Forestal. Agosto del 2014.
- Día Silvícola organizado por la asociación gremial APROBOSQUE AG, el día 27 de Julio, Fundo Pumillahue, Valdivia.

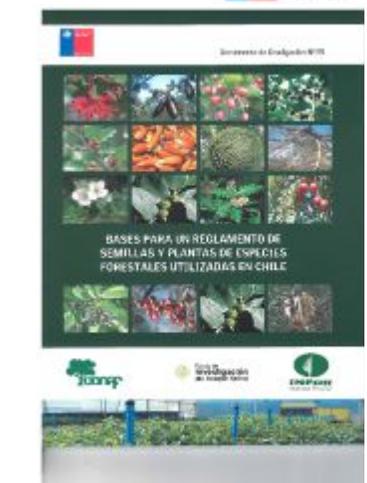
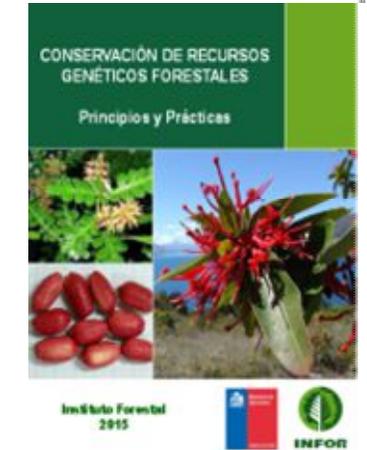
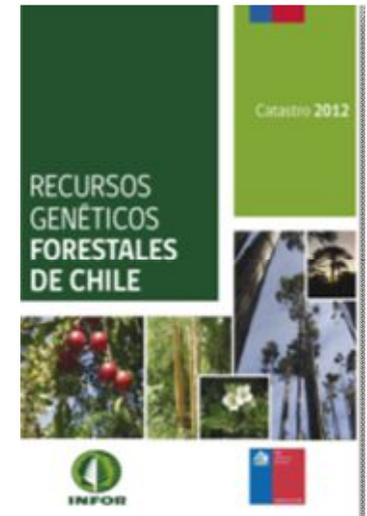
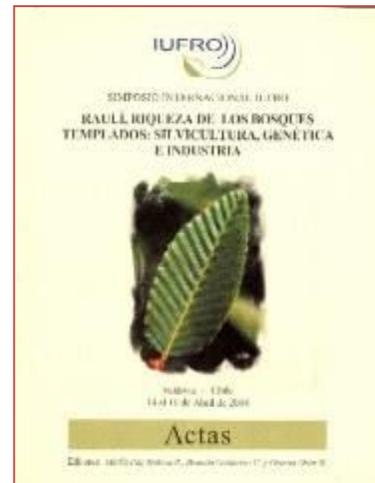
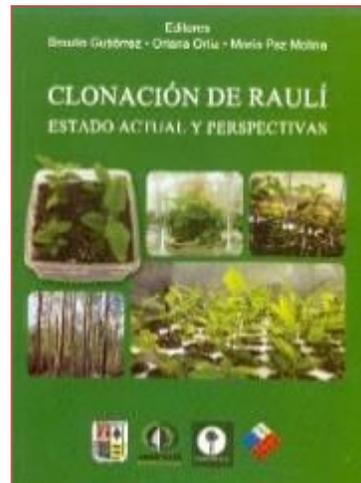
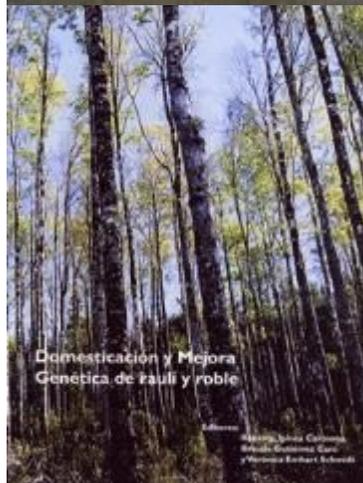
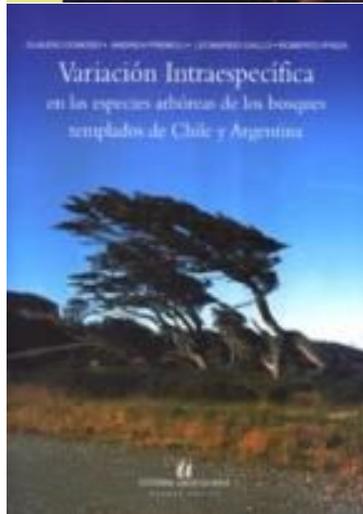
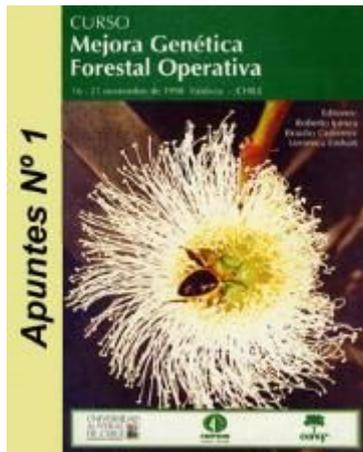


Visitas y eventos nacionales e internacionales

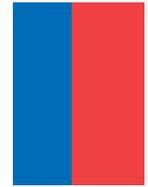


Grupo de trabajo

- **Investigador Responsable: Roberto Ipinza C., Dr. Ingeniero de Montes**
- **Co-investigador (es): Braulio Gutiérrez C., Ingeniero Forestal; María Paz Molina B., MSc. en Investigación en Sistemas Forestales; Patricio Chung G-P., Ingeniero Forestal; Patricio Rojas V., MSc.**
- **Asesores: Celso Navarro C., Doctor en Recursos Naturales y Sostenibilidad; Jose Cabello, Doctor en Fito ecología; Jonathan Urrutia, Botánico; Dante Corti G., Doctor en Teledetección; German Clasing, Ingeniero Forestal, Corporación Nacional Forestal; Dr. Pablo Y. Kageyama (Q.E.P.D), de EMBRAPA, Brasil.**
- **Colaboradores: APROBOSQUE AG, Stihl, Fabriciano Montero, Jose Chuñil y Luis Riquelme, capataz de Pumillahue.**
- **AGRADECIMIENTO: LAFORGEN (Bioversity), INIA (España)**



Principio Precautorio

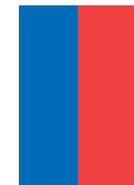


- “Cuando haya peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente”.

Principio 15, Declaración de Rio. (Bermúdez, Jorge, 2015).

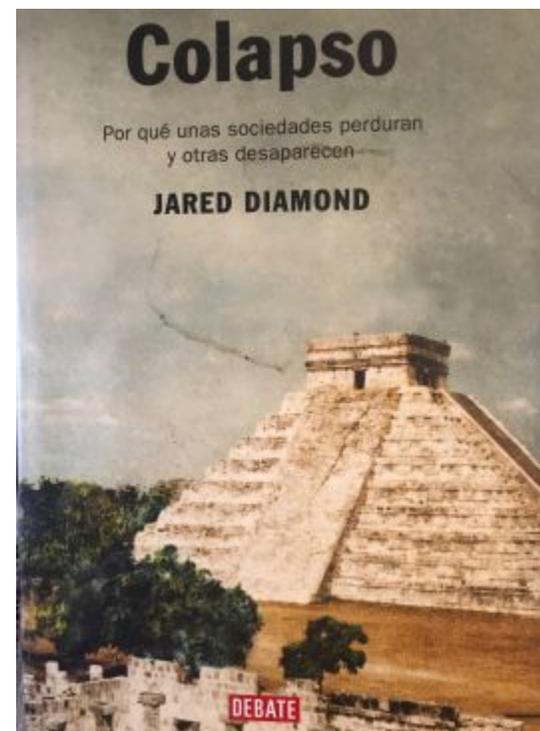
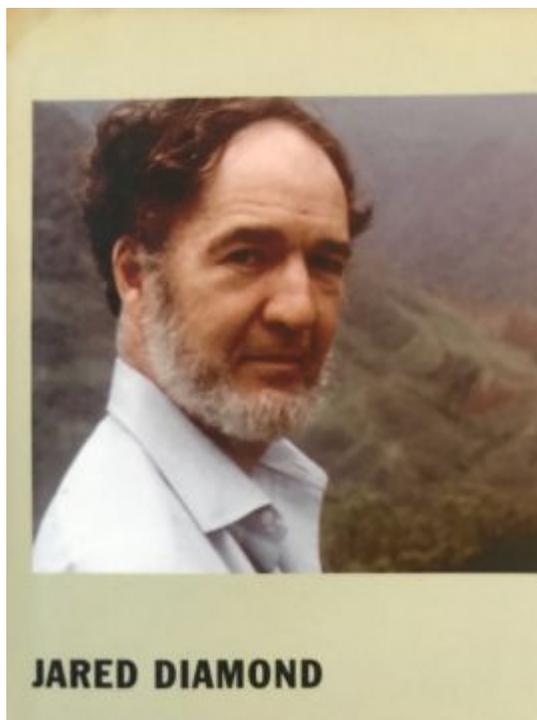


Restauración con Base Genética



Jared Diamond
(1937-)

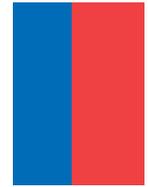
Colapso (2005)



La historia de la humanidad esta repleta de ejemplo de sobre explotación y destrucción del habitat. Sin restauración la sociedad colapsa.



Professor Paulo Yoshio Kageyama (1945-2016)



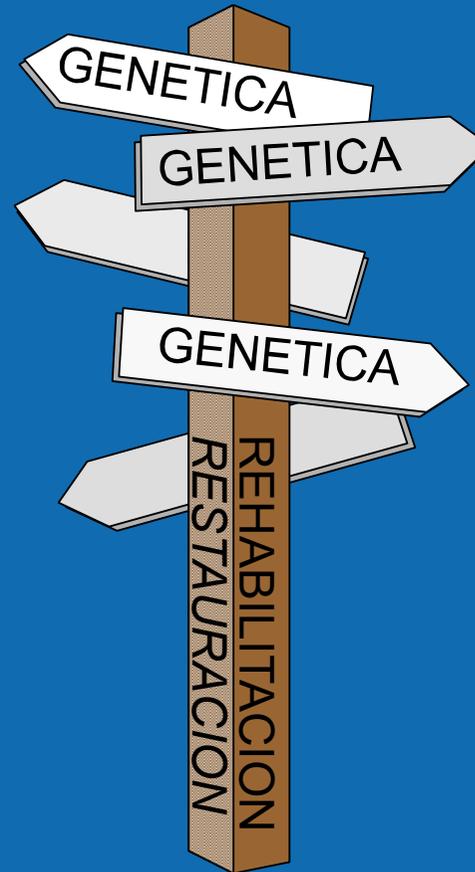


Fondo de
Investigación
del Bosque Nativo



Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile



GRACIAS