



Curso Evaluación del Estrés Bioclimático de Ecosistemas Provocado por Variaciones del Clima en el Siglo XXI
12 al 16 de Noviembre 2018, Santiago de Chile.

CONSIDERACIONES EN SELECCIÓN Y MANEJO DE PLANTAS PARA AMBIENTES EN PROCESO DE CAMBIO

CONTENIDOS:

- ✓ Introducción
- ✓ Selección de especies según rasgos funcionales
- ✓ Calidad de planta y sistema radical
- ✓ Estrés de plantación
- ✓ Ecotecnologías para disminuir estrés hídrico

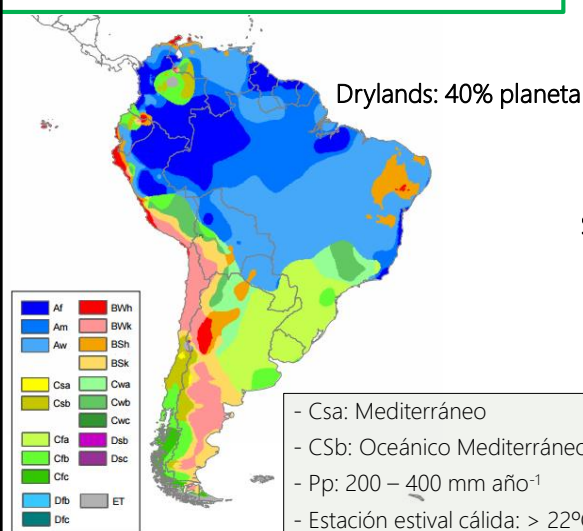
Dr. Juan Ovalle

Profesor Asistente

Departamento de Silvicultura y
Conservación de la Naturaleza
Universidad de Chile

E-Mail: juan.ovalle@uchile.cl

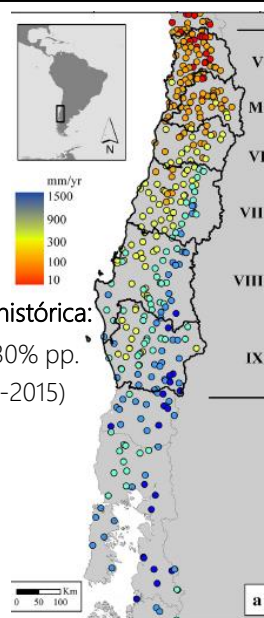
CLIMA SEMIÁRIDO Y TEMPLADO CON VERANOS SECOS



Fuente: Mapa Koppen

- Csa: Mediterráneo
- Csb: Oceánico Mediterráneo
- Pp: 200 – 400 mm año⁻¹
- Estación estival cálida: > 22°C
- Pp/Etp = < 0.65
- Alta radiación solar

Sequía histórica:
↓ 20-30% pp.
(2010-2015)

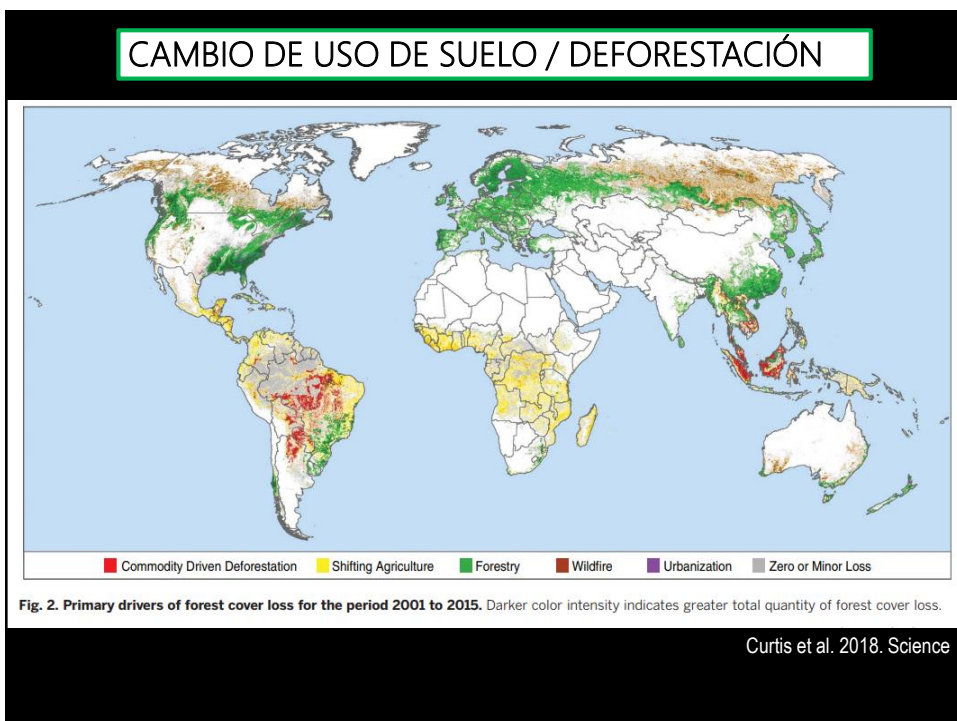


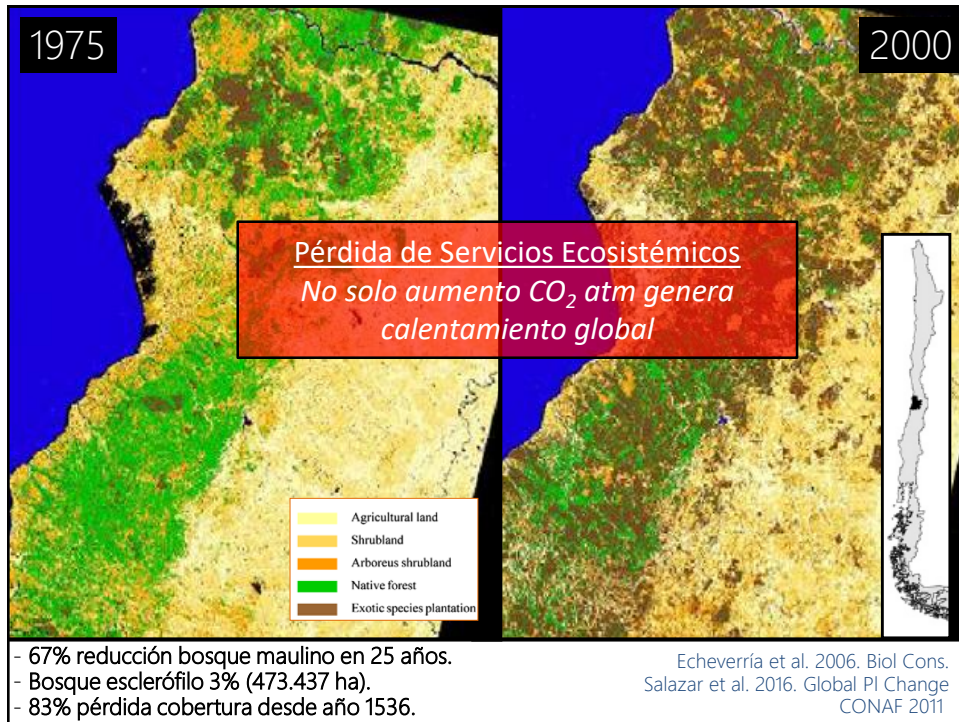
González et al. 2018. Ecosphere
Garread et al. 2017. H. Earth Syst. Sci.

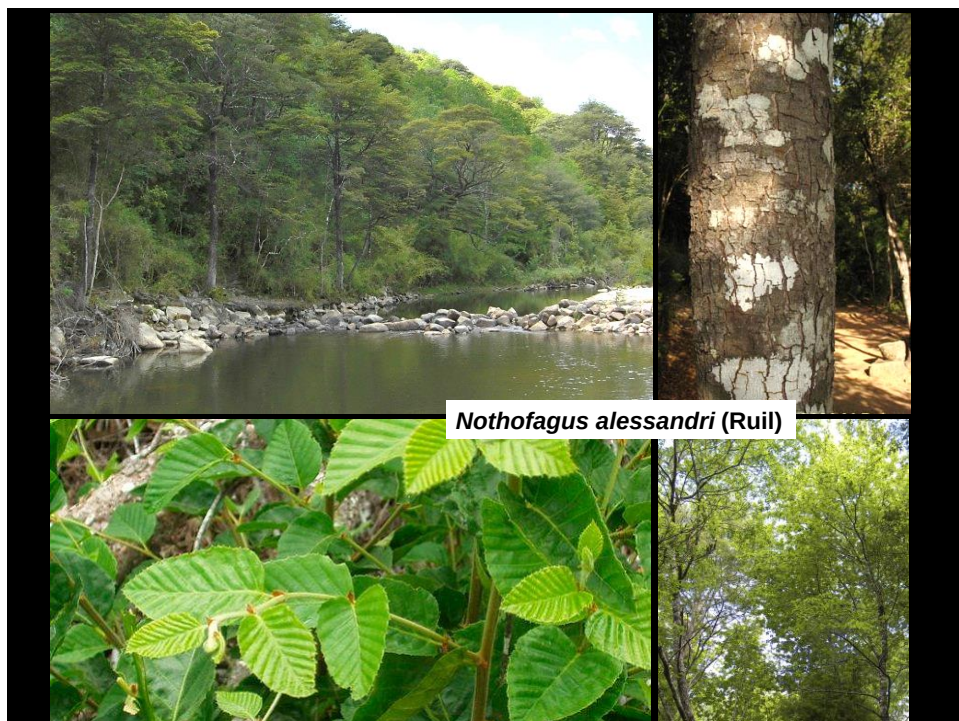
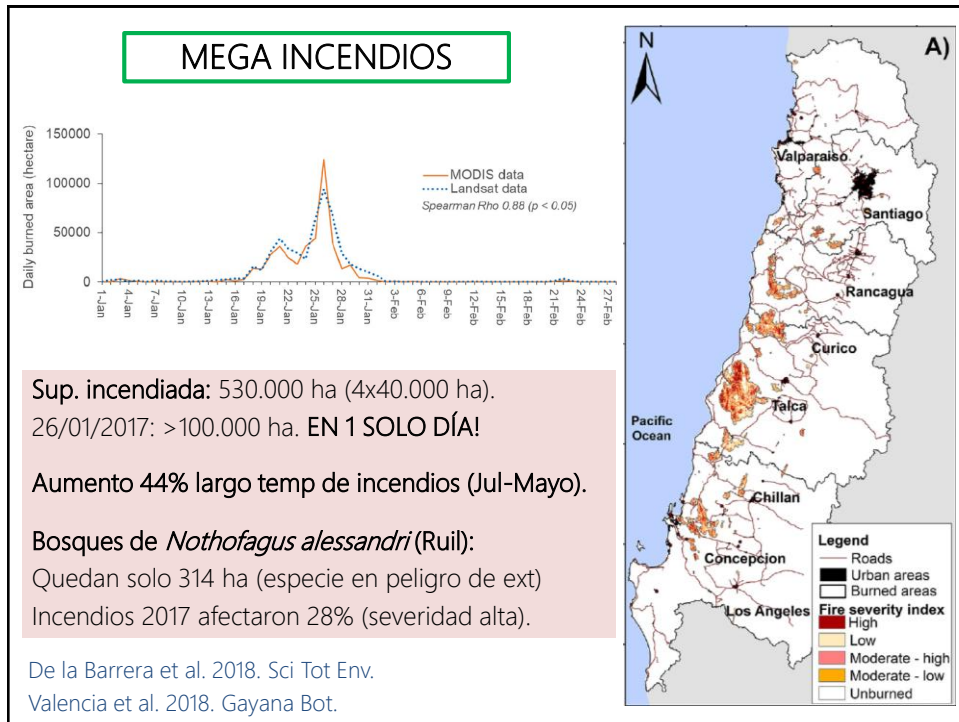
DESERTIFICACIÓN

Laguna de Aculeo, Chile central

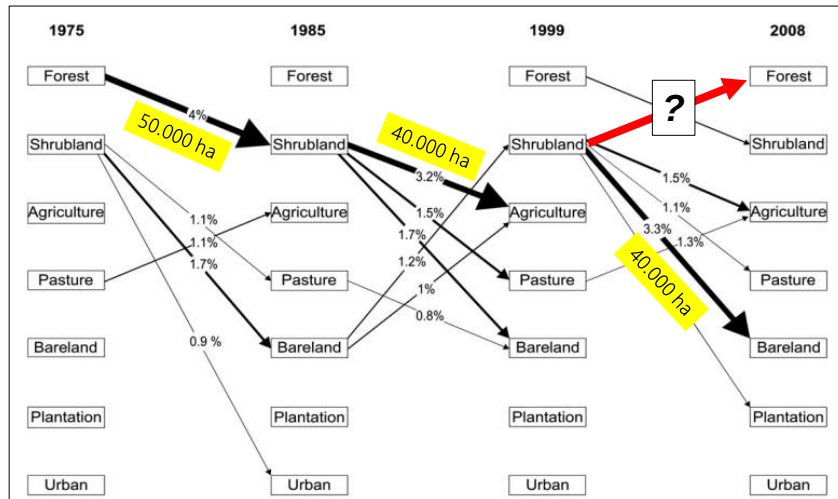
DESERTIFICACIÓN: Proceso de transformación de un ecosistema semiárido o región sub-húmeda fértil a un paisaje típicamente desértico, como resultado de la variación climática, **pérdida de cobertura vegetal, sequía y uso inadecuado del suelo** y del agua (sobreexplotación de suelos agrícolas) Fuente: UNCCD.





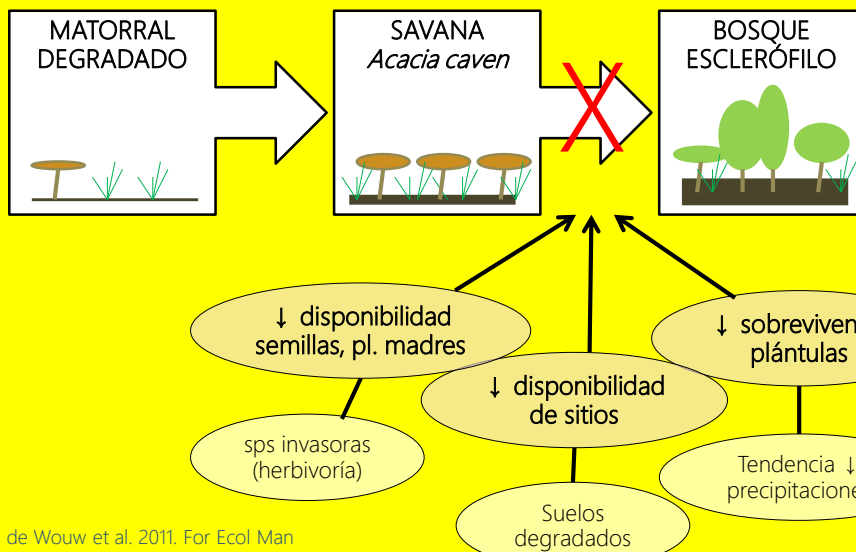


HAY SEÑALES DE RECUPERACIÓN PASIVA?

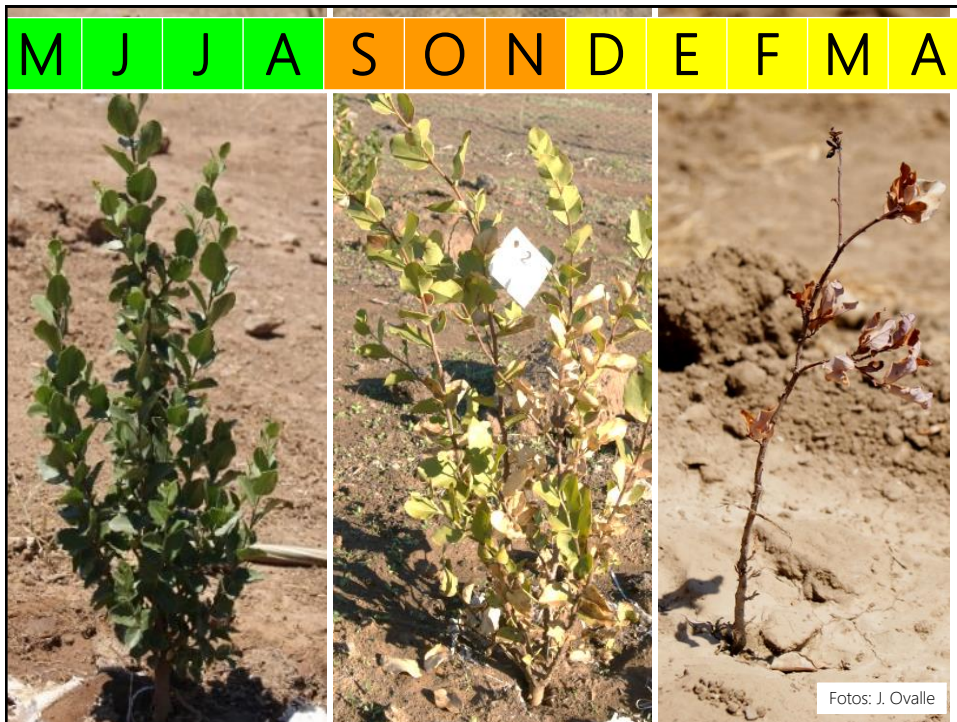


Schulz et al. 2010. J. Applied Geography

FACTORES LIMITANTES PARA REGENERACIÓN NATURAL



Van de Wouw et al. 2011. For Ecol Man
Acacio et al. 2007. Ecosystem



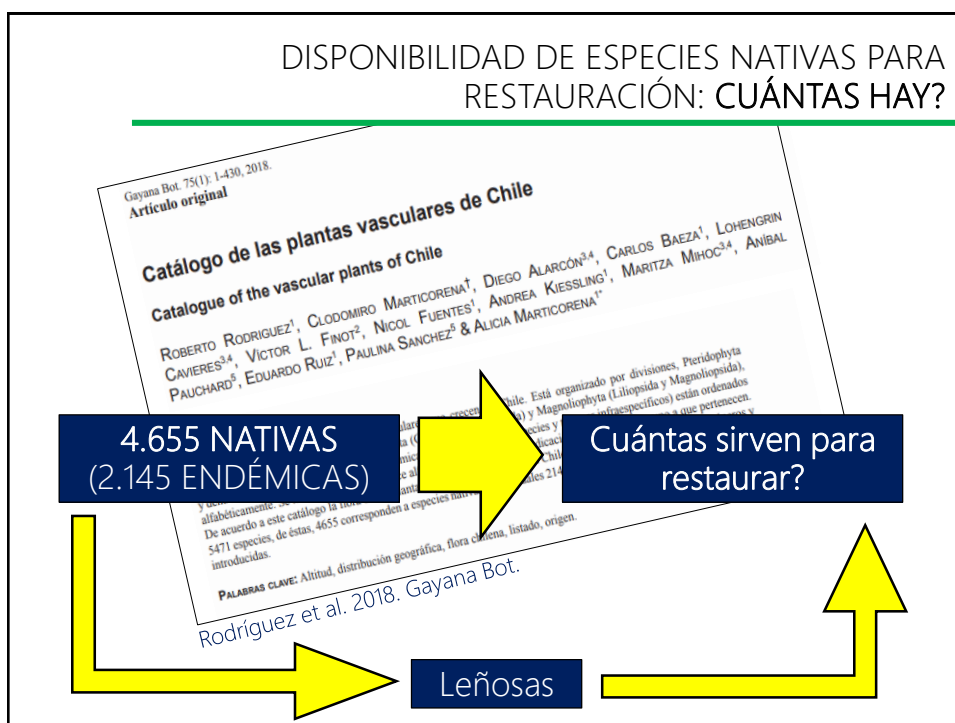
Entonces, por donde empezamos!!

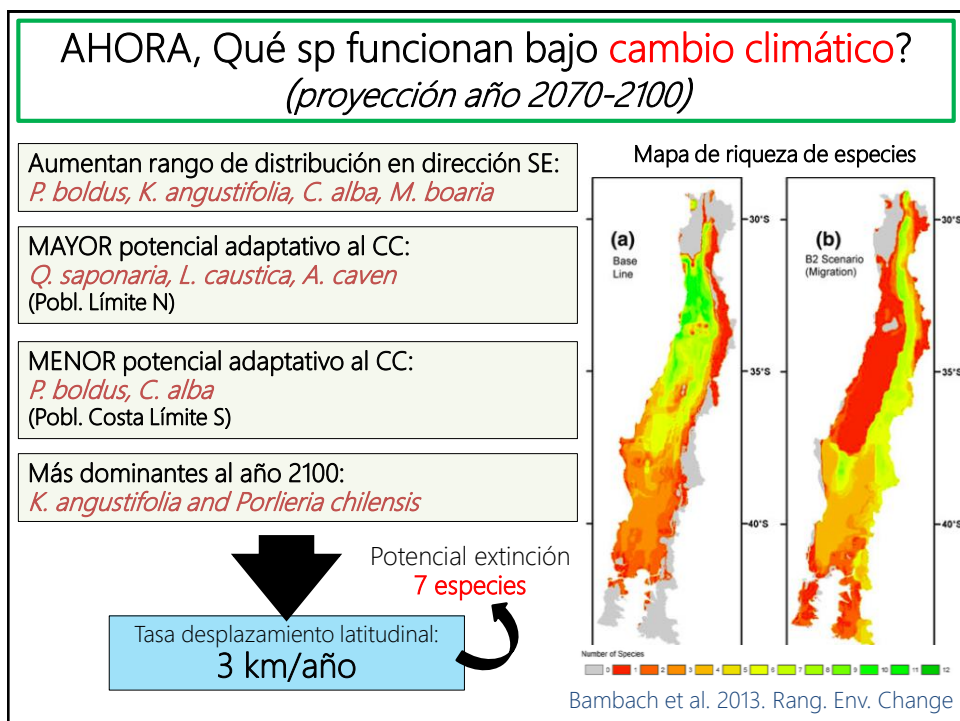
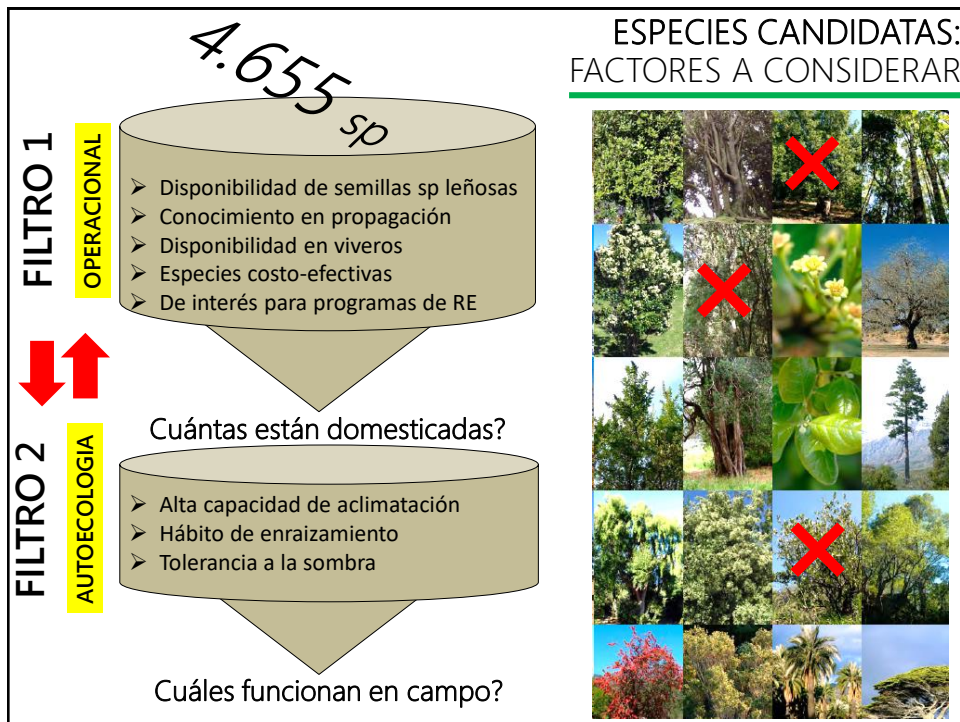
SELECCIÓN DE LA ESPECIE SEGÚN EL OBJETIVO DE RESTAURACIÓN

OBJETIVO	ATRIBUTOS DE SELECCIÓN
Diversidad genética, endogamia	Procedencias de poblaciones.
Resistencia a condiciones adversas	Especies de alta plasticidad fenotípica.
Protección del suelo	Tasas de crecimiento horizontal, rápida reproducción, reproducción vegetativa.
Almacenaje de C	Producción MO recalcitrante, biomasa subterránea.
Recuperar poblaciones de herbívoros	Palatabilidad, tolerancia a la herbivoría, producción frutos.
Producción de miel	Flores melíferas, prolongada floración.
Resiliencia frente a perturbaciones	Especies rebrotadoras, banco de semillas persistente.
Fertilidad del suelo	Fijación de N, enraizamiento profundo, sistema radical fibroso.
Regulación hídrica	Cobertura, WUE, profundidad de enraizamiento.

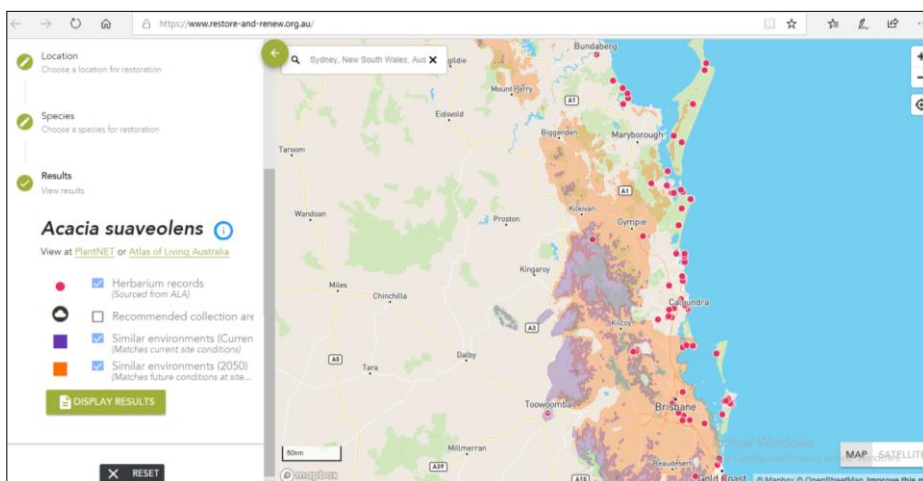
Cortina et al. 2006

DISPONIBILIDAD DE ESPECIES NATIVAS PARA RESTAURACIÓN: CUÁNTAS HAY?





Donde plantar? Cuáles especies?



Rossetto et al. 2018. Restoration Ecology

<https://www.restore-and-renew.org.au/>

MIGRACIÓN ASISTIDA



?

MIGRACIÓN ASISTIDA: Movimiento de especies asistido por humanos a zonas donde las condiciones climáticas proyectadas para el futuro serán las apropiadas para la expansión del rango natural de la especie amenazada. Esta estrategia busca reducir el riesgo de extinción por cambio climático (Vitt et al. 2010)

MIGRACIÓN ALTITUDINAL

Pinus hartwegii

Upwards assisted migration: 400 m to compensate for the predicted change in frost free periods for year 2030 / Migración asistida ascendente: 400 m para compensar el cambio pronosticado en el periodo libre de heladas para el año 2030

Movimiento de *Cedrus libani*; El Líbano (Foto: J. Ovalle, 2013)

ASPECTOS CLAVES:

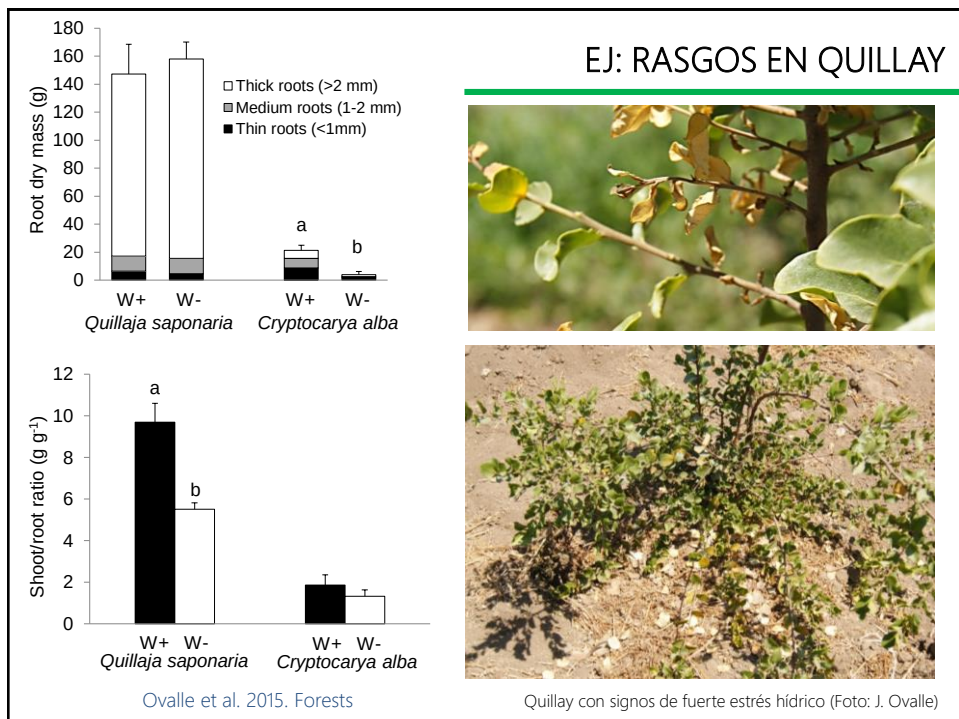
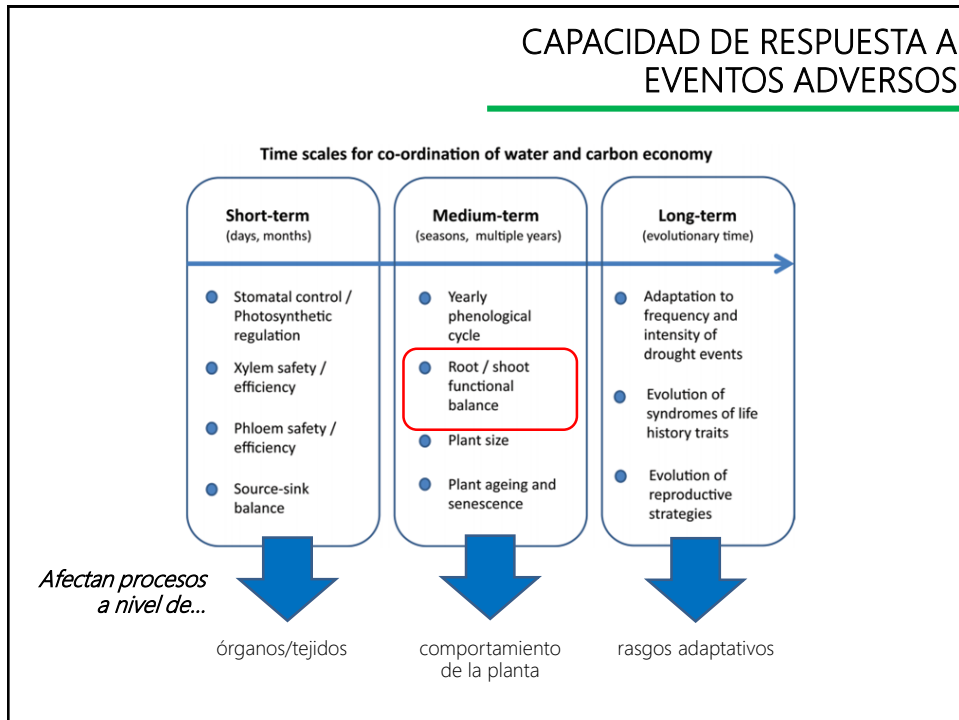
- ✓ Disponibilidad hábitat
- ✓ Estado conservación / amenaza
- ✓ Capacidad migración
- ✓ Tiempo de rotación

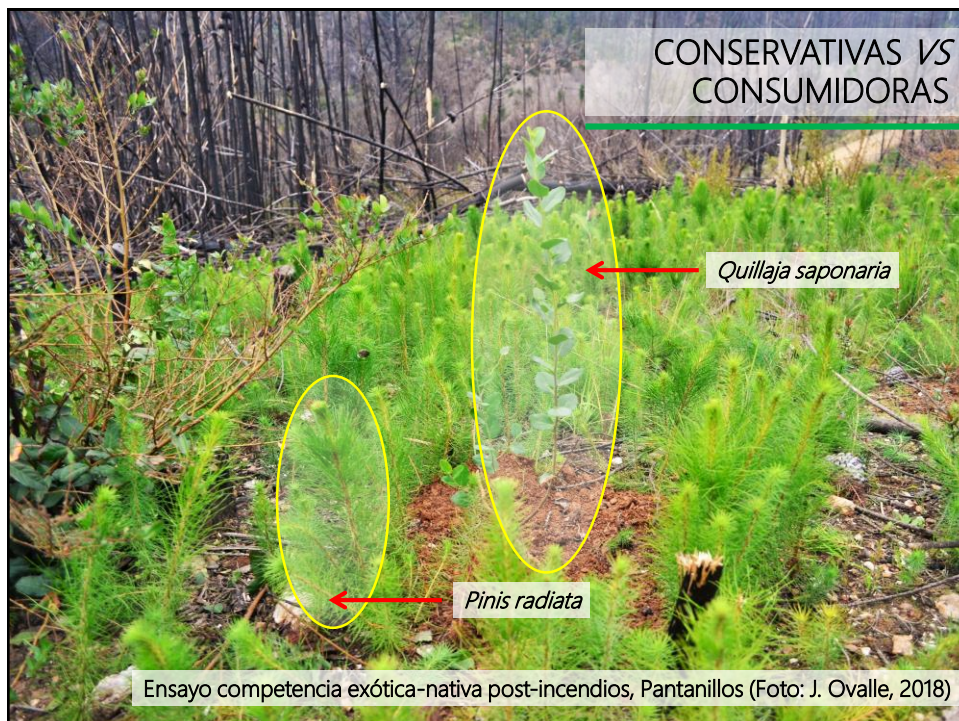
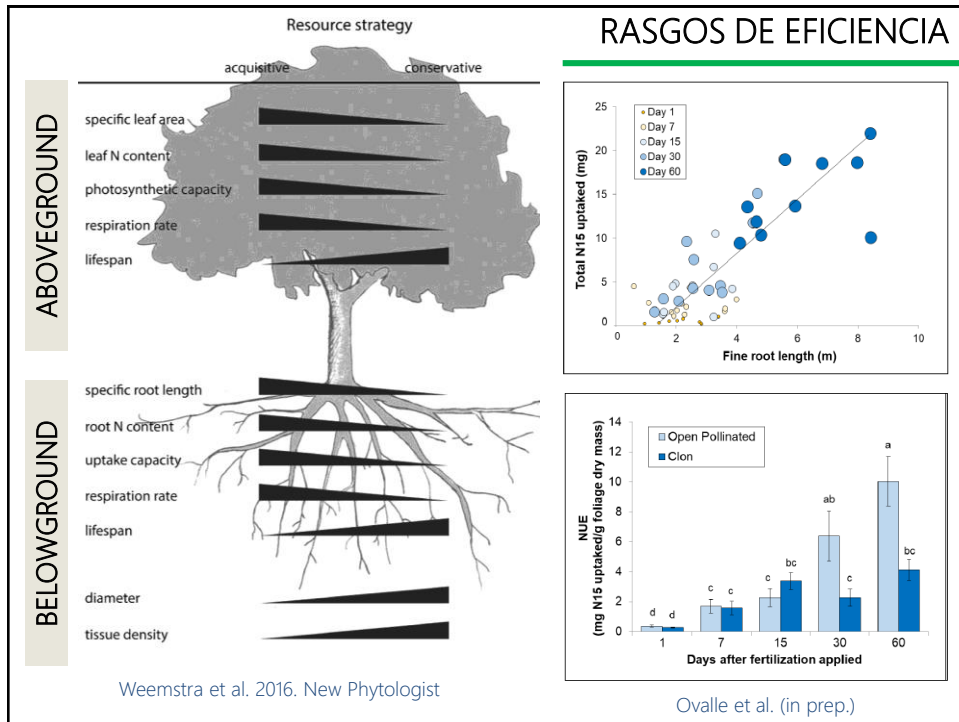
RASGOS FUNCIONALES DE ESPECIES NATIVAS

?

RASGOS FUNCIONALES: Características de los organismos que permiten la adecuación de los mismos a un entorno dado.

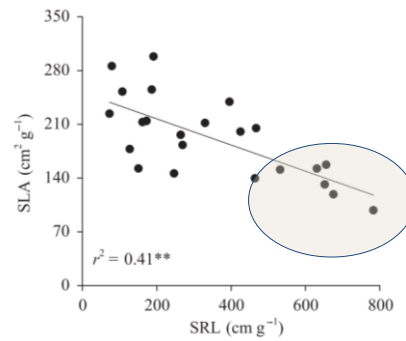
CAPACIDAD DE RESPUESTA A EVENTOS ADVERSOS



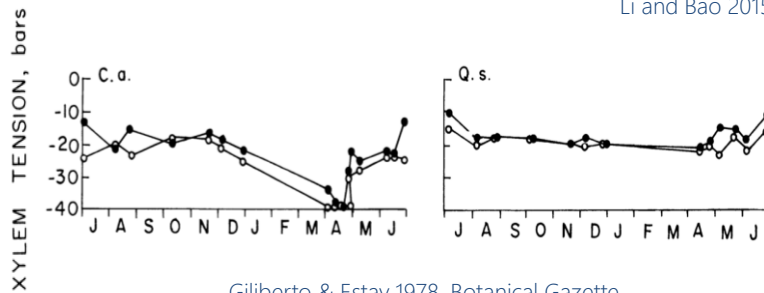


ESTRATEGIAS DE ADQUISICIÓN DE RECURSOS:

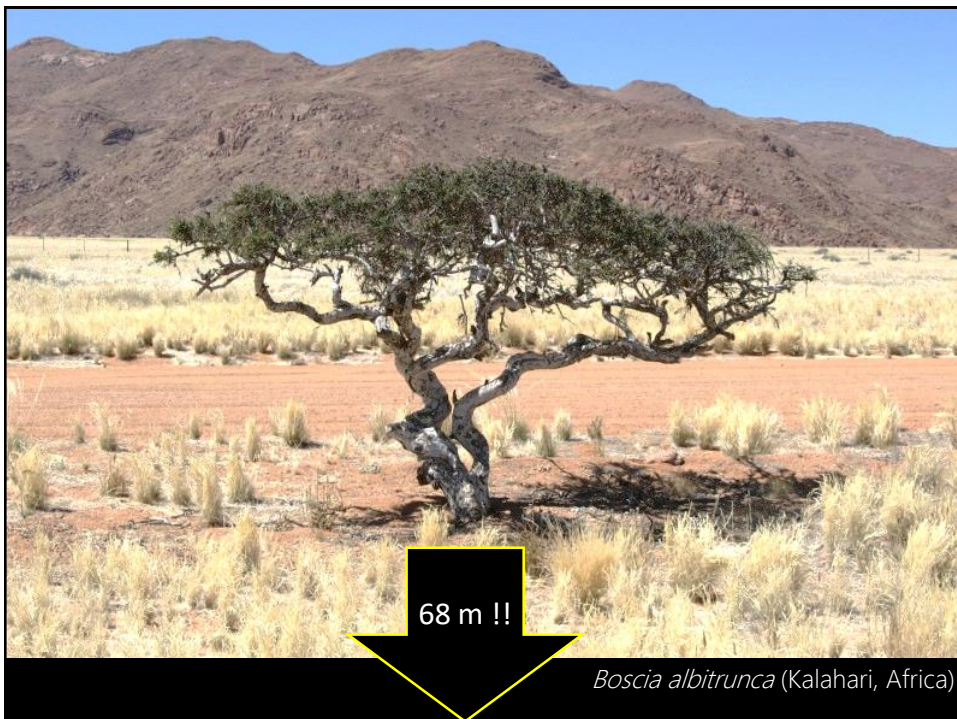
- Economía de C y nutrientes.
- Profundidad de enraizamiento: Acceso a zonas profundas y húmedas del suelo.
- **Ventajas:** Mantención de alto potencial hídrico, mayor tasa de transpiración.



Li and Bao 2015. Ecol. Evol.



Giliberto & Estay 1978. Botanical Gazette.





Prosopis tamarugo (Desierto de Atacama)
Foto: Lucas Burchard



Geoffroea decorticans (Copiapó)
Foto: J. Ovalle (2016)

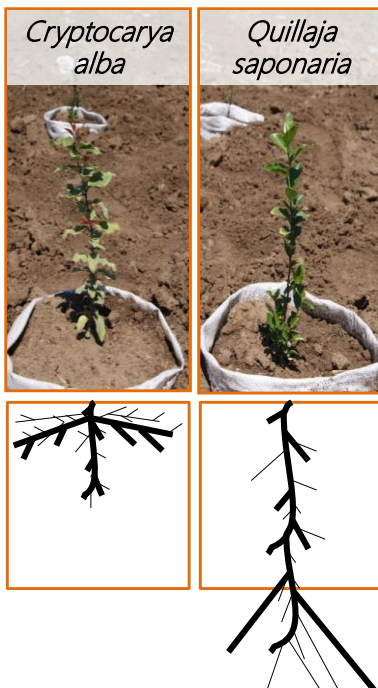


¿Cuál es la significancia funcional de las raíces profundas?

RESPUESTA:

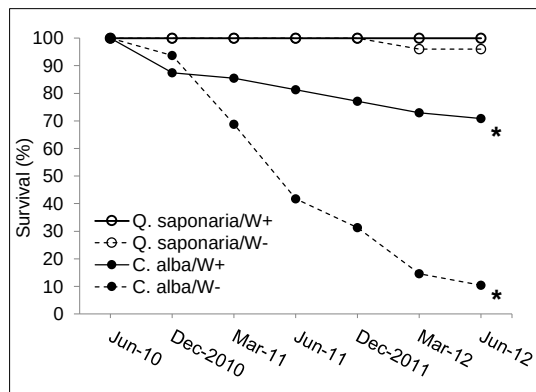
- Estabilidad de tasas de transpiración durante periodos secos (20%).
- Ciclaje de nutrientes percolados en ecosistemas trópicos (NO_3).
- Meteorización material parental (exudaciones).
- Facilitación en ambientes semiáridos (hydraulic lift).

Canadell et al. 1996. Oecologia vol.108

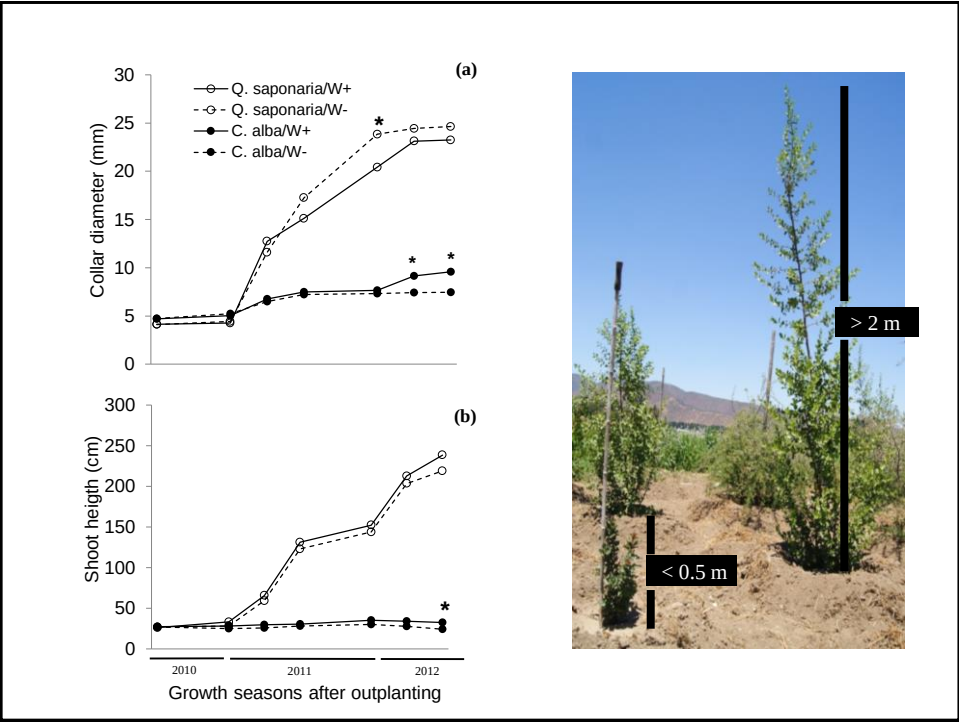


EJEMPLO 1

Selección especies según hábito de enraizamiento



Ovalle et al. 2015. Forests

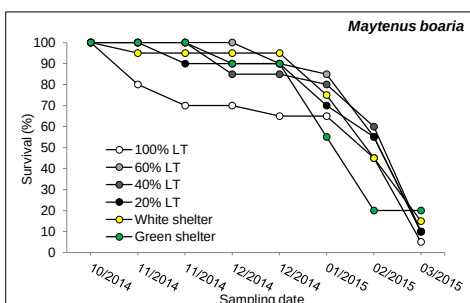
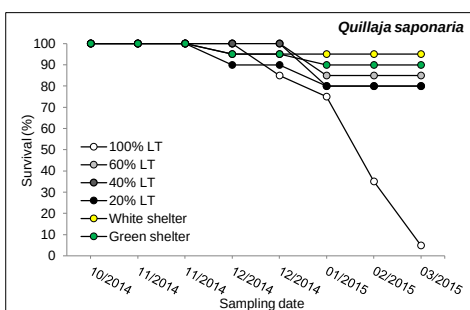


EJEMPLO 2

Control del exceso de radicación en campo



Foto: J. Ovalle



TUBOS PROTECTORES:

- Los tubos protectores tienen un efecto positivo en la sobrevivencia (> 75%).
- Alta mortalidad temprana de la especie menos tolerante (maitén).

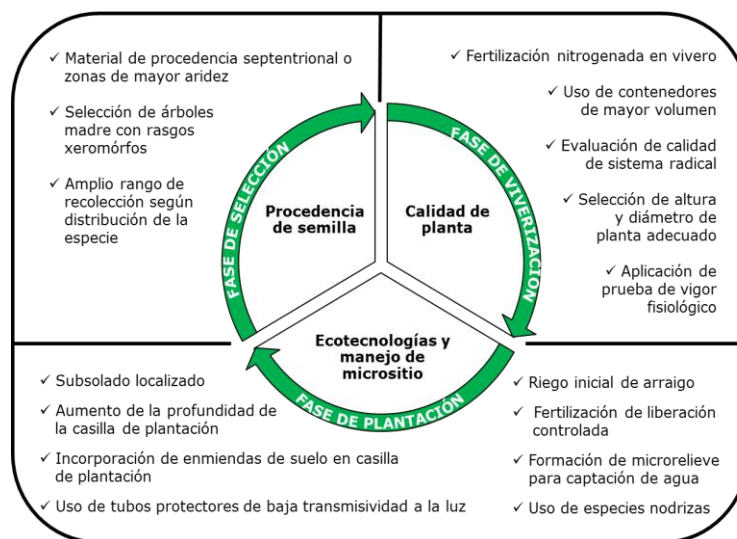
Rojas et al. (in preparation)

MANEJO DE PLANTAS



Foto: J. Ovalle

MANEJO INTEGRAL, CONECTANDO DIFERENTES FASES DE PRODUCCIÓN



Arellano, Ovalle, Valenzuela. 2016. Revista Chile Forestal

CONSIDERACIONES...

$$\text{FENOTIPO} = \text{GENOTIPO} + \text{AMBIENTE}$$

FENOTIPO DE PLANTA
EN VIVERO

↓

"Efecto vivero"
(±15 años)

GENOTIPO

Fuente de semilla
Origen material vegetativo

AMBIENTE DE
PROPAGACIÓN

Ubicación del vivero
Infraestructura del vivero
Prácticas culturales

Landis, 1995

EJEMPLO 3

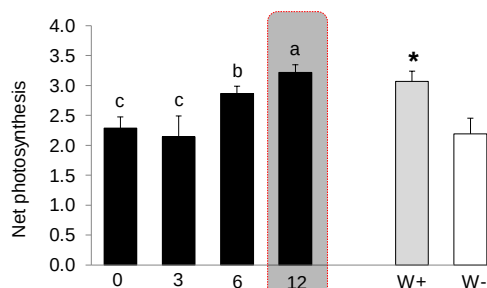
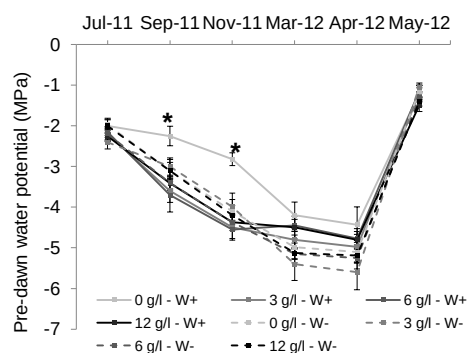
Nutrición y rasgos xerofíticos

RESPUESTA A LA SEQUÍA:

- Fuerte caída pot. hídrico en verano (-4.4 a -5.6 MPa)
- Planta sin fertilización: Planta pequeña, bajo S/R ratio (< 0.4)
- Rápida capacidad de recuperación post-sequía.

Actividad fotosintética:

- Alta [N] y W+: mayor Pn
- Incremento Pn no se refleja en mayor crecimiento radical.



Ovalle et al. 2016. IForest 9: 758-765

CALIDAD DE PLANTA

?

?

CALIDAD DE PLANTA: Planta que alcanza un desarrollo y desempeño óptimo en un sitio determinado, cumpliendo con los objetivos de reforestación o restauración (Duryea, 1985).

"aptitud para el propósito" (Ritchie, 1984)



CALIDAD DE PLANTA



- ✓ **Competencia por luz:** Altura tallo, mayor biomasa aérea, SSD (g cm^{-3}).
- ✓ **Pobre fertilidad suelo:** densidad de raíces finas, arquitectura radical.
- ✓ **Alta demanda evaporativa y estrés hídrico:** Bajo PA:PR, menor biomasa aérea, diámetro de cuello, mayor volumen radical, longitud raíz principal, SRL (m g^{-1}).

RESPUESTA TEMPRANA

Rápido restablecimiento actividad fotosintética

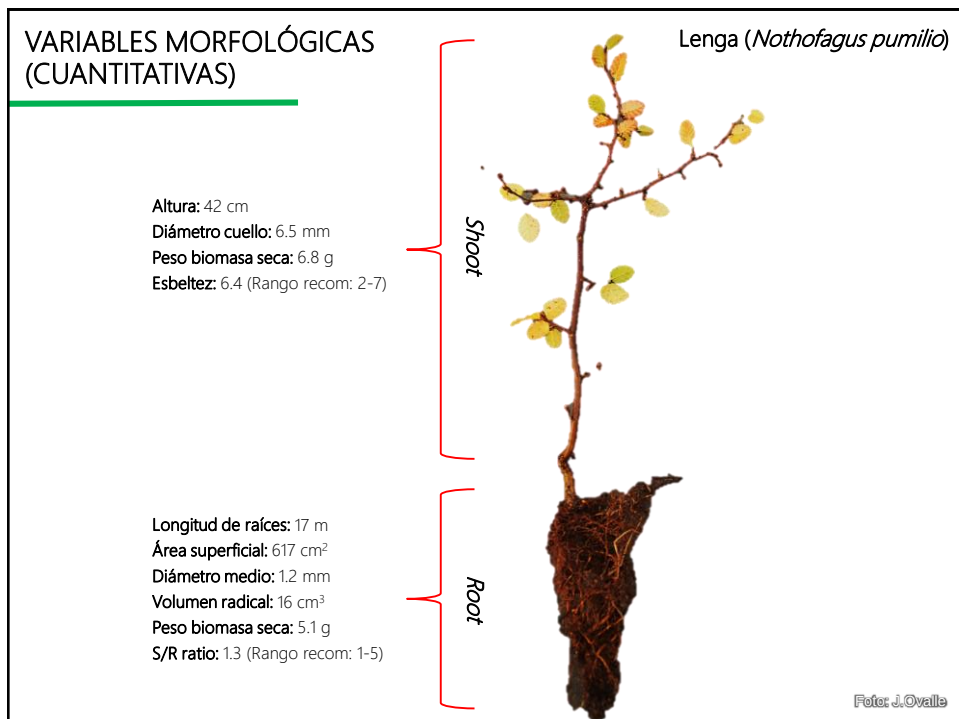
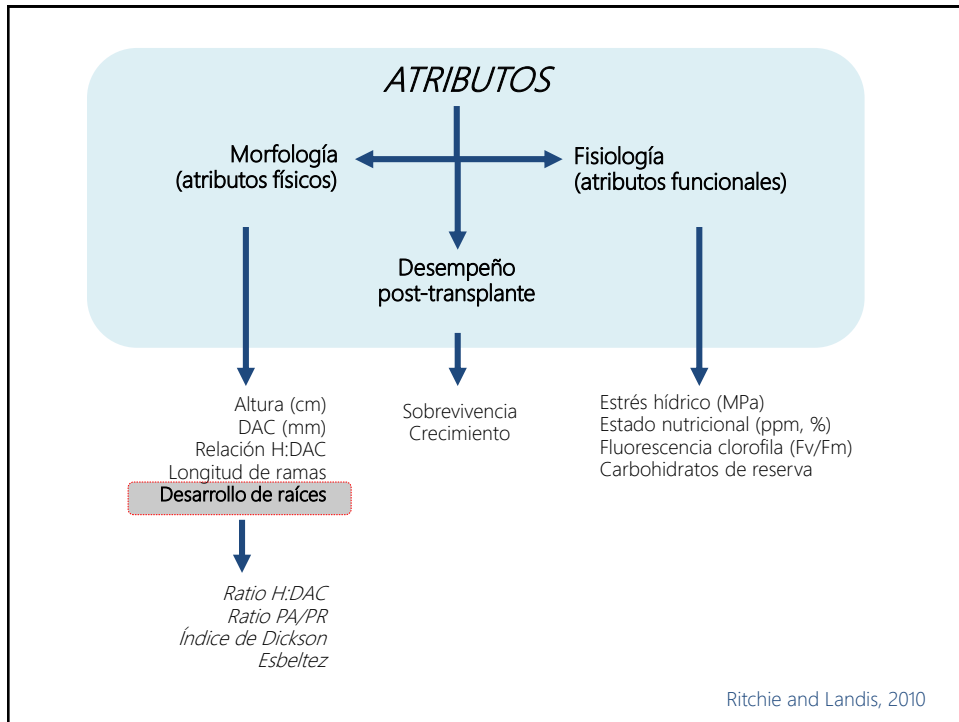


Rápido crecimiento de raíces nuevas post-transplante



SOBREVIVENCIA

Elaboración propia



RESULTADOS

Species	Parameter	Treatment *					F and P-values
		C	T1	T2	T3	T4	
<i>Acacia caven</i>	Root biomass	115.9 ± 29.7	87.8 ± 11.8	77 ± 12.2	109.9 ± 28.0	147.1 ± 31.2	F = 1.26; P = 0.311
<i>Acacia caven</i>	Root number	71 ± 15.0	71 ± 5.0	60 ± 9.0	94 ± 16.0	111 ± 29.0	F = 1.50; P = 0.233
<i>Baccharis linearis</i>	Root biomass	160.9 ± 25.9 a,b	190.8 ± 19.9 a,b	112.4 ± 21.5 a	334.2 ± 32.7 c	233.7 ± 35.3 b	F = 9.15; P < 0.05
<i>Baccharis linearis</i>	Root number	102 ± 17.0 a	149 ± 15.0 a	141 ± 20.0 a	268 ± 35.0 b	240 ± 29.0 b	F = 8.35; P < 0.05

* Treatment codes according to Table 1.

- **Aumento en el volumen (880 ml)** del contenedor afectó de forma diferenciada los parámetros morfológicos de *A. caven* y *B. linearis*.
- Change in root volume distribution (short vs. elongated containers) had the greatest influence on seedling quality than the size of container.
- *A. caven*: Elongated containers produced seedlings with smaller shoot/root ratios, longer taproot and, a greater ability to restart new root growth in deeper strata.

- ✓ **ENTONCES...** No solo el tamaño del contenedor importa, sino tb la distribución del volumen del contenedor para un mismo tamaño.
- ✓ Contenedores especie-específicos, según arquitectura radical.

De la Fuente et al. 2018. Madera & Bosques



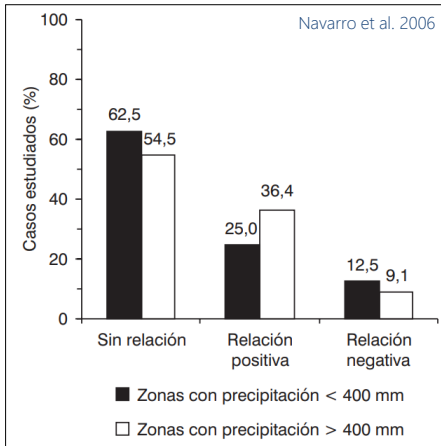
ATRIBUTOS DEL SISTEMA RADICAL Y SU ROL EN LA CALIDAD DE PLANTA



FUNCIONES:

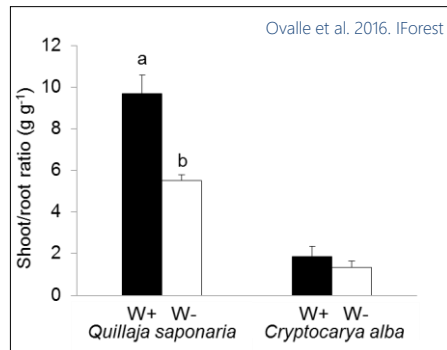
- Anclaje al suelo
- Almacenamiento de NSC
- **Absorción** y conducción de nutrientes y agua
- Síntesis de fitohormonas para control estrés hídrico
- Producción de exudados al medio de crecimiento
- Relaciones simbióticas (*Micorrizas*, *Nódulos rizobios*)

Y POR QUÉ DARLE MAYOR RELEVANCIA A LAS RAÍCES QUE A LA PARTE AÉREA?



➤ Relación entre el **TAMAÑO PL vs. SOBREVIVENCIA** es mayoritariamente nula (60% casos).

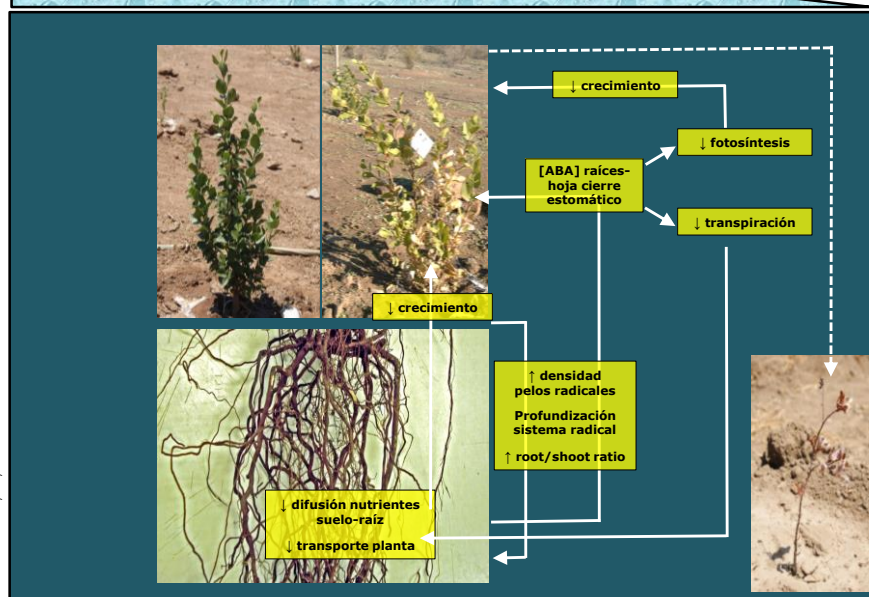
➤ La respuesta es independiente de la condición bioclimática.



➤ La capacidad de respuesta a la sequía en el mediano plazo (temp de crecimiento) es mayor en comparación con la parte aérea, solo en la especie semi-tolerante.

➤ Depende de la especie.

DISPONIBILIDAD DE AGUA



Clave para resistir al 1er periodo estival seco

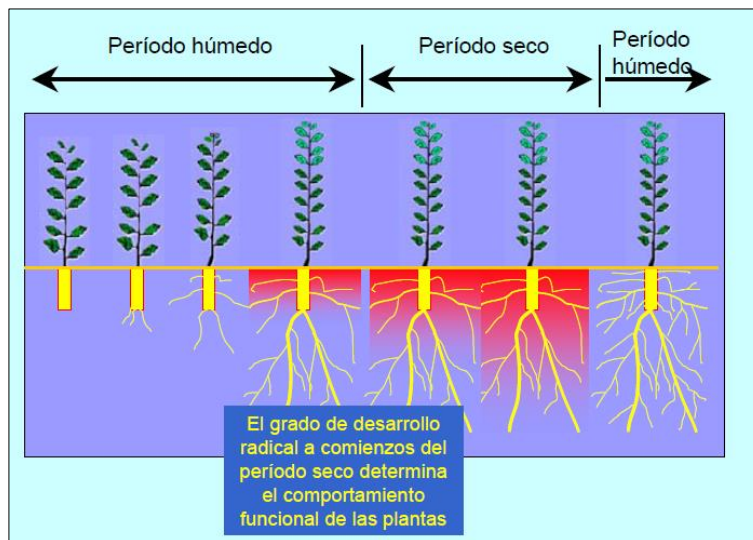
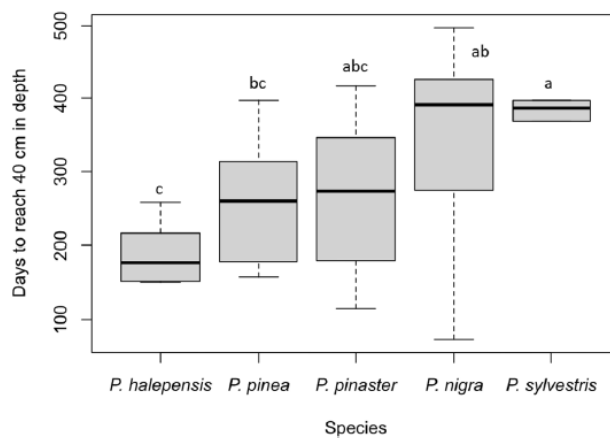


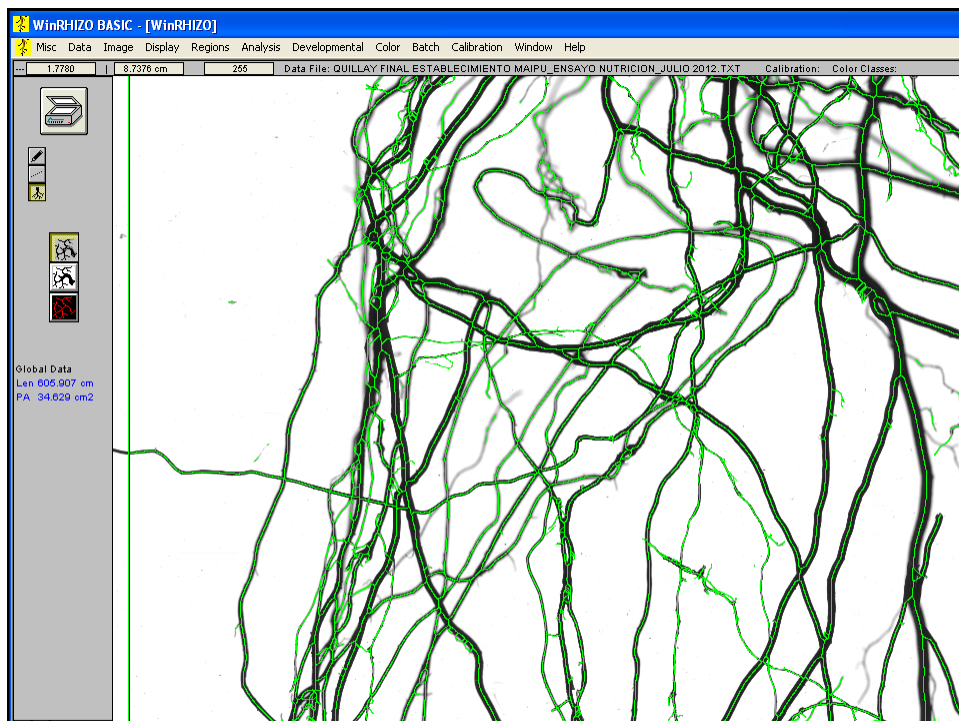
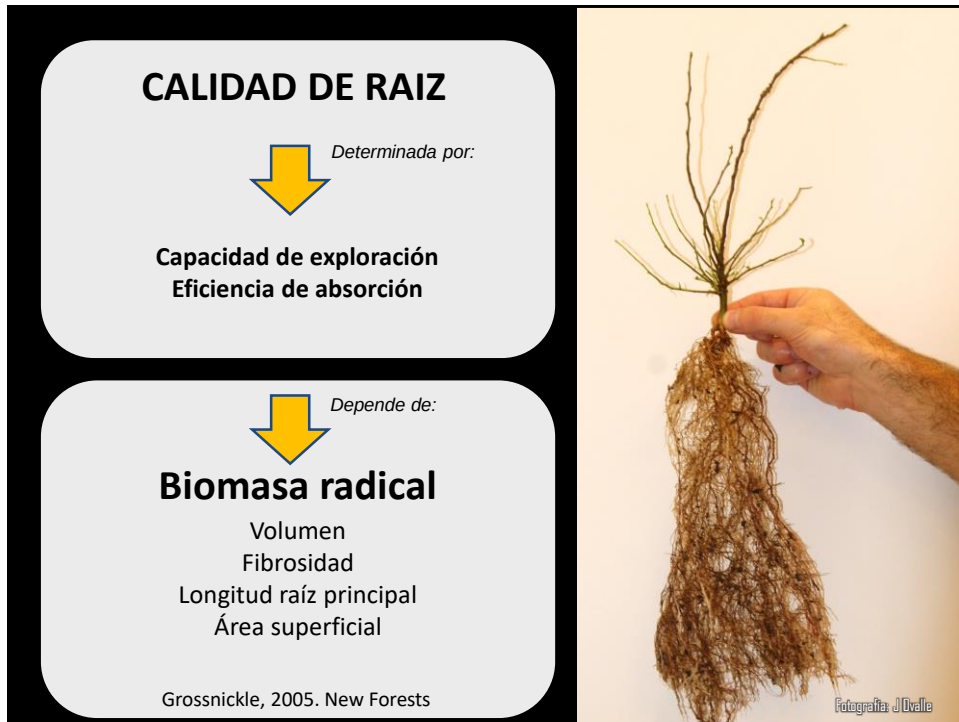
Figura: P. Villar-Salvador

TASAS DE CRECIMIENTO DE RAÍCES

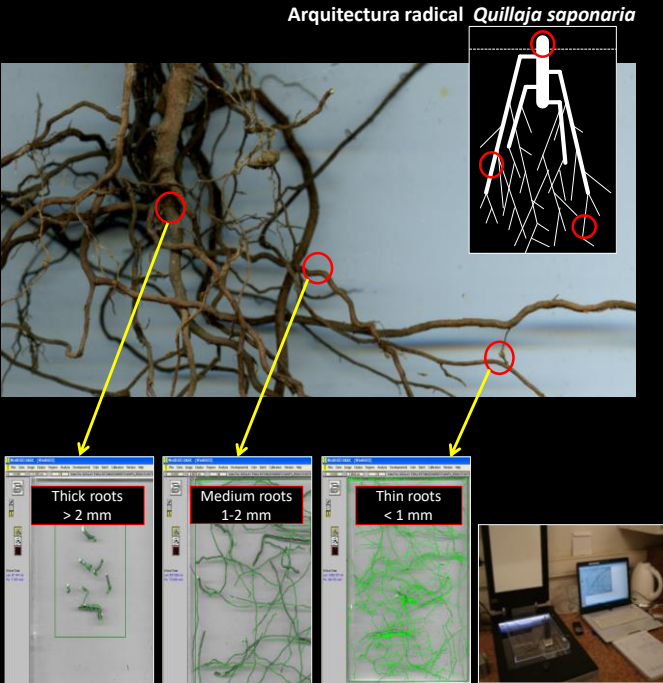


❖ Alcanzar rápidamente los 40 cm de profundidad podría asegurar la sobrevivencia en especies Mediterráneas.

Andivia et al. 2018. Tree Struc Funct



Arquitectura radical *Quillaia saponaria*



CÓMO MEDIR ATRIBUTOS EN RAÍCES ?

- Shoot/root dry mass
- Root length (m)
- Root volume (cm³)
- Root surface area (cm²)
- Root diameter (mm)

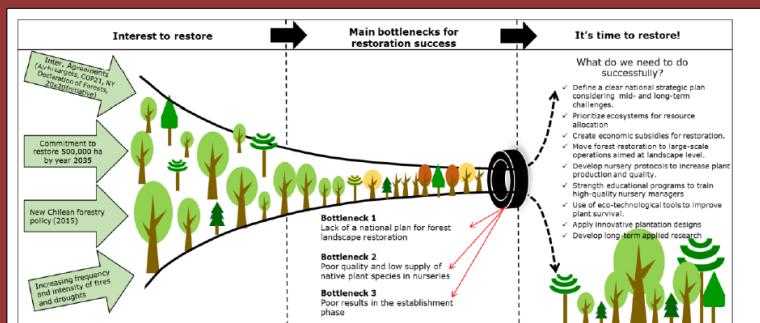
WinRHIZO - Regent Inst.
Inc., Quebec, Canada

PROXIMOS DESAFÍOS



Major bottlenecks for the restoration of natural forests in Chile

- Monitoreo de proyectos de RES a largo plazo.
- RES en áreas prioritarias.
- Estimaciones reales de costos de restaurar.
- Flexibilizar diseños en planes de manejo y compensaciones forestales.
- Aumento del stock de número y diversidad de especies nativas y con atributos de calidad.
- Incentivo a la formación de viveristas y oportunidad de negocio a PYMES.
- Financiar programas de investigación a largo plazo en Universidades y Centros Inv.



Bannister et al. 2018. Restoration Ecology



MENSAJE FINAL

- ✓ Avanzar en conocimiento sobre rasgos funcionales en semillas y sistema radical de especies nativas.
- ✓ Definir el mejor ajuste entre especie-sitio futuro.
- ✓ Diversificar uso de especies en restauración.

Consultas: juan.ovalle@uchile.cl