



*Proyecto “Agente de difusión y extensión tecnológica para pymes y propietarios forestales de la Región del Biobío”*

# IV Curso de Capacitación “Producción de plantas forestales en vivero”

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA PYMES FORESTALES Y PEQUEÑOS Y  
MEDIANOS PROPIETARIOS DE LA REGIÓN DEL BÍO-BÍO

Agosto 2015



# ATRIBUTOS QUE DETERMINAN CALIDAD DE PLANTAS

Manuel Acevedo T.  
Eduardo Cartes R.

Agosto 2015



[Descargar](#) [Ver](#) [Detalles](#)



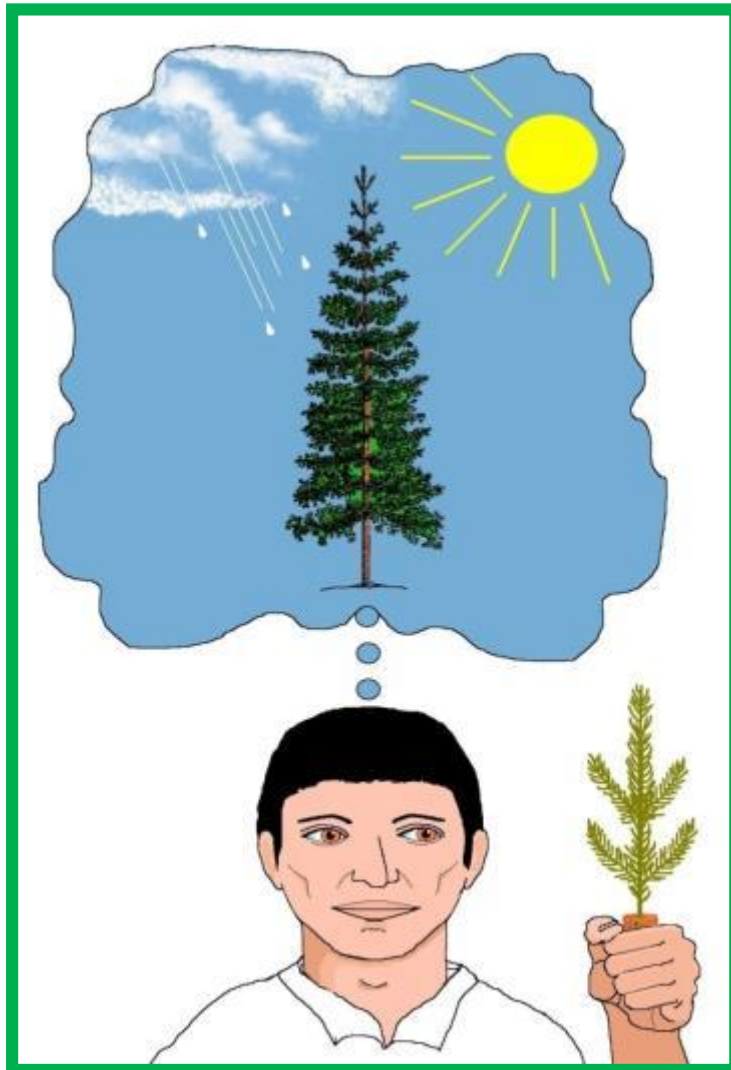
**Escobar (2007). Manual de Viverización de Eucalyptus globulus a raíz cubierta.** *popular!*



[Descargar](#) [Ver](#) [Detalles](#)



René Escobar Rodríguez.



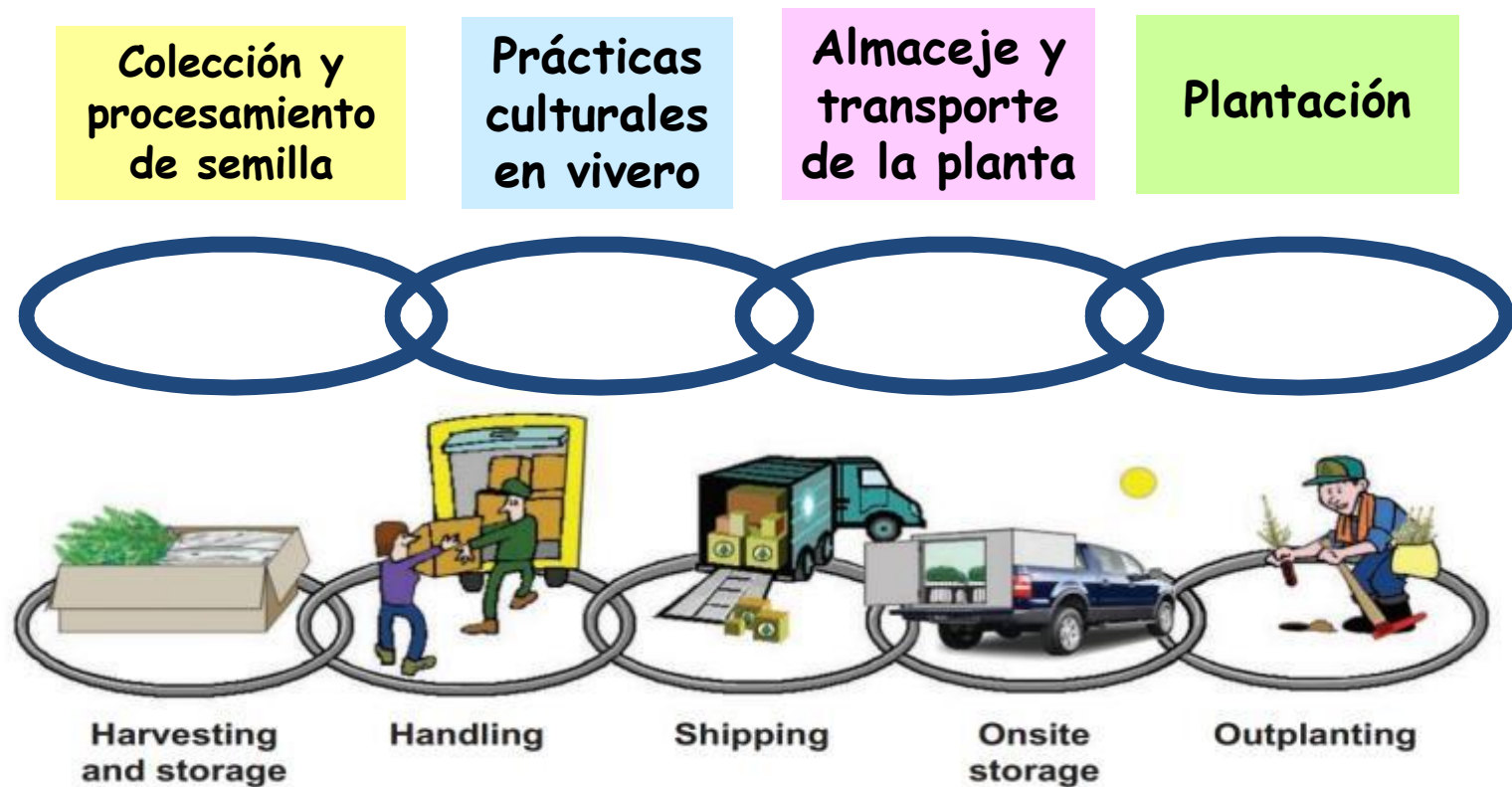
Planta de calidad

- 1) Alta sobrevivencia
- 2) Rápido crecimiento

Duryea y MacClain, 1984

## La "Cadena" que Representa la Calidad de Planta

El éxito de una plantación depende de una Cadena de Eventos Relacionados





# La planta Ideal: Puntos a considerar

## 1. Objetivos del Proyecto de Plantación

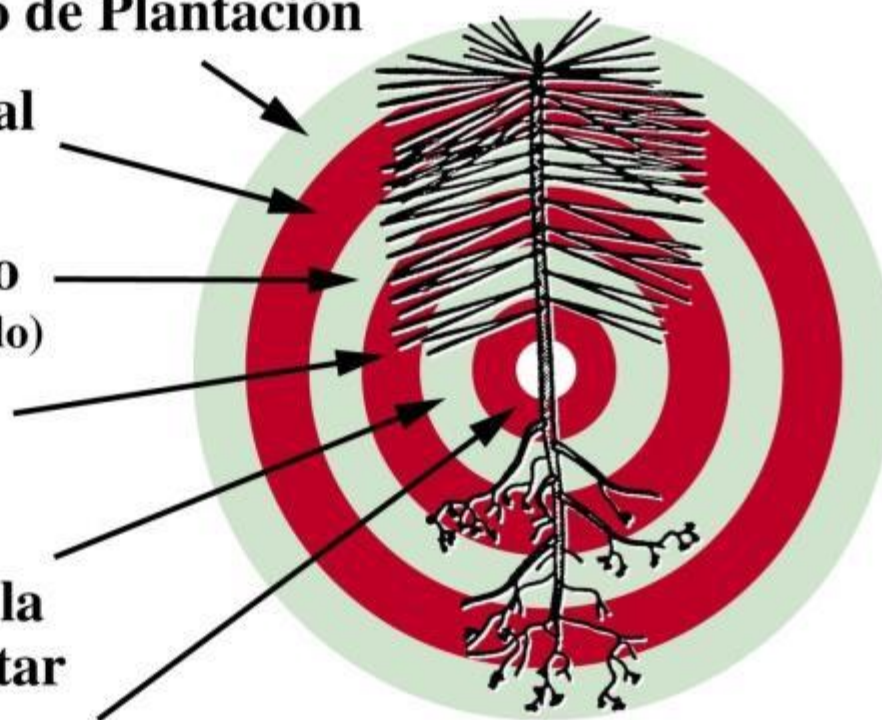
## 2. Tipo de Material Vegetal (Semilla, Esqueje o Planta)

## 3. Origen de las Semillas o Esquejes (Local o Mejorado)

## 4. Factores Limitantes del Sitio de Plantación

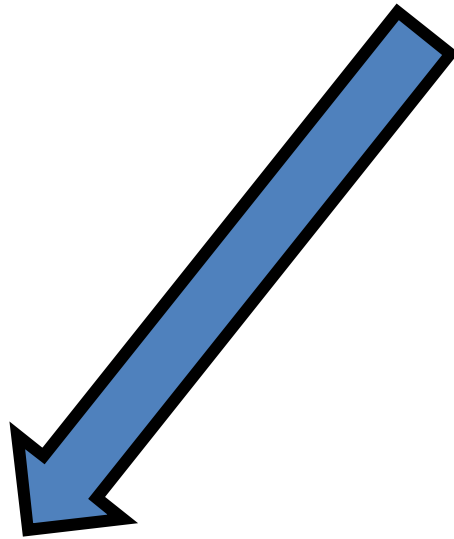
## 5. Intervalo de Tiempo de la Mejor Época para Plantar

## 6. Tipo de Herramienta Utilizada para Plantar





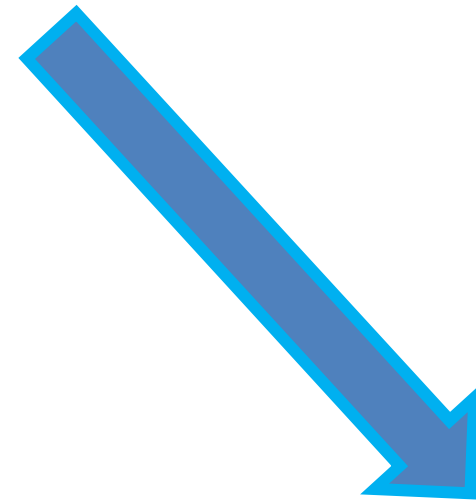
## Atributos de plantas



**Comportamiento**



**Morfológicos**



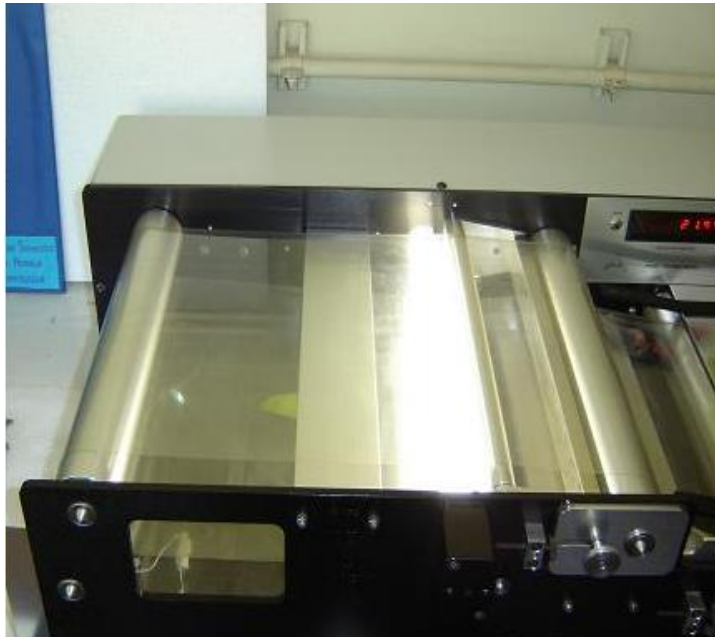
**Fisiológicos**

Morfología válida sólo cuando hay **IGUAL** condición fisiológica



● Longitud de tallo





Planímetro



## Area foliar

El área foliar es la sumatoria del área de todas las hojas (acículas) presentes en la planta.

● Diámetro de cuello

Es uno de los atributos más fáciles de medir en vivero y tiene muy buena correlación con el comportamiento en campo posterior.



Pie de metro



Balanza



Biomásas

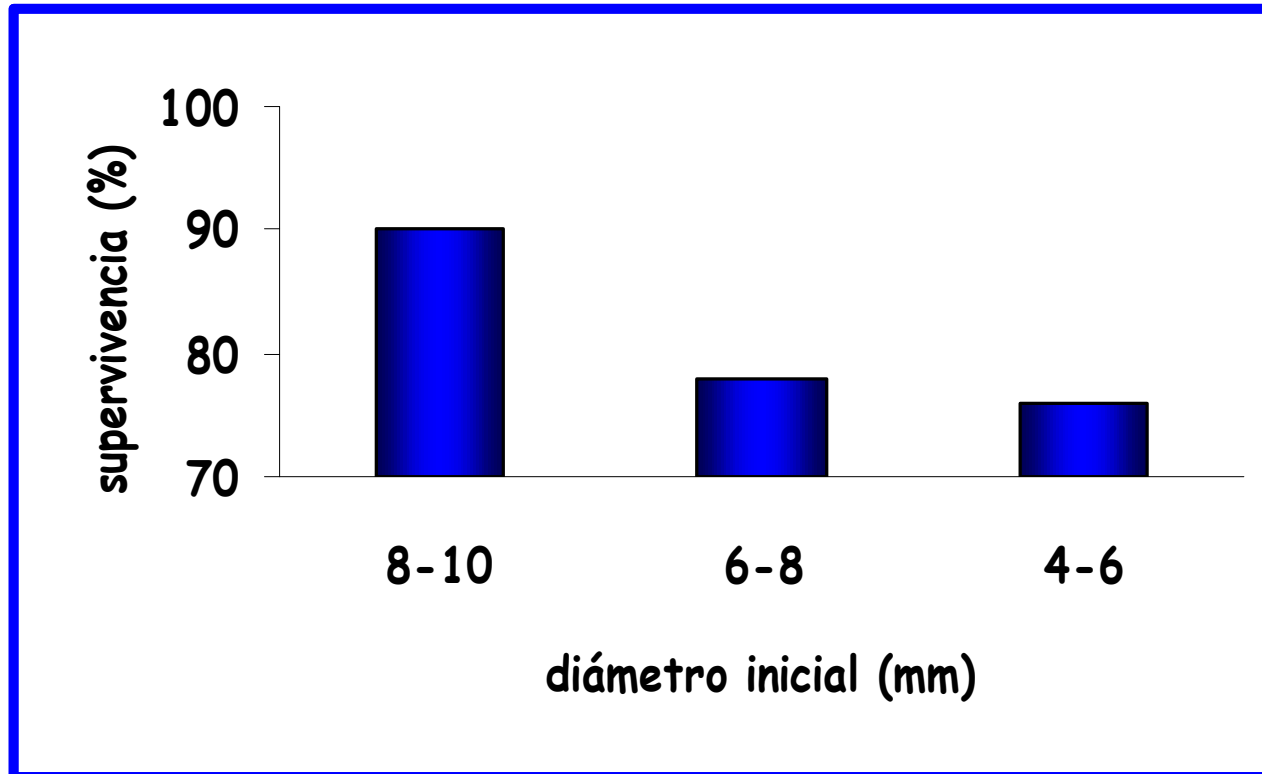


Horno de secado

65 °C



## Importancia del DAC

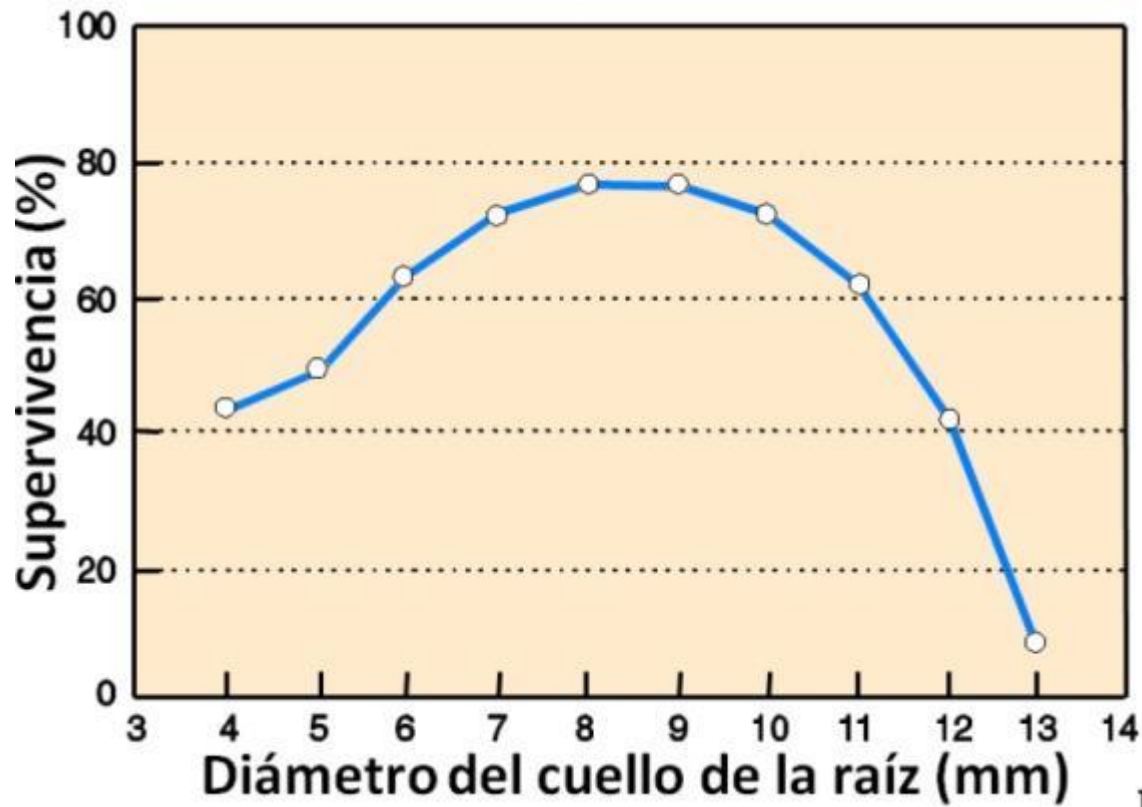


Relación entre diámetro de cuello inicial de plantas y supervivencia en el sitio de plantación.





## Importancia del DAC



Fuente: Ritchie, 2010





# Atributos plantas raíz desnuda



- **Diámetro:** > 5 mm
- **Altura:** 30 - 35 cm

- **Diámetro:** > 6 mm
- **Altura:** 30 - 40 cm



## Atributos plantas raiz cubierta



- **Diámetro:** > 3 mm
- **Altura:** 25 - 30 cm

- **Diámetro:** > 3.5 mm
- **Altura:** 25 - 35 cm

Factores que afectan estos atributos

● **Volumen contenedor y densidad de cultivo**

En general a mayor volumen de contenedor se obtienen plantas de mayores dimensiones.

Respecto de la densidad del cultivo, las respuestas a mayor densidad promueven plantas más altas pero más delgadas, similar a lo que ocurre con las plantaciones en campo con dicha variable. Y menores densidades promueven plantas de mayor diámetro.



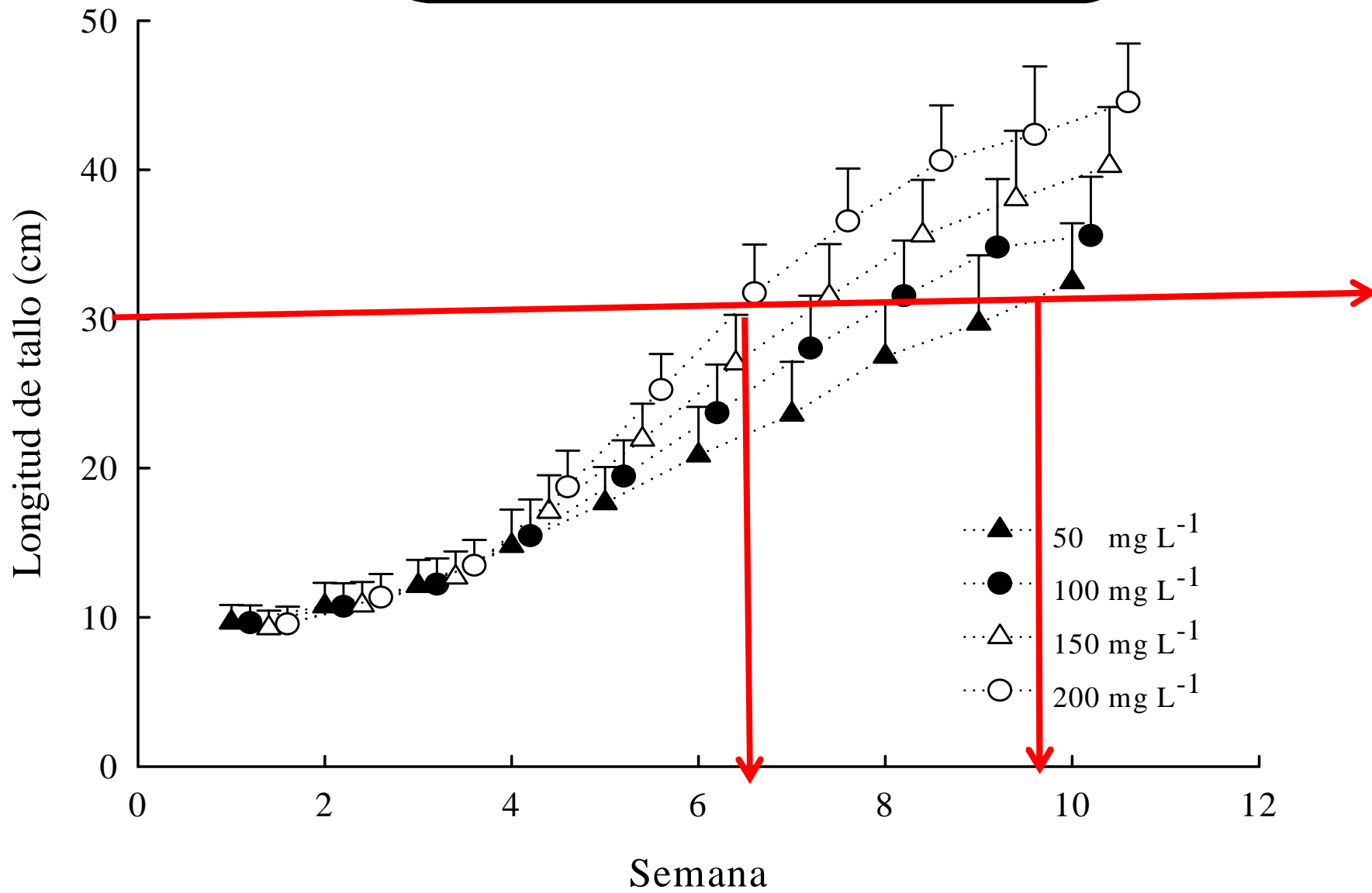
# FERTILIZACIÓN





# Ensayo fertilización 1

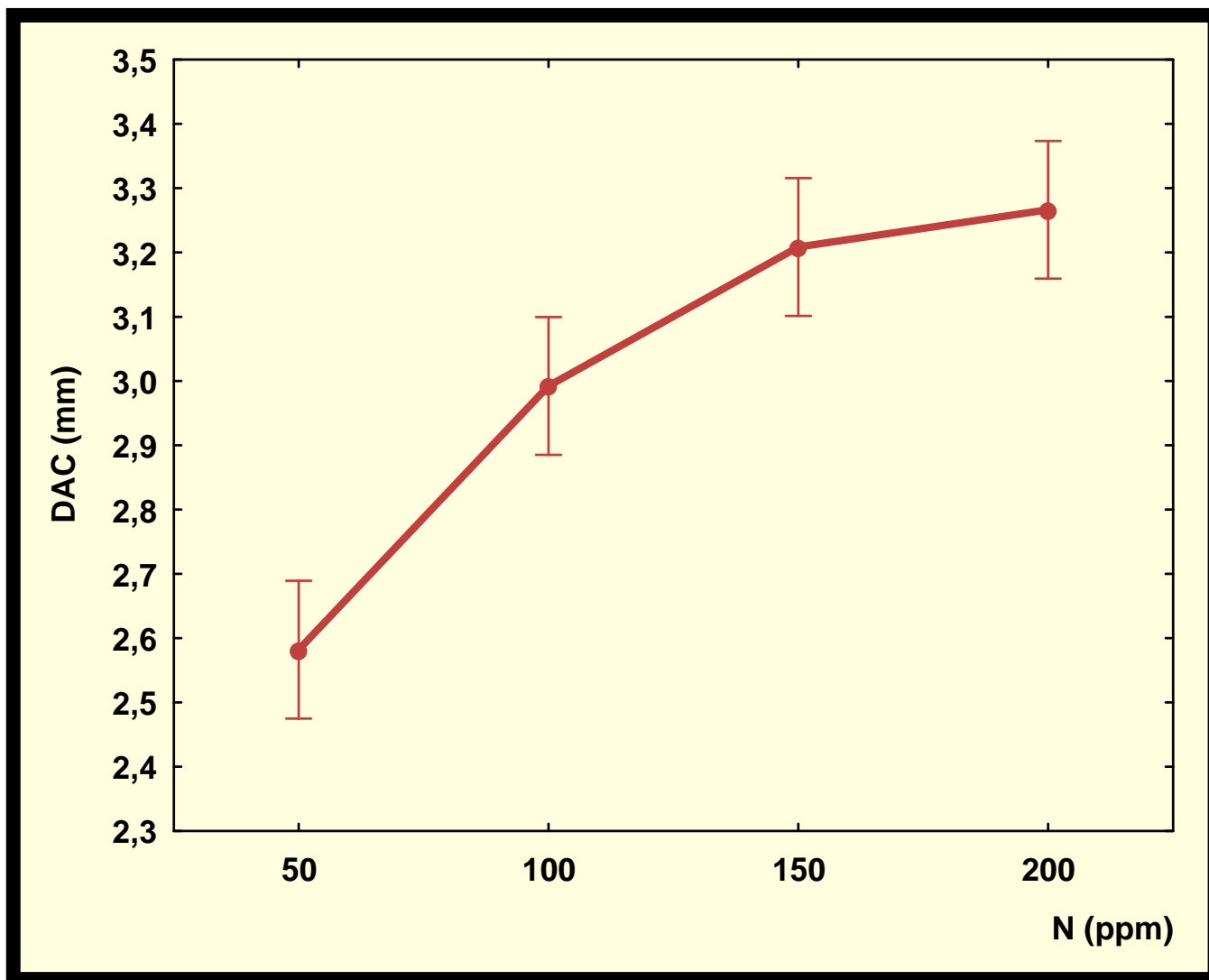
(Monsalve, 2006)





# Ensayo fertilización 1

(Monsalve, 2006)

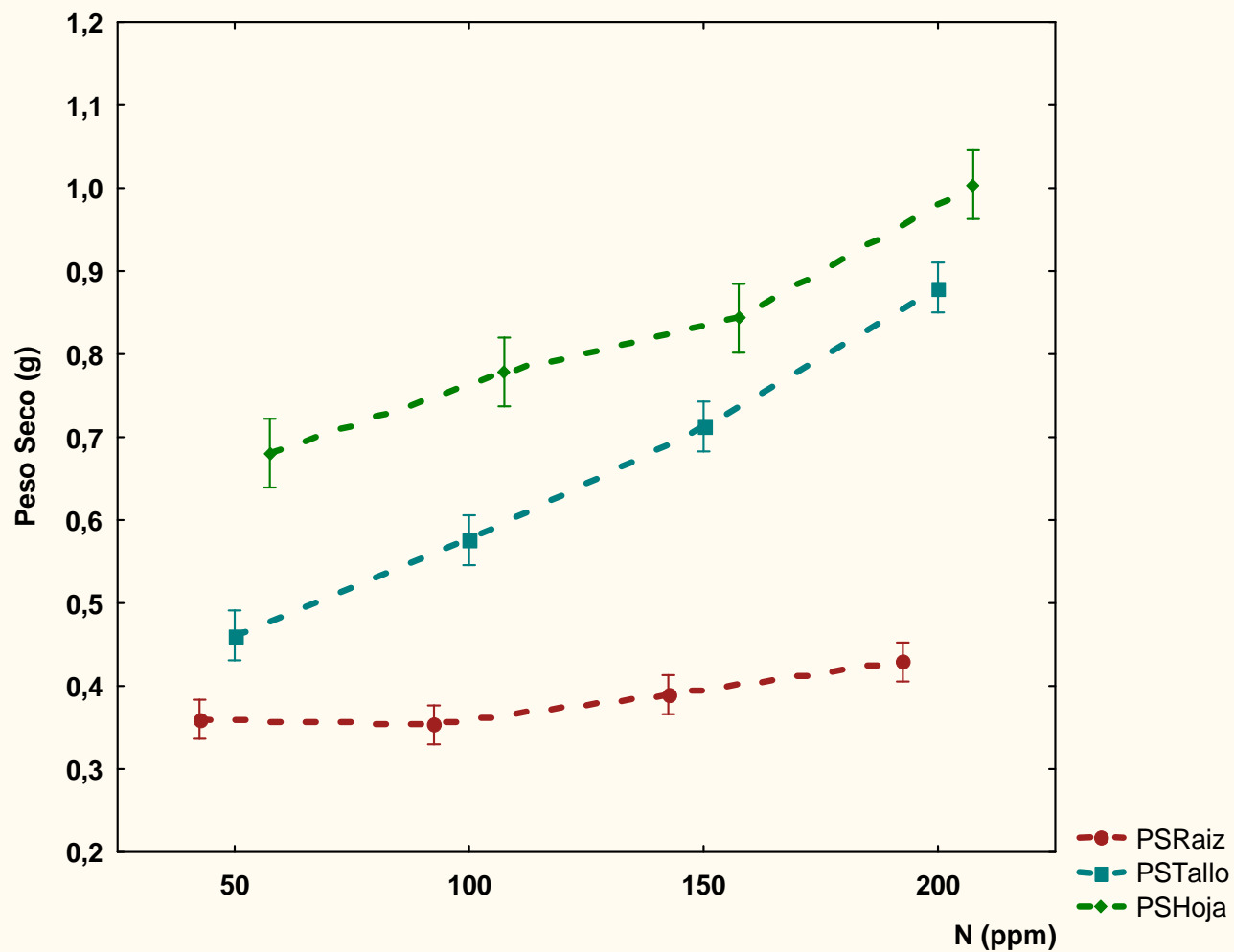


Respuesta obtenidas al final de proceso de viverización, durante el cual se fertilizó diferencialmente, en este caso respuesta en diámetro a la altura del cuello (DAC).



# Ensayo fertilización 1

(Monsalve, 2006)

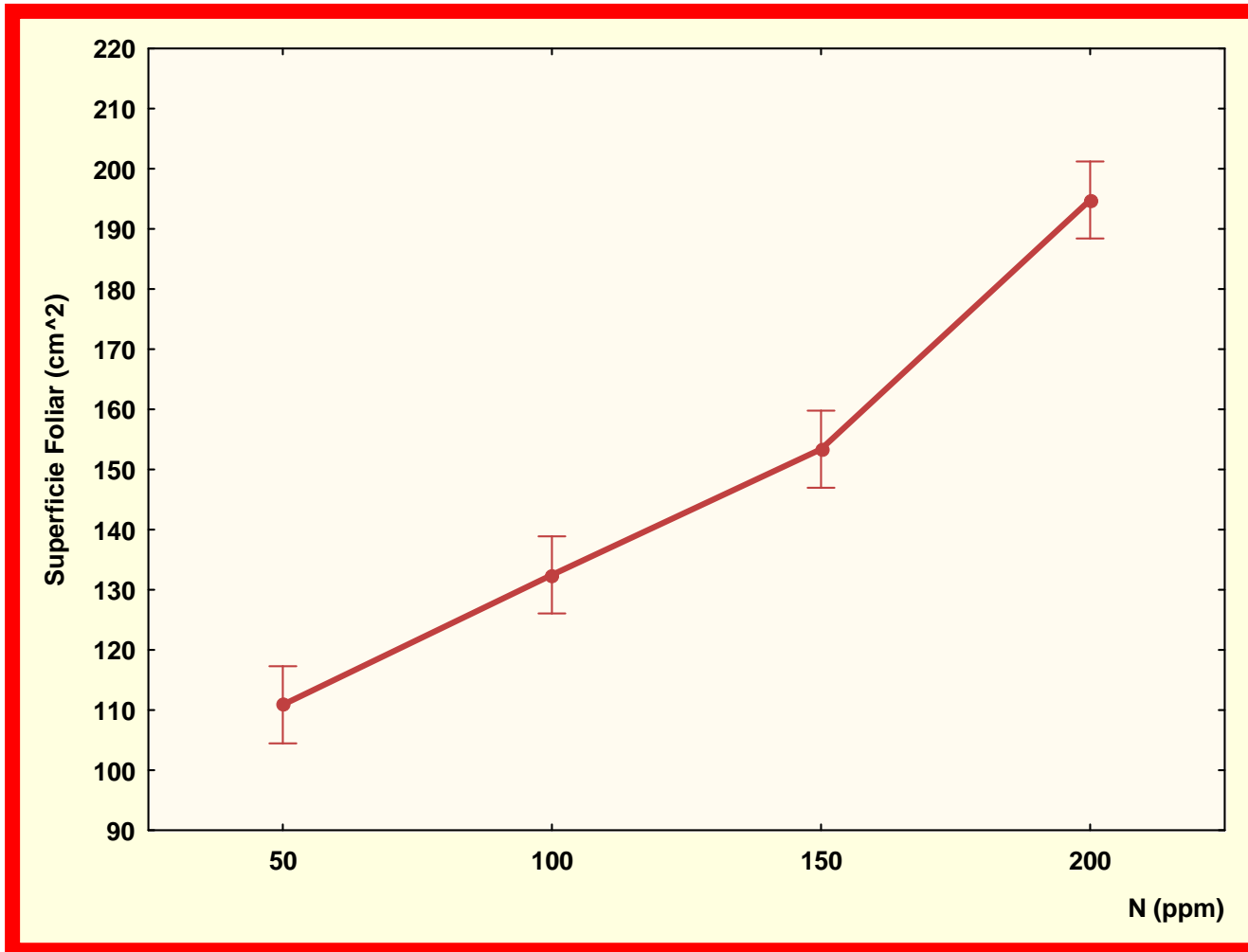


Respuesta obtenidas al final de proceso de viverización, durante el cual se fertilizó diferencialmente, en este caso respuesta en peso seco de tallo, raíz y follaje.



# Ensayo fertilización 1

(Monsalve, 2006)



Respuesta obtenidas al final de proceso de viverización, durante el cual se fertilizó diferencialmente, en este caso respuesta en superficie foliar

Esta variable fue presentó la mayores respuesta a la fertilización nitrogenada



# Ensayo fertilización 2

(Acevedo, 2010)

Concentración de elementos (mg L<sup>-1</sup>) para los distintos tratamientos.

	<u>N</u>	<u>P</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>S</u>
N <sub>1</sub>	50	60	100	80	40	60
N <sub>2</sub>	150	60	100	80	40	60
N <sub>3</sub>	300	60	100	80	40	60
N <sub>4</sub>	450	60	100	80	40	60
N <sub>5</sub>	600	60	100	80	40	60





## Ensayo fertilización 2

*E. globulus*

*E. nitens*

Para una misma concentración de fertilizantes en diferentes especies se esperan diferentes respuestas en crecimiento.

(Acevedo y Rubilar, 2010)



## Ensayo fertilización 2

300 mg L<sup>-1</sup>

*E. globulus*

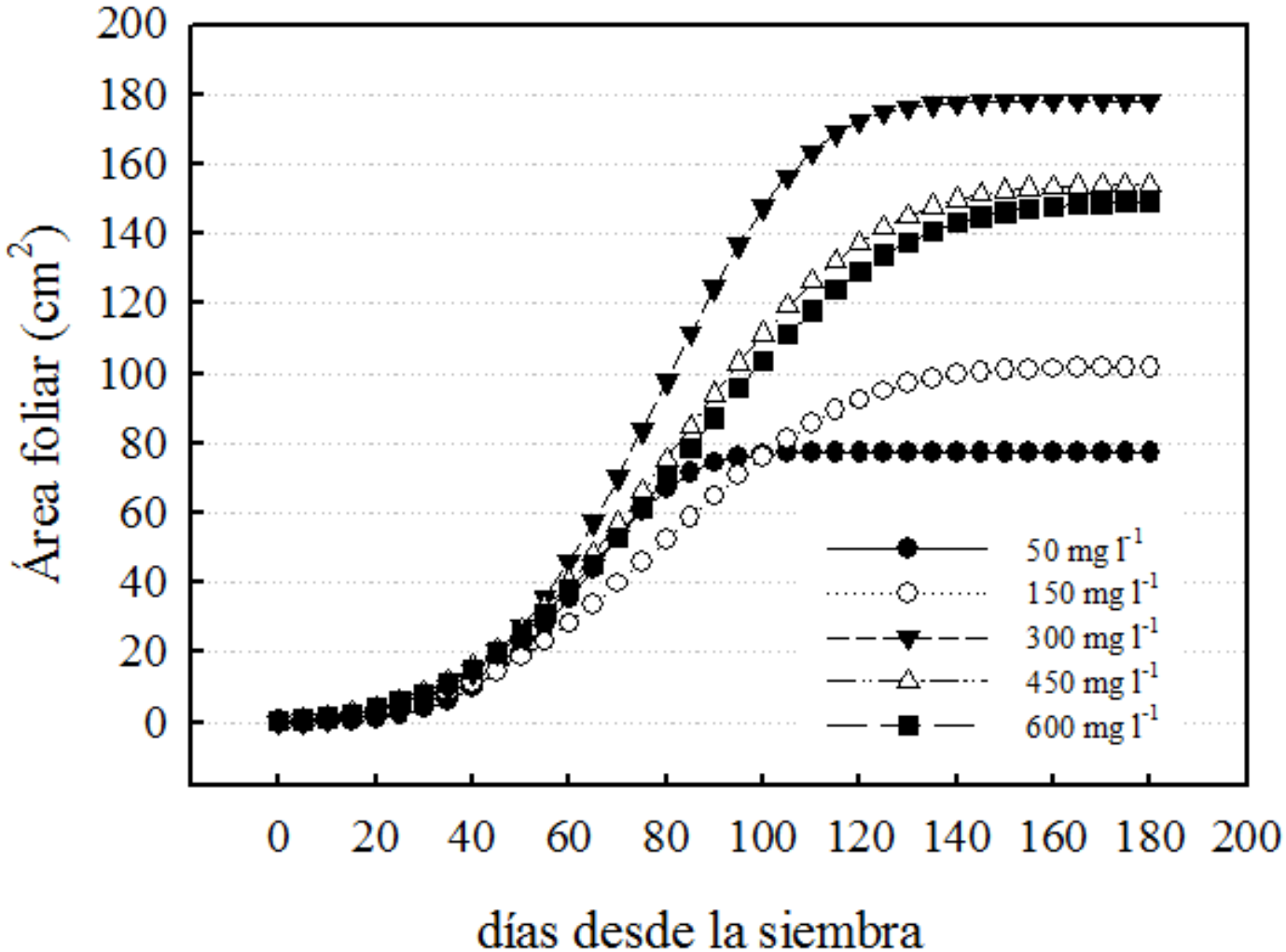
50 mg L<sup>-1</sup>

Diferentes  
concentraciones de  
fertilizantes en la  
misma especie

(Acevedo y Rubilar, 2010)



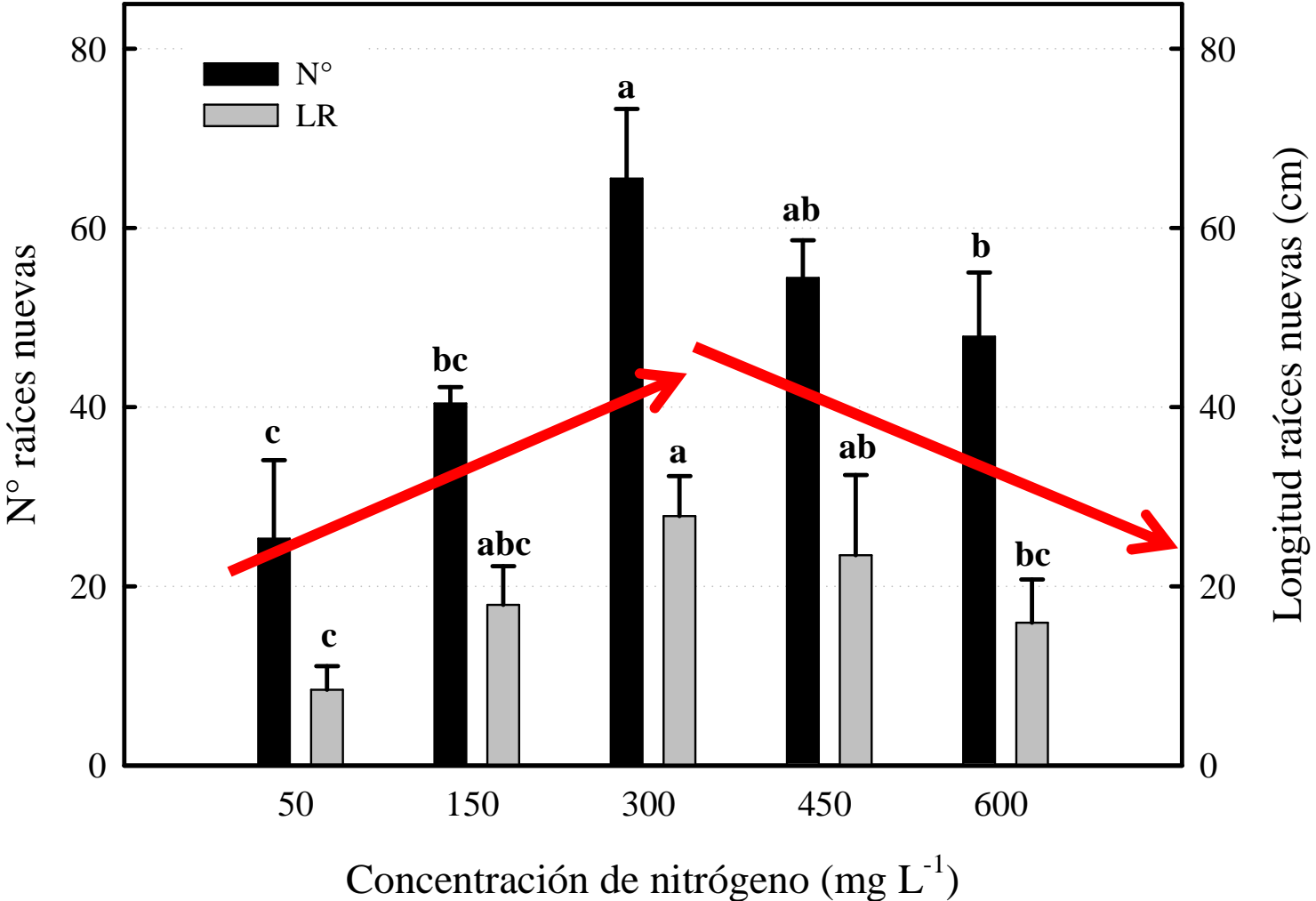
# Efecto sobre el área foliar



(Acevedo y Rubilar, 2010)



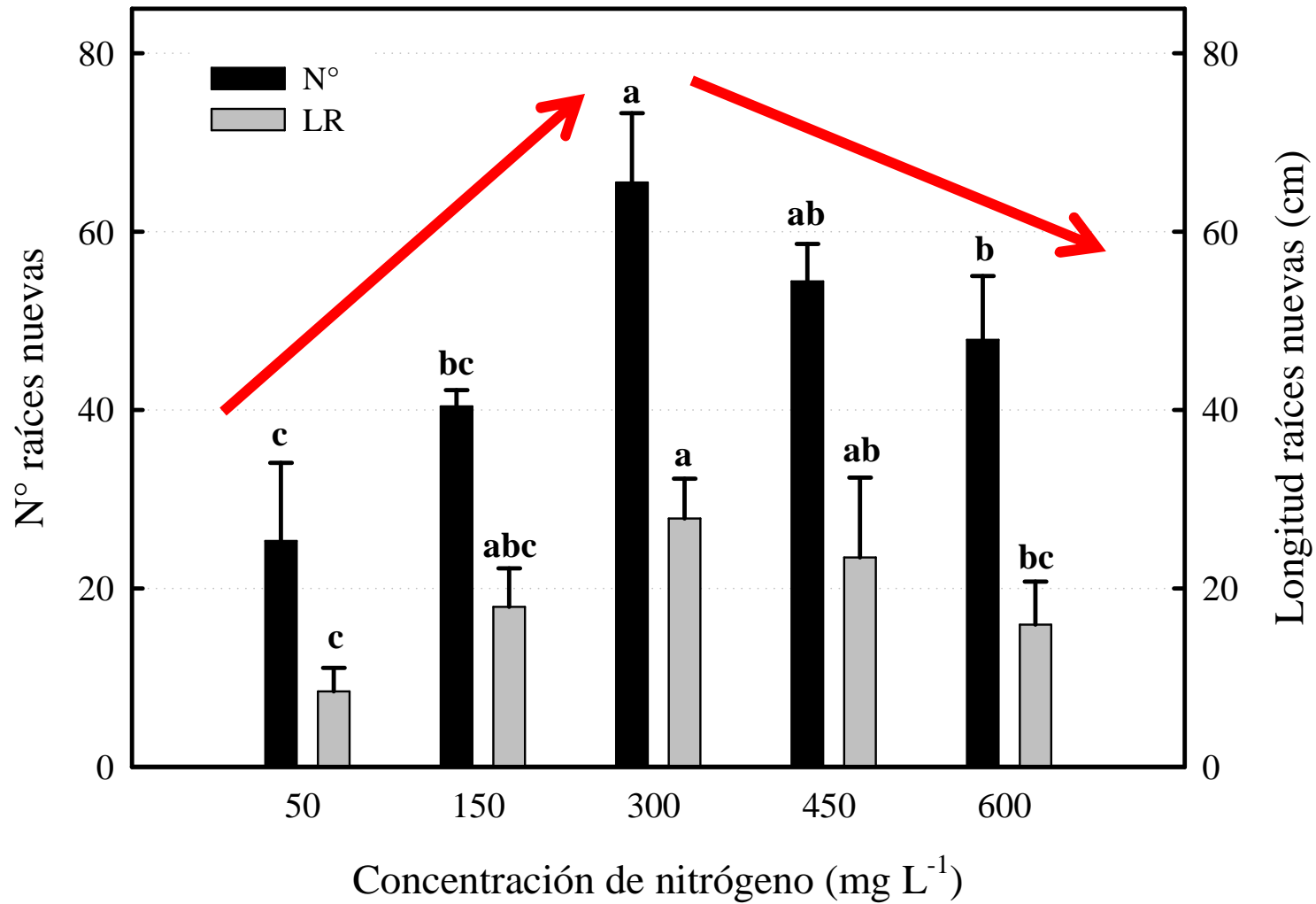
# Potencial de crecimiento radicular



(Acevedo y Rubilar, 2010)



# Potencial de crecimiento radicular



(Acevedo y Rubilar, 2010)



# Potencial de Crecimiento Radicular

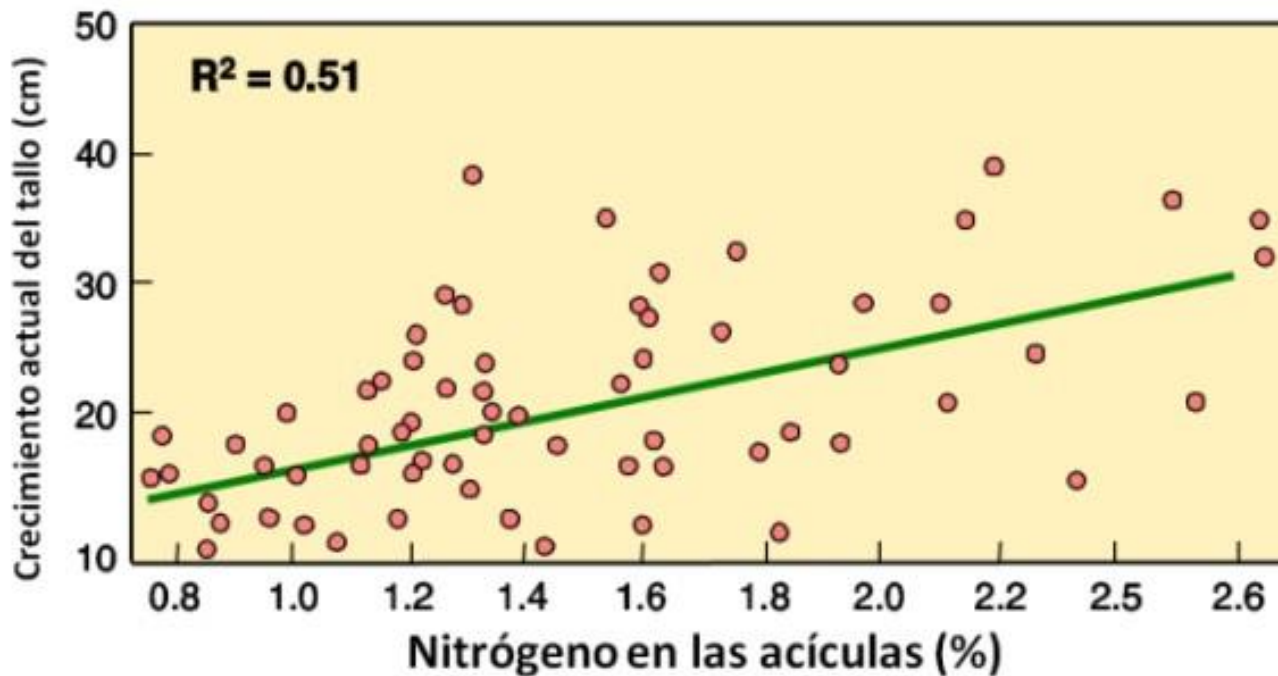
**Cuadro 7.2.11** La escala del índice de crecimiento de raíz (ICR) desarrollado por Tanaka *et al.* (1997) para cuantificar el crecimiento radical, siguiendo la prueba del potencial de crecimiento de la raíz (PCR).

Índice de crecimiento de la raíz (ICR)	Número de nuevas raíces de 1 cm o mayor
0	Ninguna
1	Algunas, pero ninguna > a 1 cm
2	1-3
3	4-10
4	11-30
5	31-100
6	101-300
7	Más de 300

Fuente: Ritchie, 2010

*Eucalyptus globulus* (cuttings, Portugal)  
(Fernández, 2007)

12,6 mg L<sup>-1</sup> N vivero → 40% supervivencia campo  
125 mg L<sup>-1</sup> N vivero → 80% supervivencia campo



*Picea sitchensis*

a los 3 años después  
de haber sido  
establecida en campo

Fuente: Ritchie, 2010



# Ensayo riego

(Urrutia, 2006)



---

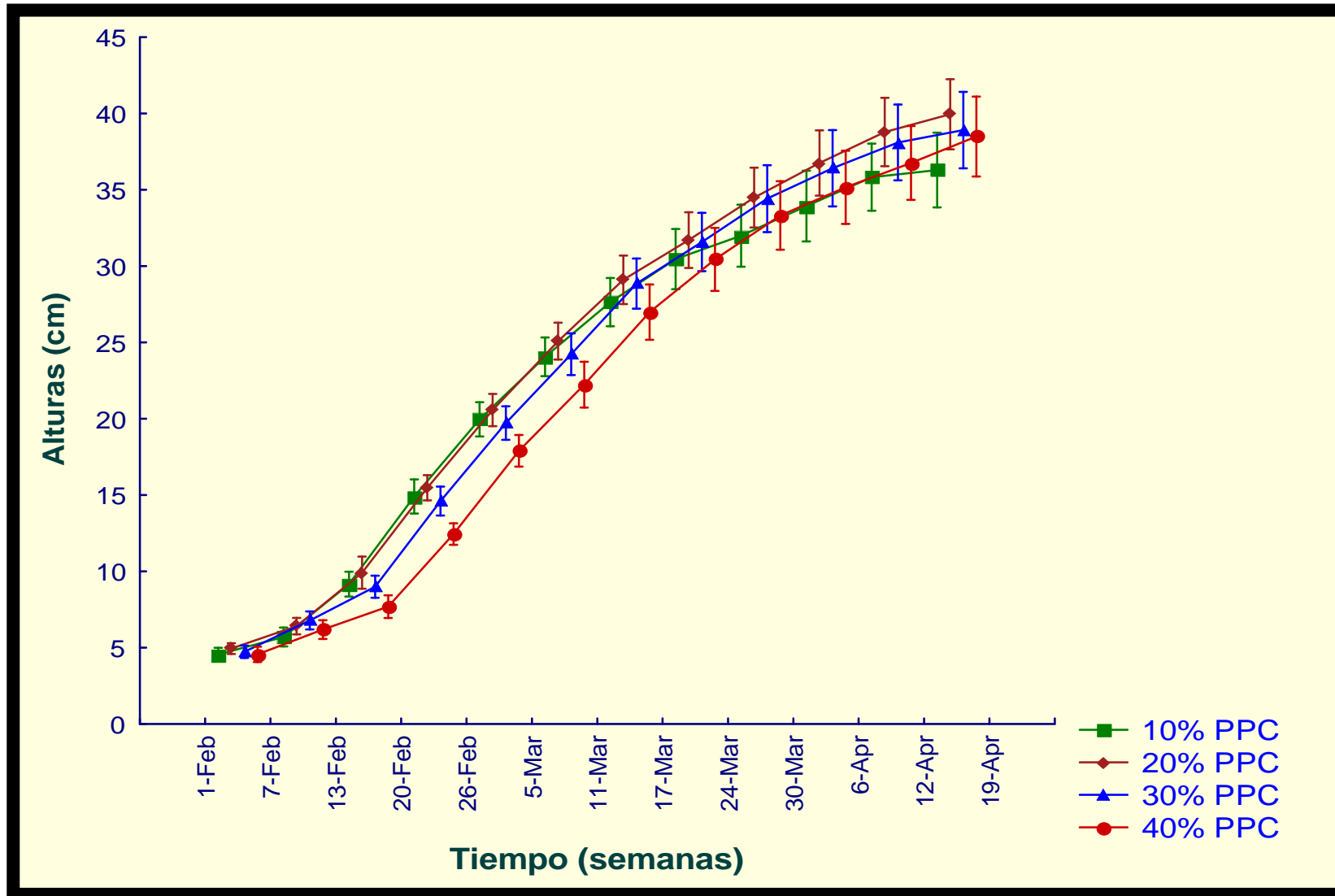
TRAT (%PPC)	DAC (cm)	PR (g)	PT (g)	PH (g)	VR (cc)	N°H	AF (cm <sup>2</sup> )	SFE (cm <sup>2</sup> /g)
10	4,00a	0,57a	0,88a	1,36a	2,8a	13a	<b>173,38 b</b>	134,17a
20	3,90a	0,59a	0,90a	1,33a	3,2a	14a	<b>170,24 b</b>	133,19a
30	3,92a	0,66a	1,00a	1,51a	3,6a	14a	<b>186,74 ab</b>	127,20a
40	3,80a	0,58a	0,87a	1,50a	3,2a	15a	<b>196,20 a</b>	134,63a

---

DAC, diámetro de cuello; PR, peso raíz; PT, peso de tallo; PH, peso de hojas; N°H, número de hojas, AF, área foliar; SFE, superficie foliar específica.

# Ensayo riego

(Urrutia, 2006)



(Urrutia, 2006)



# Ensayo riego x fertilización

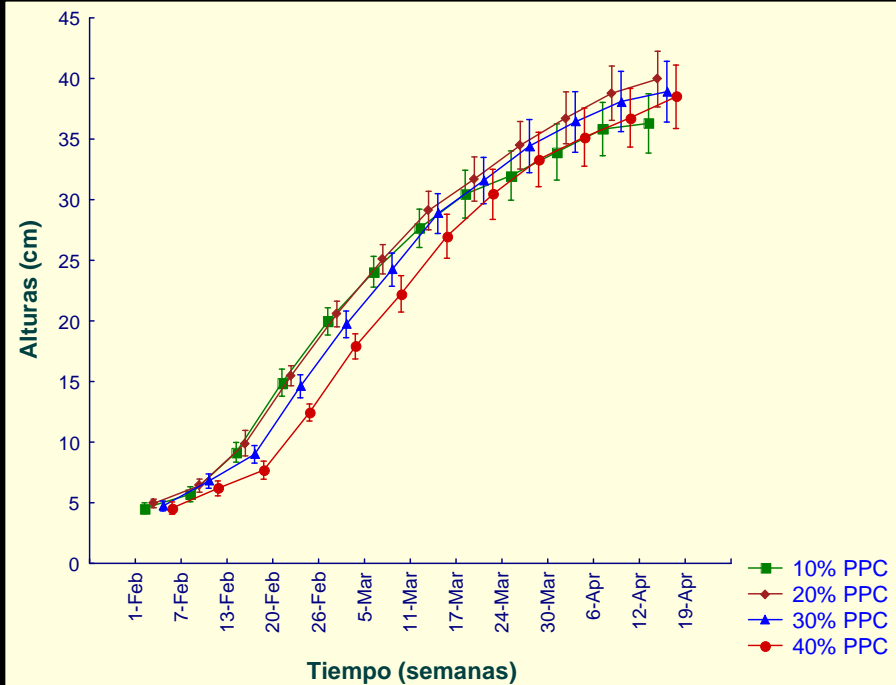
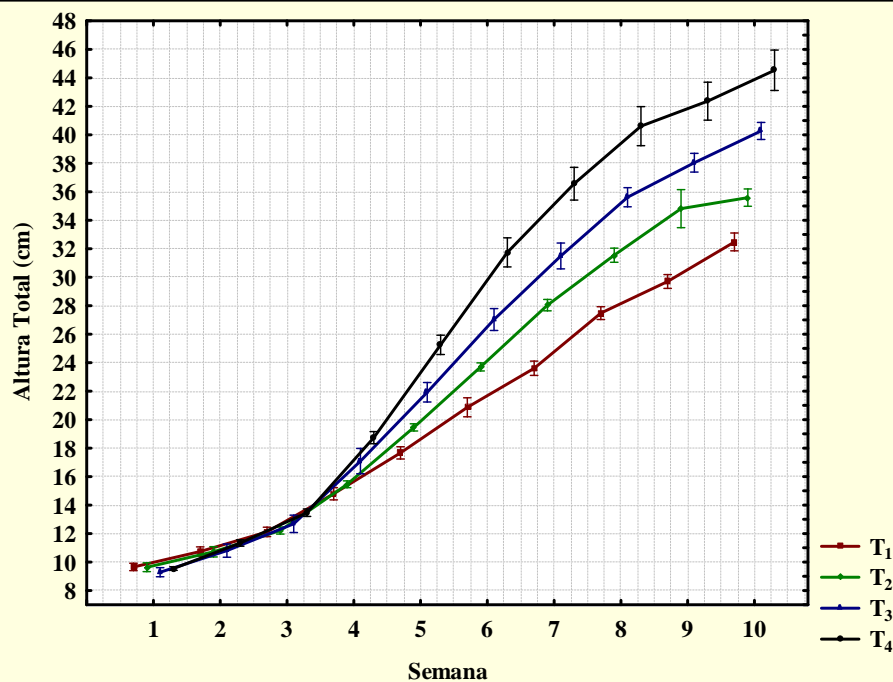
(Bobadilla, 2006)



	DAC (mm)	L T (cm)	NºH	L R (cm)	V R (cc)	A F (cm <sup>2</sup> )	SFE (cm <sup>2</sup> /g)
<b>A Riego</b>							
10%	3,18	36,6 a	17	15,27 a	2,19 a	135,87	168,30
20%	3,18	37,6 ab	17	15,36 a	2,60 b	136,48	168,85
30%	3,18	37,9 b	16	16,72 a	2,06 a	142,73	170,19
<b>B Fertilización</b>							
50 ppm N	3,01	33,6 a	18	15,20 a	2,15 a	114,94	165,28
100 ppm N	3,16	36,3 b	15	15,23 a	2,32 ab	130,65	162,43
150 ppm N	3,37	42,1 c	17	16,90 a	2,37 b	169,50	179,65
<b>Varianza</b>							
A		*			*		
B		*			*		
A * B	*		*			*	*

(Bobadilla, 2006)

# Efectos riego y fertilización



# Atributos fisiológicos

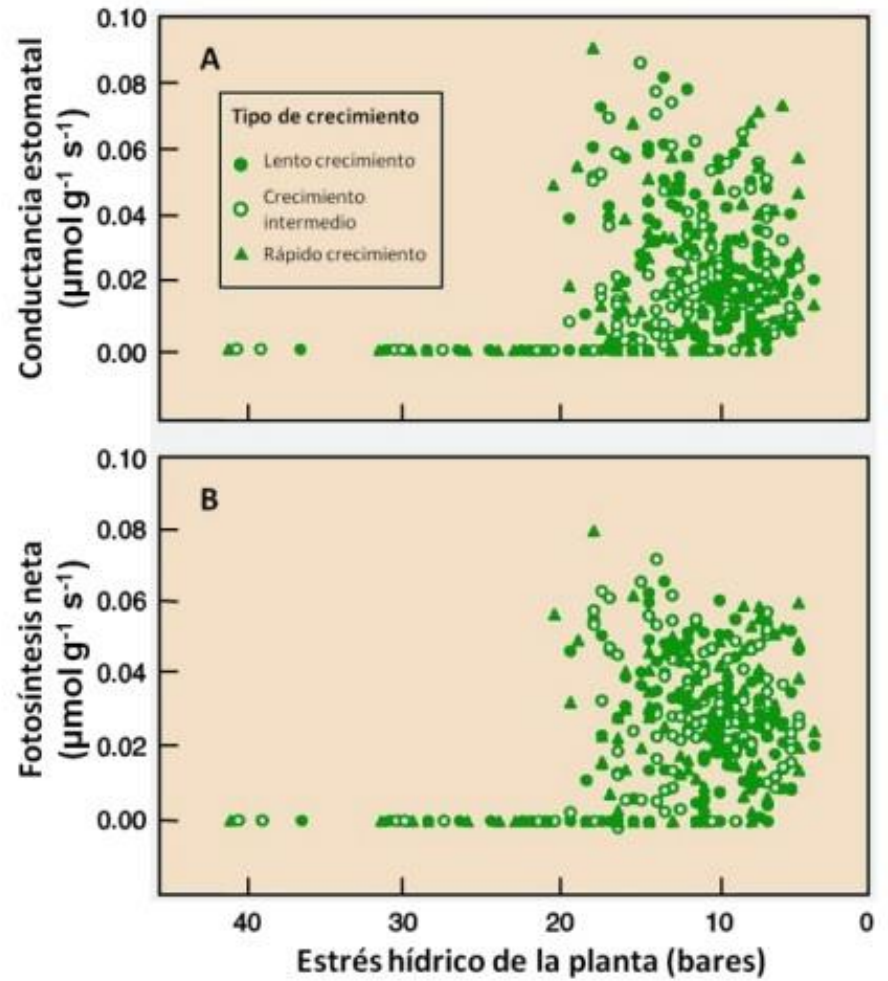
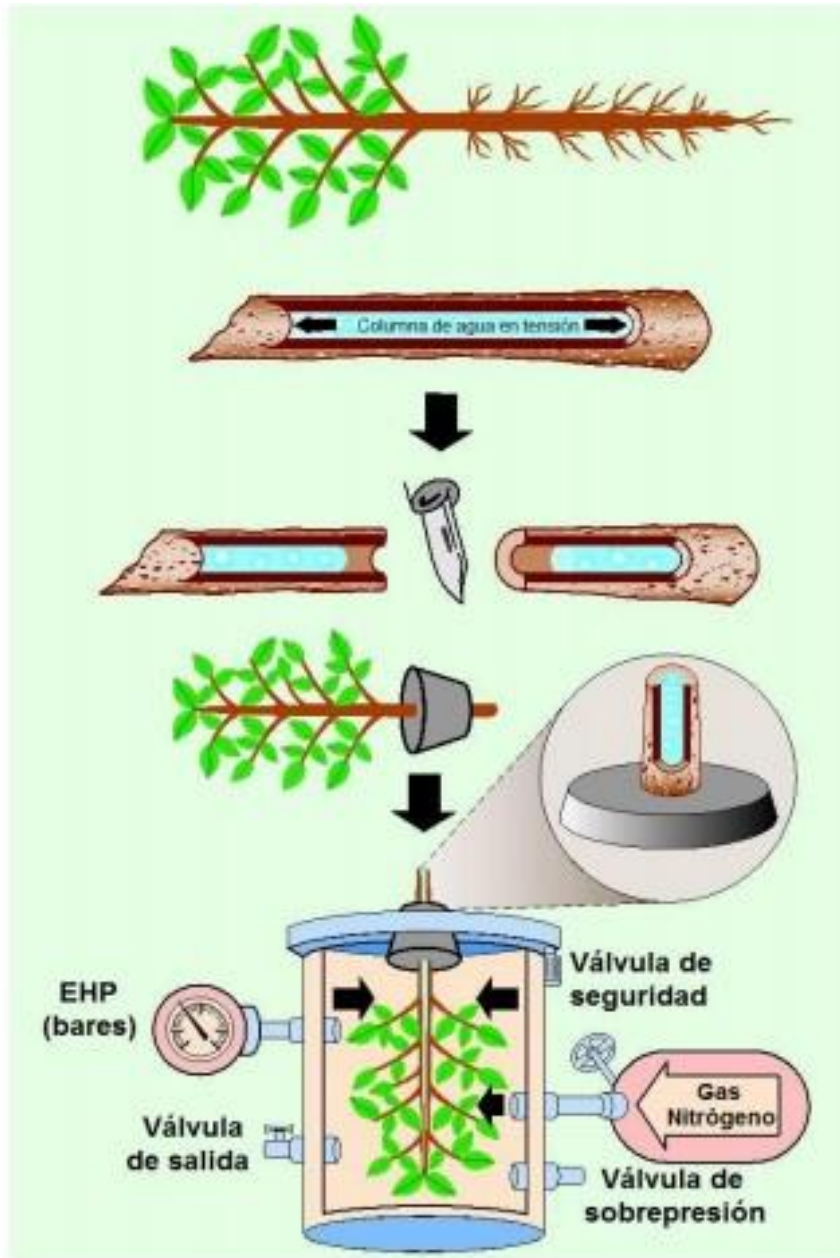




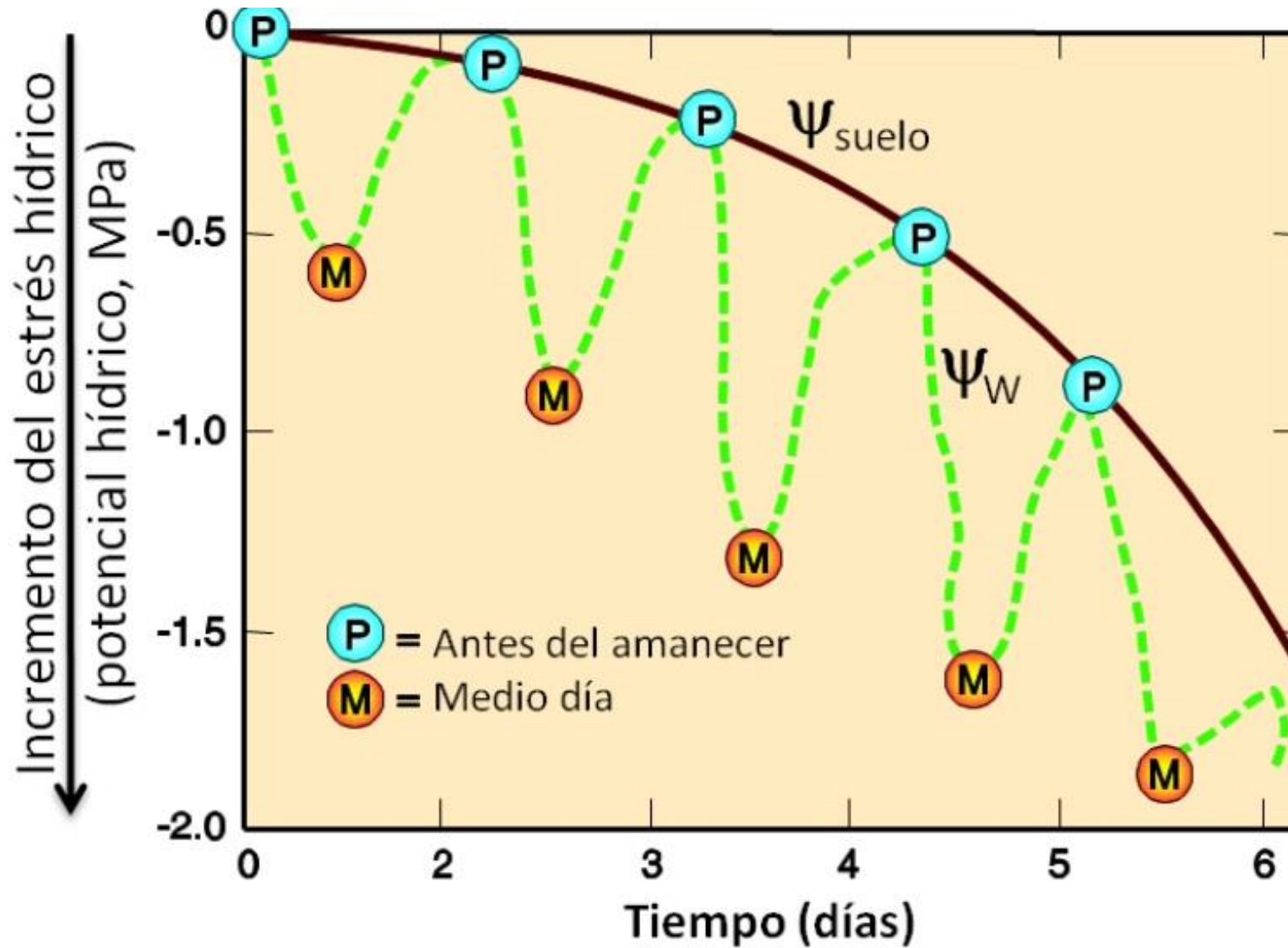
## Potencial hídrico



El potencial hídrico es una medida de "contenido de agua que posee una planta". El instrumento más común para su determinación es la "bomba de presión" o "bomba scholander". Al momento de plantación las plantas deben estar lo más hidratadas posibles.



Fuente: Ritchie, 2010



Fuente: Ritchie, 2010





## Potencial hídrico

**Cuadro 7.2.3** Comparación de las unidades y términos utilizados en el potencial hídrico de la planta (PHP) y el estrés hídrico de la planta (EHP) (modificado de Landis *et al.*, 1989).

Potencial Hídrico de la Planta (Mpa)	Estrés Hídrico de la Planta (bares)	Clasificación relativa del Estrés Hídrico	Condición de la humedad relativa
0.0	0.0	Muy bajo	Húmedo
-0.5	5.0	Bajo	
-1.0	10.0	Moderado	
-1.5	15.0	Alto	
-2.0	20.0	Alto	
-2.5	25.0	Muy alto	

Fuente: Ritchie, 2010



# Estatus nutricional

Niveles foliares óptimos para plantas de *E. globulus* producidas a raíz cubierta a cielo abierto (Escobar, 2002).



Elemento	Concentración
N	1,70 - 2,3 %
P	0,16 - 0,26 %
K	1,2 - 1,6 %
Ca	0,6 - 1,0 %
Mg	0,20 - 0,40 %
Fe	60 - 120 ppm
Cu	15 - 30 ppm
Mn	90 - 150 ppm
Zn	40 - 50 ppm
B	15 - 25 ppm

# Estatus nutricional

**Cuadro 7.2.8.** Concentraciones ideales para los nutrientes minerales esenciales en el follaje, de la producción de coníferas en vivero (modificado de Landis, 1985).

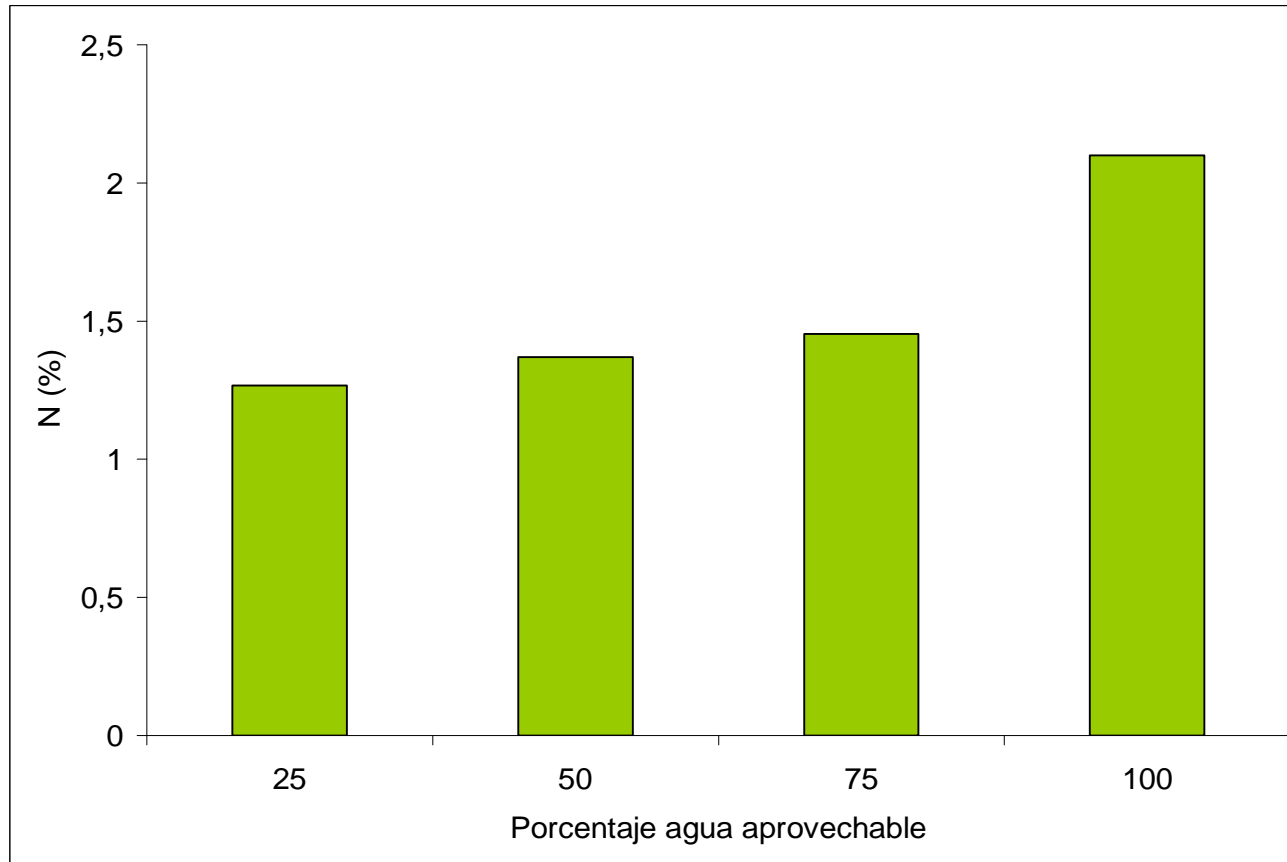
Nutriente	Simbolo	Rango aceptable
<b>Macronutrientes (%)</b>		
Nitrógeno	N	1.3 a 3.5
Fósforo	P	0.2 a 0.6
Potasio	K	0.7 a 2.5
Calcio	Ca	0.3 a 1.0
Magnesio	Mg	0.1 a 0.3
Azufre	S	0.1 a 0.2
<b>Micronutrientes (ppm)</b>		
Fierro	Fe	40 a 200
Manganeso	Mn	100 a 250
Zinc	Zn	30 a 150
Cobre	Cu	4 a 20
Boro	B	20 a 100
Molibdeno	Mo	0.25 a 5.00
Cloro	Cl	10 a 3,000

Fuente: Ritchie, 2010





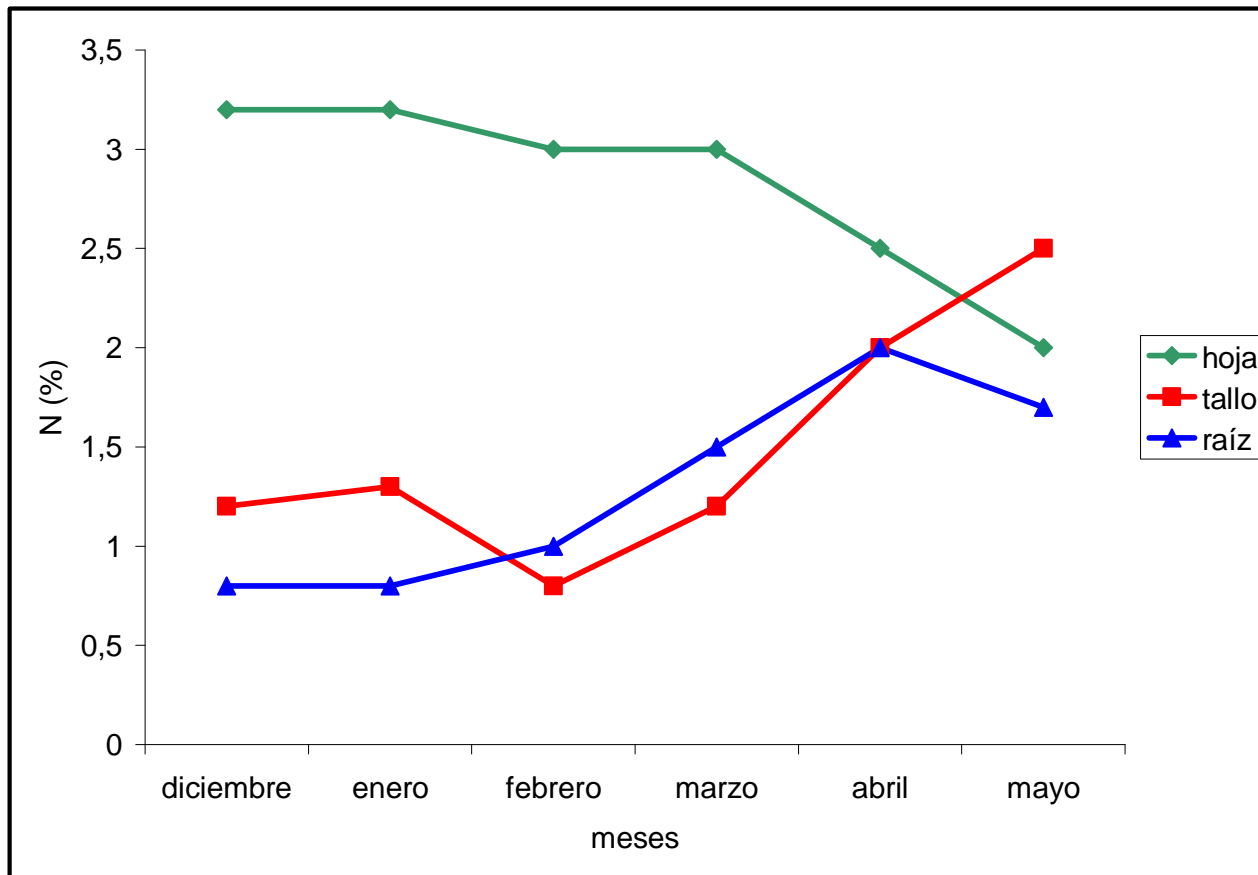
## Relación riego y absorción de nutriente



El porcentaje de agua al cual se riega influye sobre la eficiencia de absorción de los nutriente, esta relación es dependiente de la especie (en la figura: relación para *P. Radiata*)

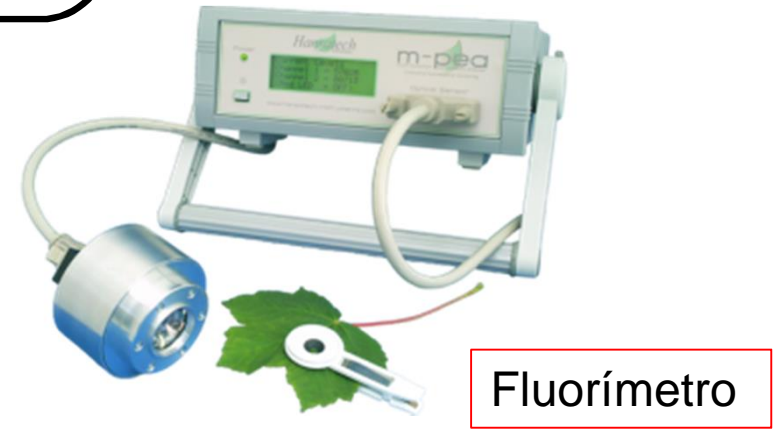
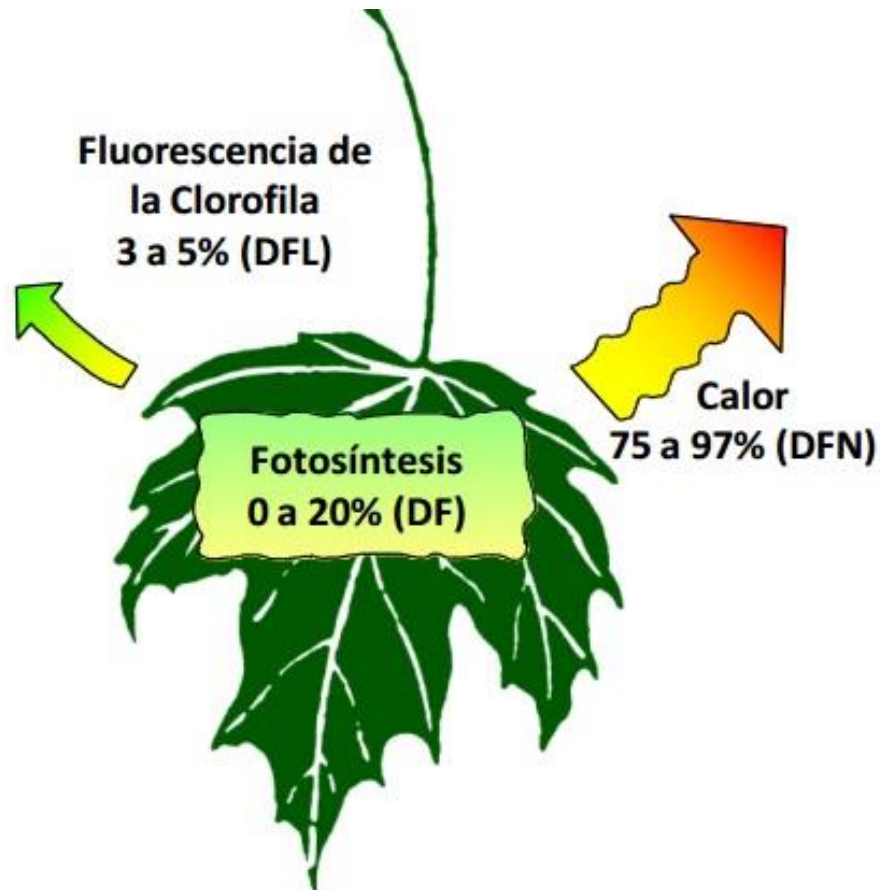


## Evolución estacional de elementos



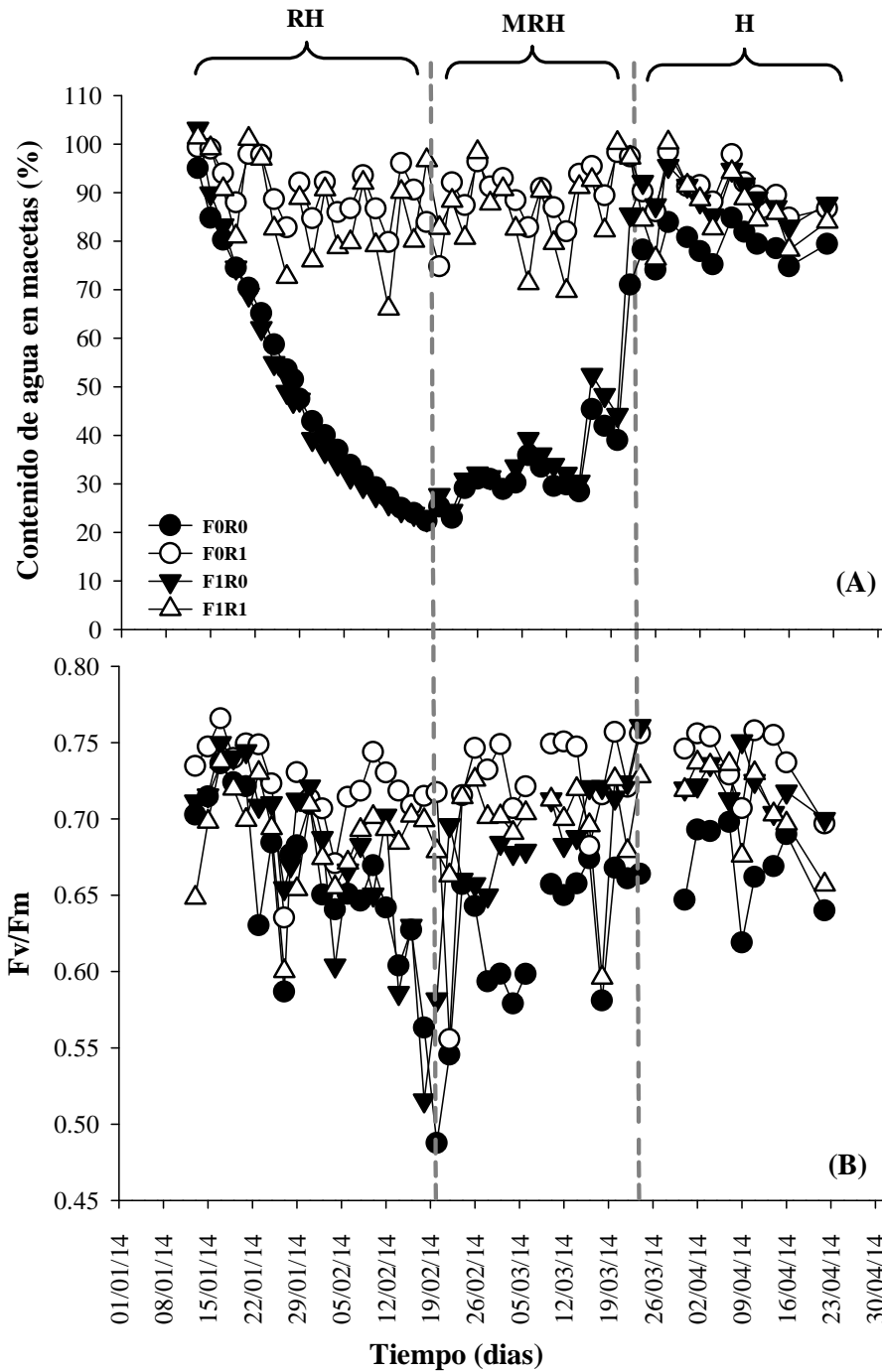
Es necesario caracterizar no sólo los niveles en follaje sino también la evolución de nutrientes en todos los órganos que constituyen a las plantas

## Fluorescencia de la clorofila

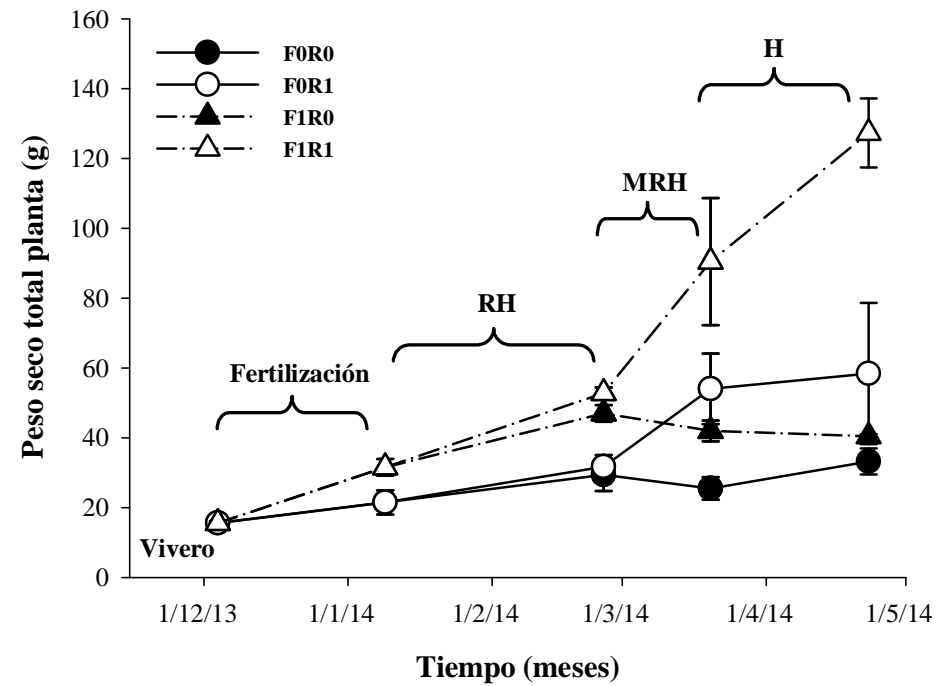


**Figura 7.2.24.** Sólo una pequeña cantidad de la radiación fotosintéticamente activa es absorbida por las hojas y en realidad utilizada (difundida) para la fotosíntesis. La energía restante es difundida como pérdida de calor o como fluorescencia.

Temperaturas altas - heladas,  
**Sequía,**  
Cambios en la intensidad  
luminosa, salinidad,  
Def. nutricionales,  
metales pesados, detergentes,  
herbicidas y ozono entre otros,  
**Afectan la función del PSII.**



*Aextoxicon punctatum*  
 olivillo



RH: Fase de restricción hídrica  
 MRH: Mantenimiento de restricción hídrica  
 H: Fase de hidratación

Ojo NO es lo mismo

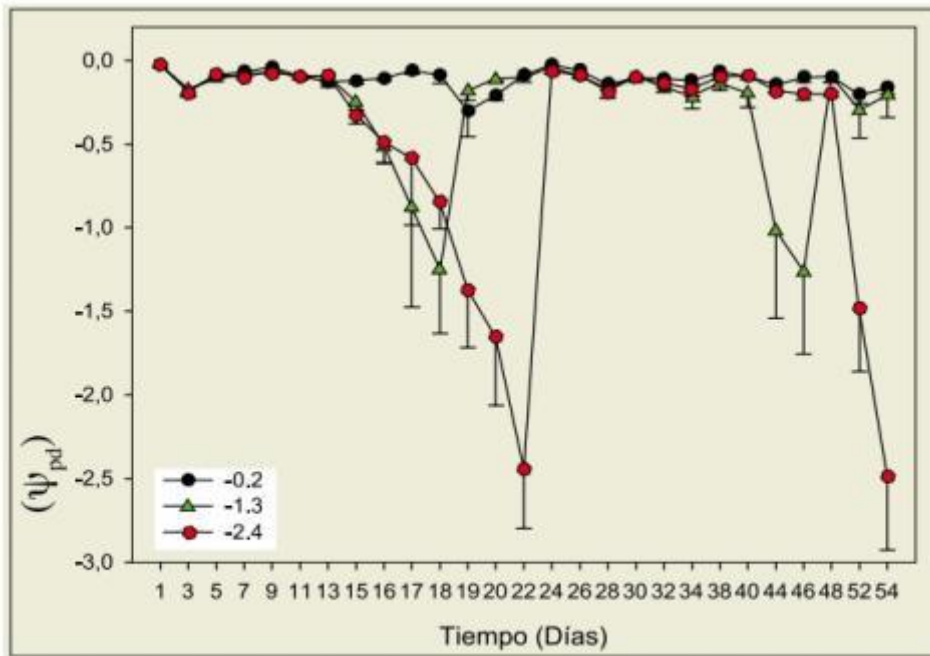


Figura 5.8. Variación del potencial hídrico ( $\psi_{pd}$ ) en plantas de *E. globulus* durante la aplicación de 3 tratamientos de endurecimiento (Coopman, 2005).

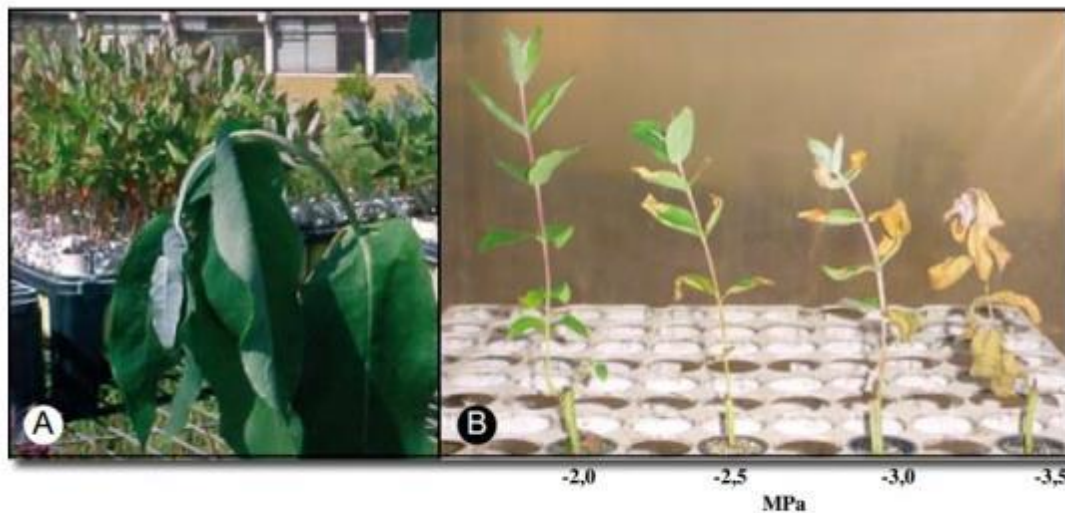


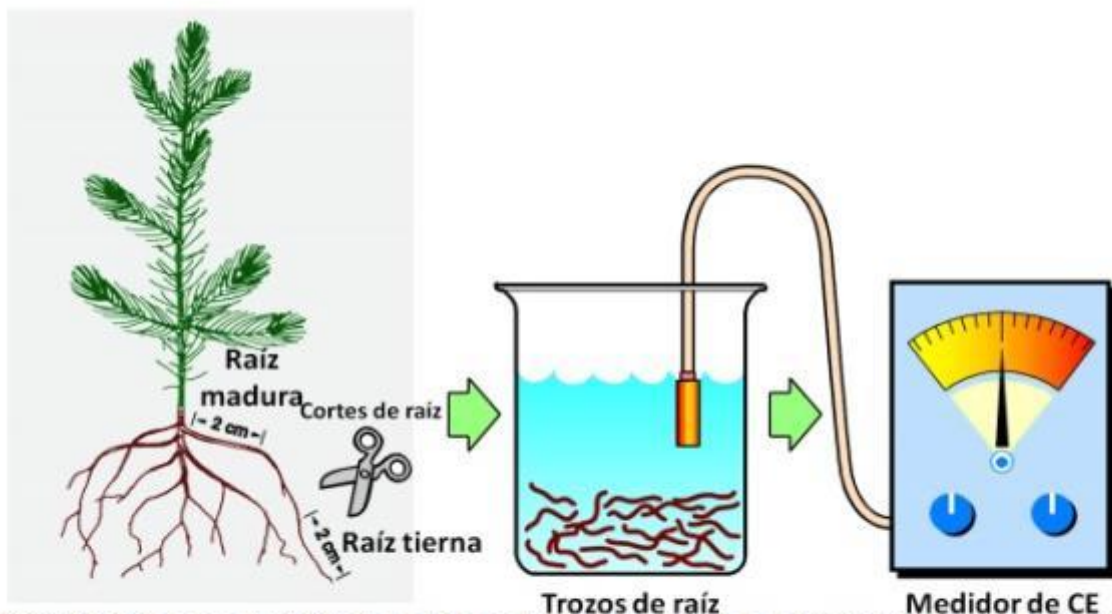
Figura 5.9. Planta de *E. globulus* con signo de marchitez para ser regada (A); estado de plantas ocho días después de haber sido sometidas a los niveles de estrés indicados (B).



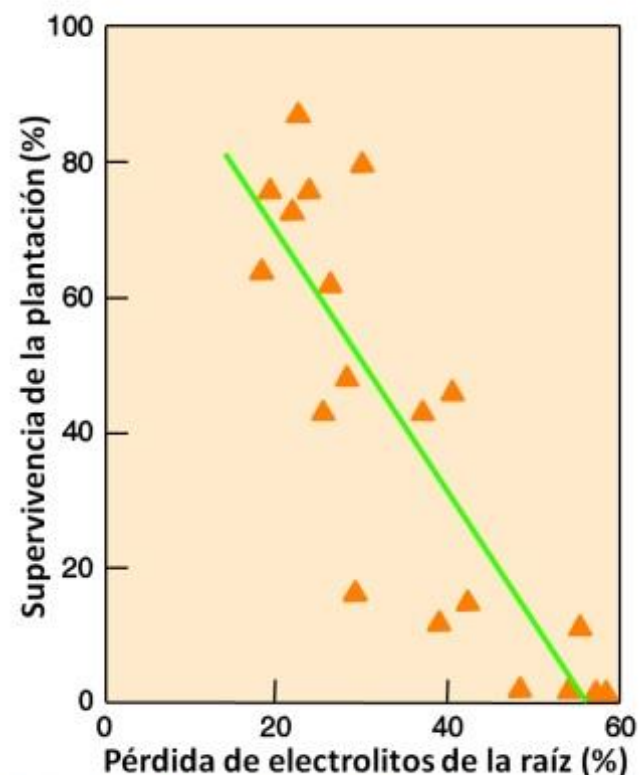
Escobar, 2007



# Conductividad Electrolítica Relativa (CER)



**Figura 7.2.20** La prueba de pérdida de electrolitos de la raíz mide el cambio de la conductividad eléctrica de un tejido radical dado, como indicador de la cantidad de daño a la membrana. Dado que esta prueba refleja todo tipo de daños de la raíz, ésta puede ser usada para indicar que tan bien crecerán las raíces después de la plantación.



**Figura 7.2.23** La pérdida de electrolitos de la raíz ha mostrado buena correlación con el desempeño de la plantación en este estudio con *Larix kaempferi* pero no así en muchos otros estudios (modificado de McKay y Mason, 1991).



# Atributos del comportamiento



## Potencial de crecimiento radicular (PCR)



Se puede evaluar en cámaras aeropónicas o en cuidadosos estudios en campo.



Varibles a evaluar:

- 1) N° Raíces nuevas
- 2) Largo raíces nuevas

## Potencial de crecimiento radicular (PCR)



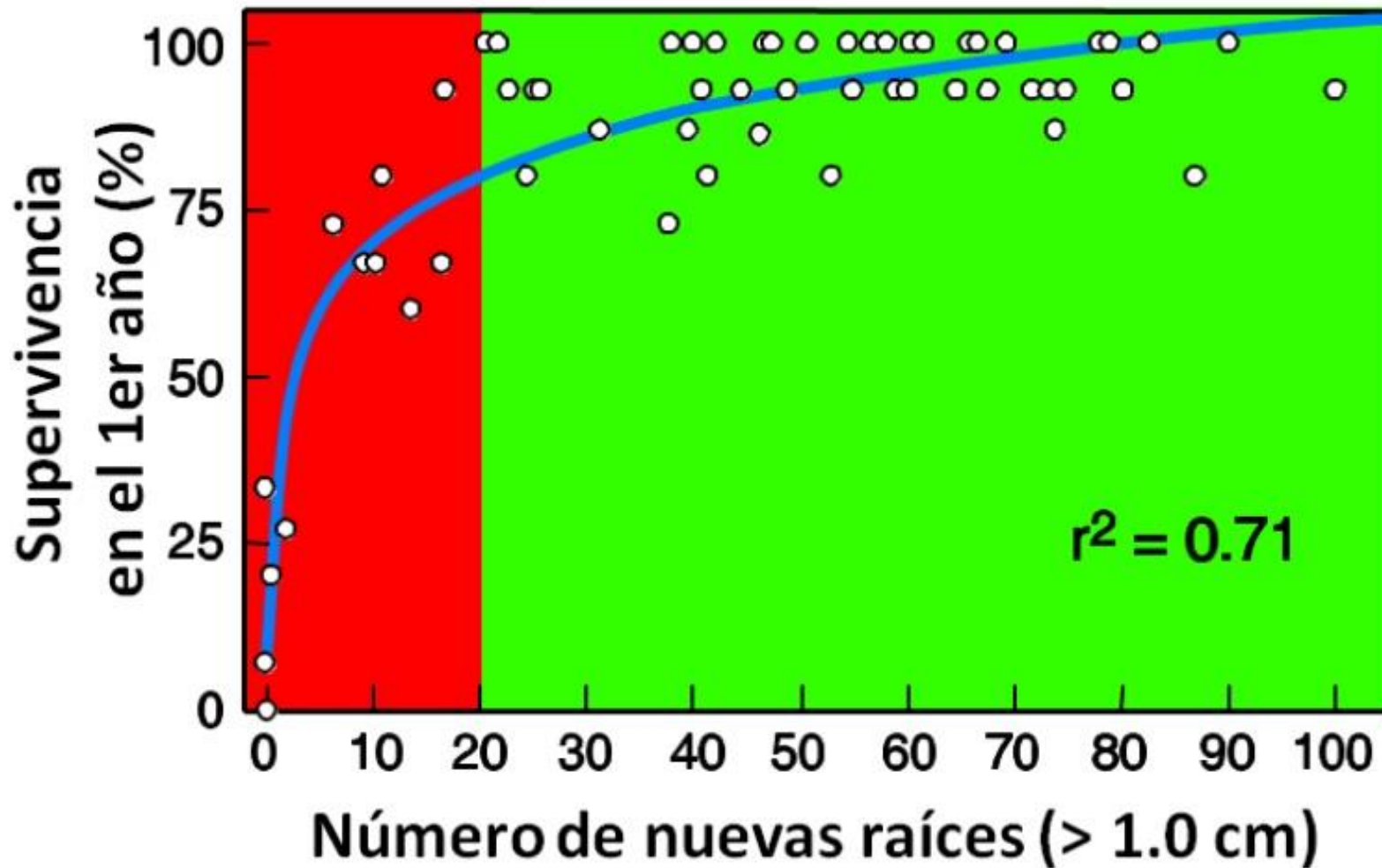
A



B

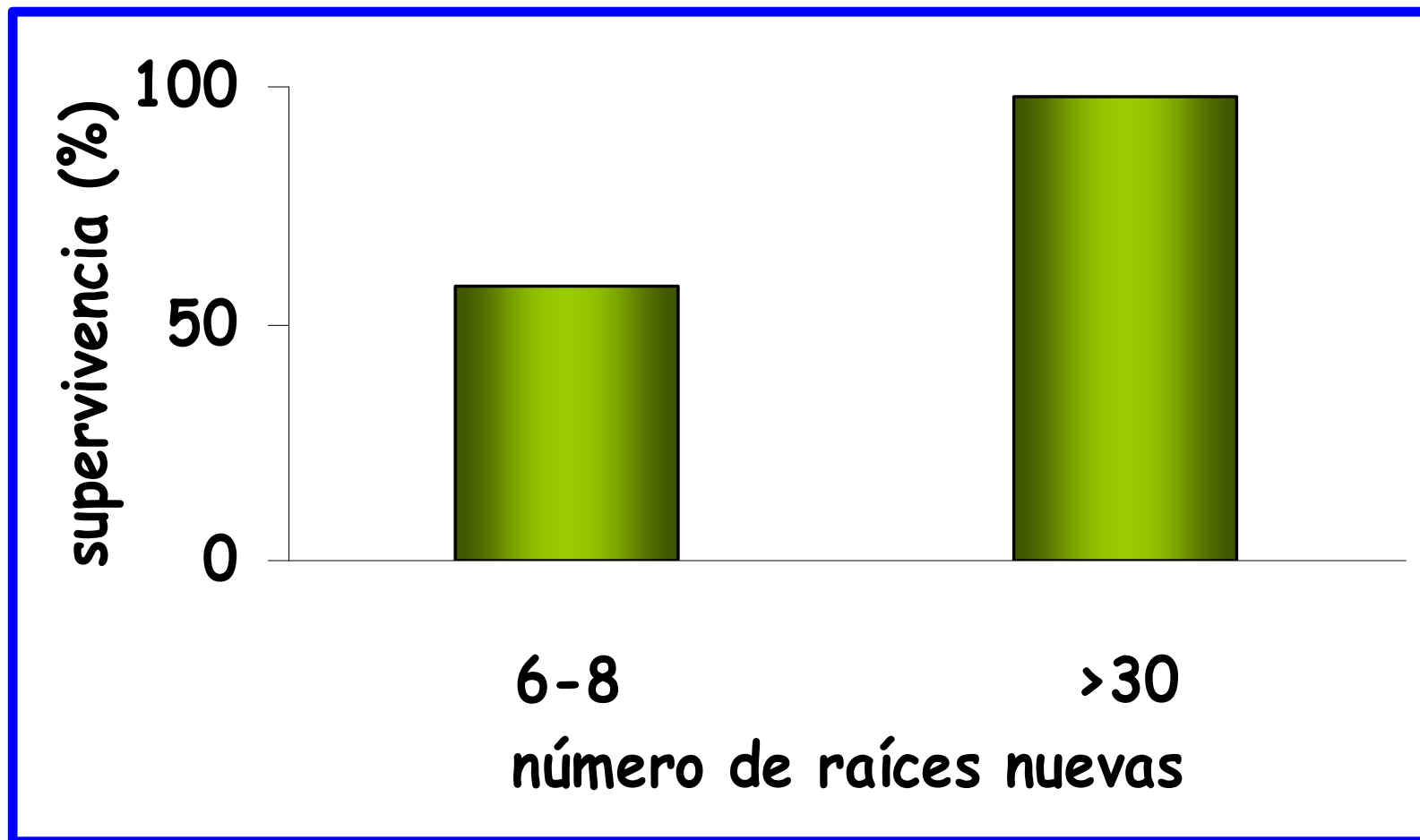
Prueba de potencial de crecimiento radicular

## Potencial de crecimiento radicular





## Potencial de crecimiento radicular



Horas frío acumuladas - Potencial hídrico

Afectan el pcr





## Frío resistencia

La frío resistencia es una capacidad natural y dinámica que poseen las plantas, la cual van potenciando desde el otoño hacia el invierno, la tarea del vivero es promover los factores que ayudan en este proceso.



Fotografía: Escobar, 2009, Vivero Los Quillalles



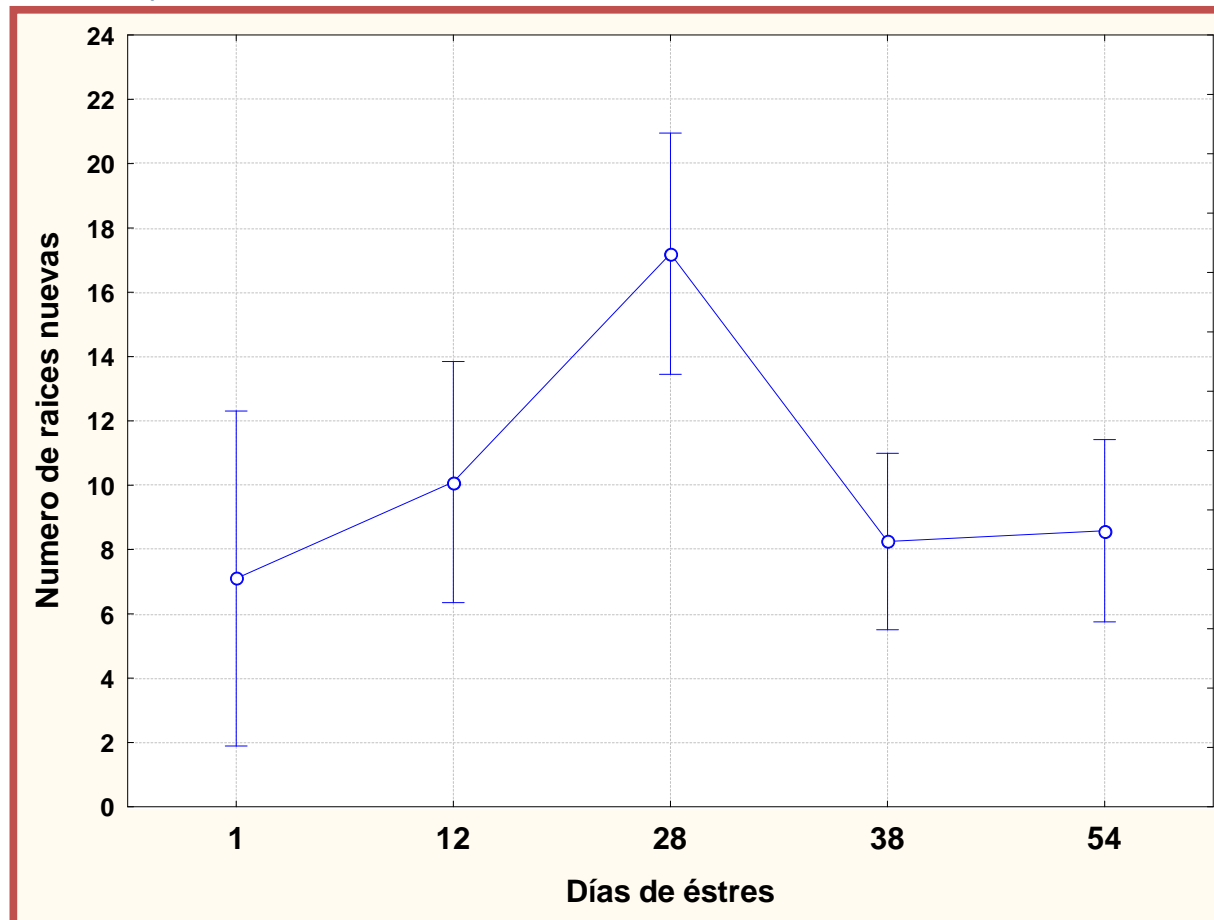
(A)	(B)
N : K	N : K
74 : 26	87 : 13
N : P : K	N : P : K
72 : 3 : 25	83 : 4 : 13

Ensayo de fertilización el cual afrontó una helada de  $-9^{\circ}\text{C}$  en la localidad de Quillón, análisis nutricionales posteriores mostraron relaciones de elementos obtenidas en follaje al momento de la helada, las cuales podrían justificar las diferencias en respuestas al frío.

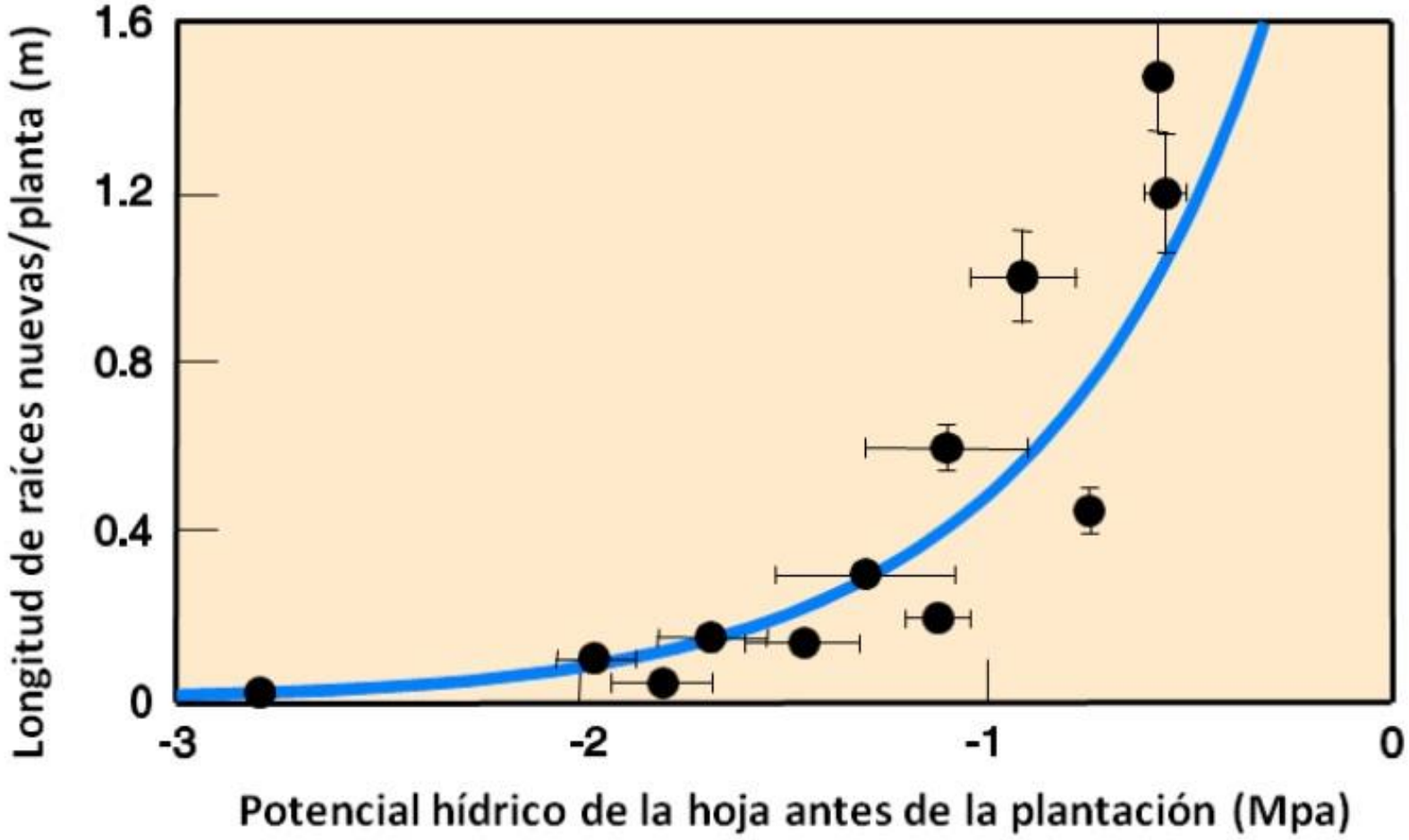
Fuente: Escobar *et al.*, 2007

# Estrés hídrico sobre el PCR

Efecto del tiempo de exposición al estrés hídrico sobre el PCR en plantas de *Eucalyptus globulus*, provenientes de Estacas (Coopman, 2004)



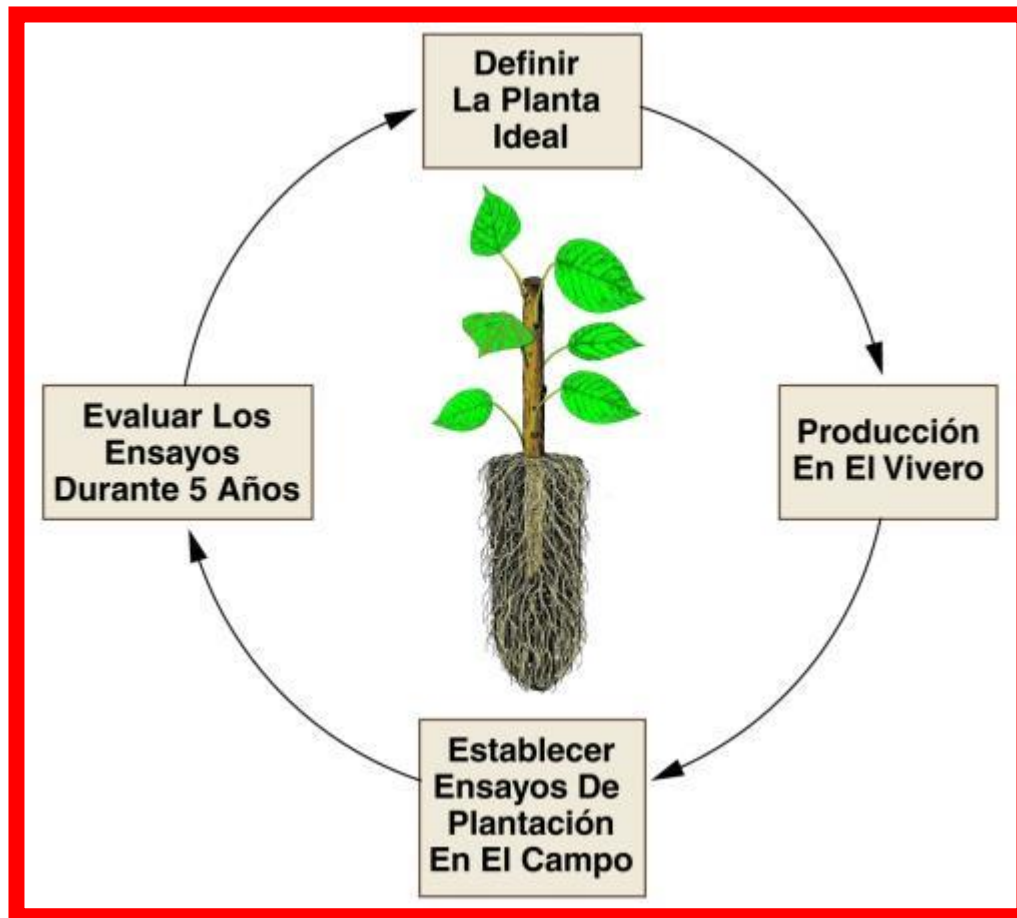
# Estrés hídrico sobre el PCR



Fuente: Ritchie, 2010



# La planta ideal: Ciclo de Retroalimentación



Los resultados de la plantación (supervivencia y crecimiento) son utilizados para ajustar las características de la planta ideal.



# GRACIAS

Manuel Acevedo T. ([macevedo@infor.cl](mailto:macevedo@infor.cl))

Eduardo Cartes R. ([ecartes@infor.cl](mailto:ecartes@infor.cl))