



# Caída de árboles urbanos: Una visión conceptual

Dr. Fernando Muñoz  
Facultad de Ciencias Forestales  
Universidad de Concepción  
fmunoz@udec.cl

Santiago, 15 mayo de 2019

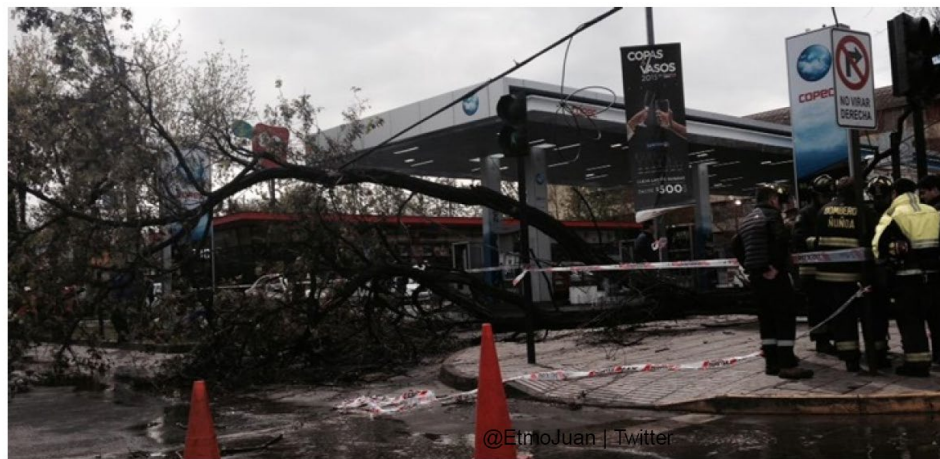


Lluvia primaveral causa daños en árboles y cultivos



Diario El Sur - 19 noviembre 2009

Murió mujer que fue aplastada por árbol en La Reina



@EtnioJuan | Twitter

WWW.biobiochile.cl – 01 octubre 2015

# breves



Accidente en Concón.

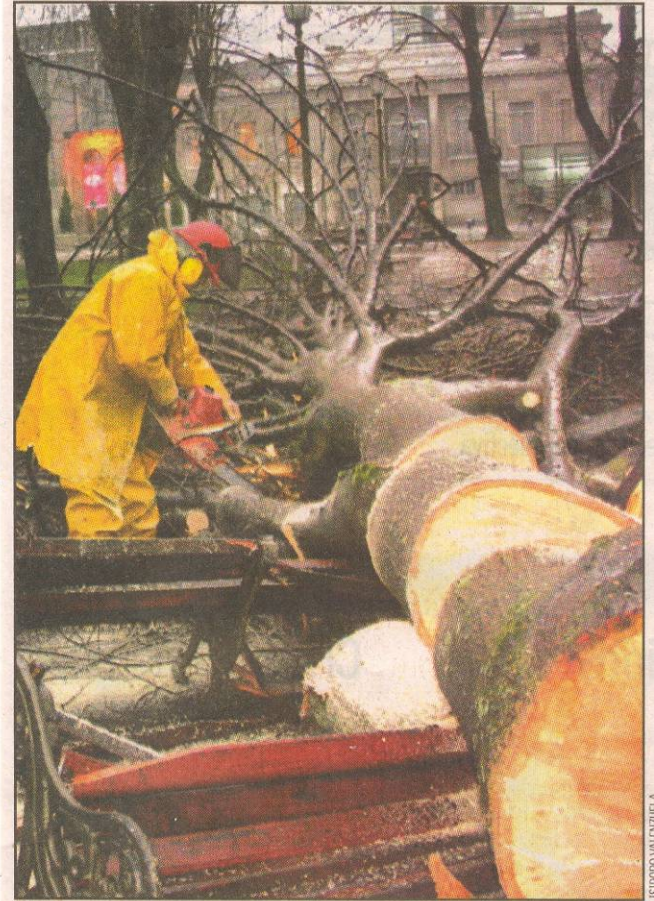
DESTRUYÓ JEEP  
Caída de árbol  
mató a dos  
trabajadores

Diario El Sur - 08 julio 2010





# Daños a personas e infraestructura



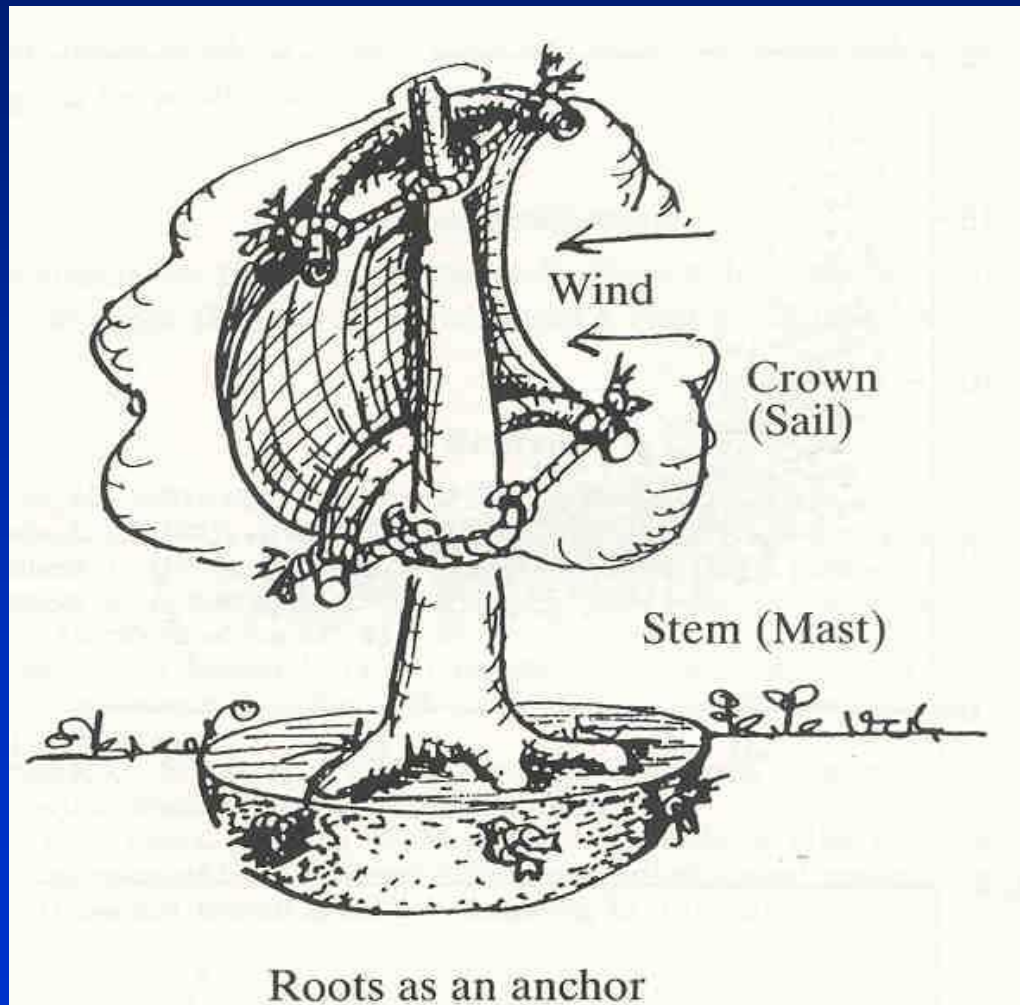
## Daños en plaza por temporal de viento

Los vientos huracanados de hasta 80 kilómetros por hora y los 21 milímetros de agua caída en las últimas 24 horas (hasta las 21 de ayer) provocaron problemas en varios puntos de la zona. Uno de estos fue la Plaza Independencia, donde varias ramas y troncos de los añosos tilos cayeron peligrosamente en la madrugada de ayer.

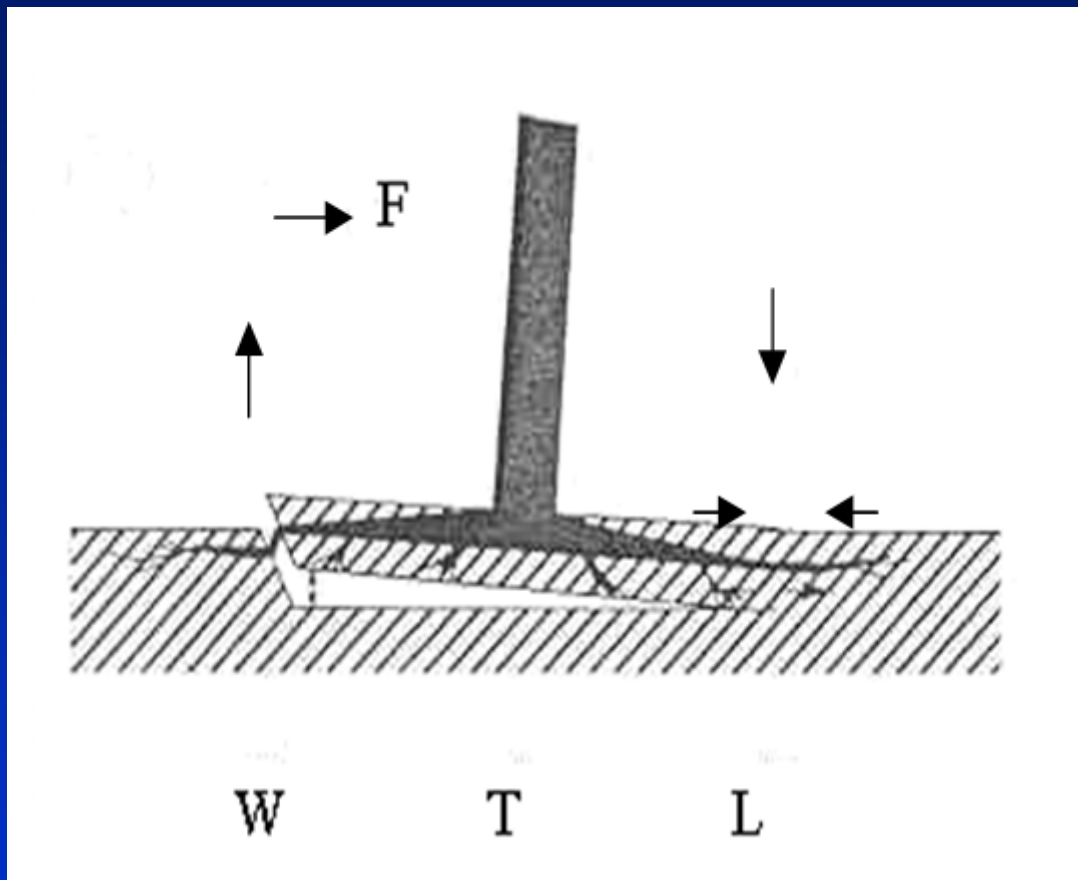
*El Sur, 13 julio 2008*



## Efecto esquemático del viento sobre un árbol



Coutts and Grace (1995)



## Esquema simplificado

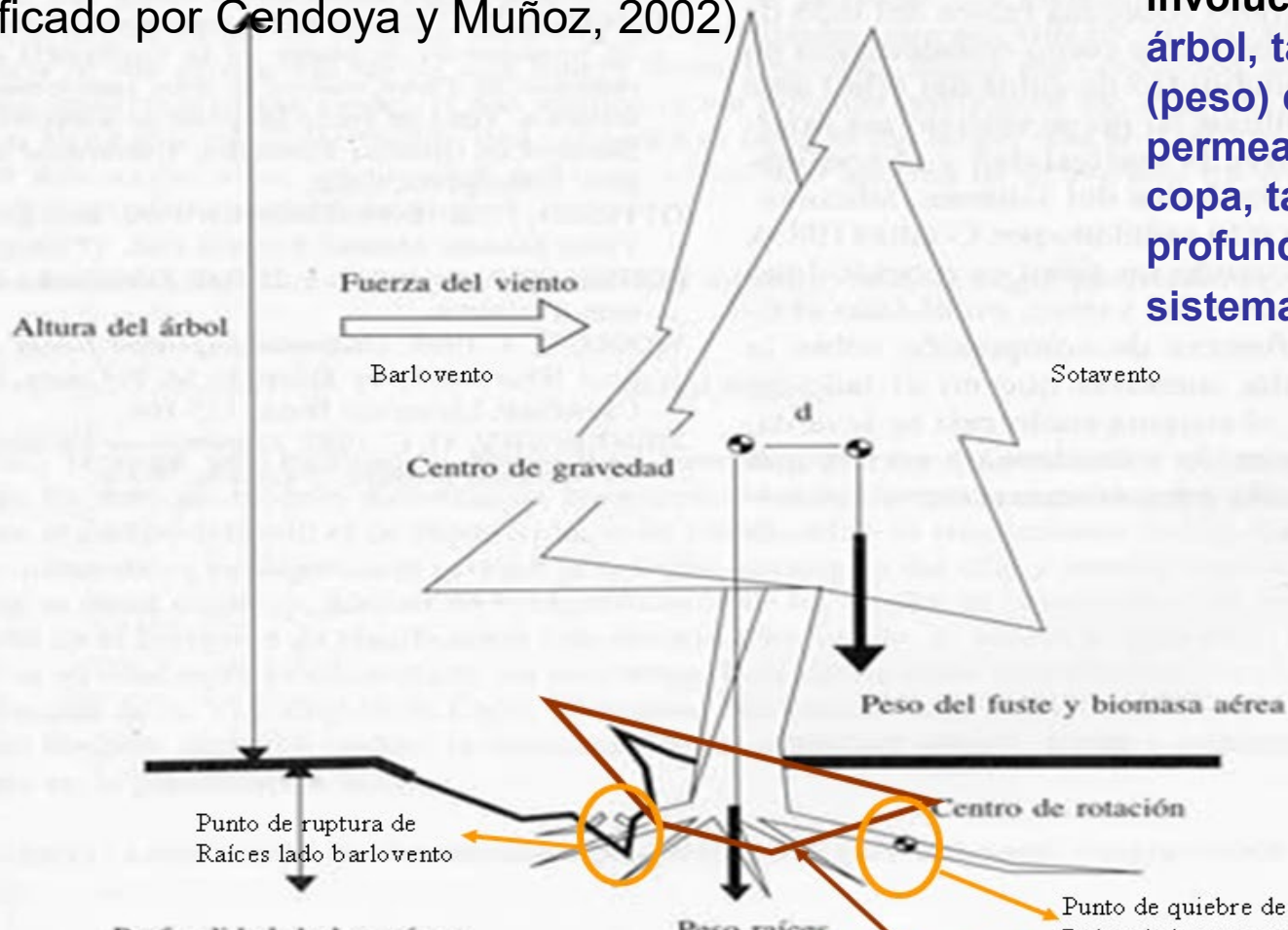
Fuerzas que actúan en el sistema suelo-raíz, **F**: fuerza horizontal del viento, **W**: fractura del sistema suelo-raíz en barlovento, **T**: centro del tronco del árbol, **L**: bisagra del lado abrigado (Coutts, 1983).





## Mecánica de movimiento Arbol - Suelo - Raíz

(Modificado por Cendoya y Muñoz, 2002)

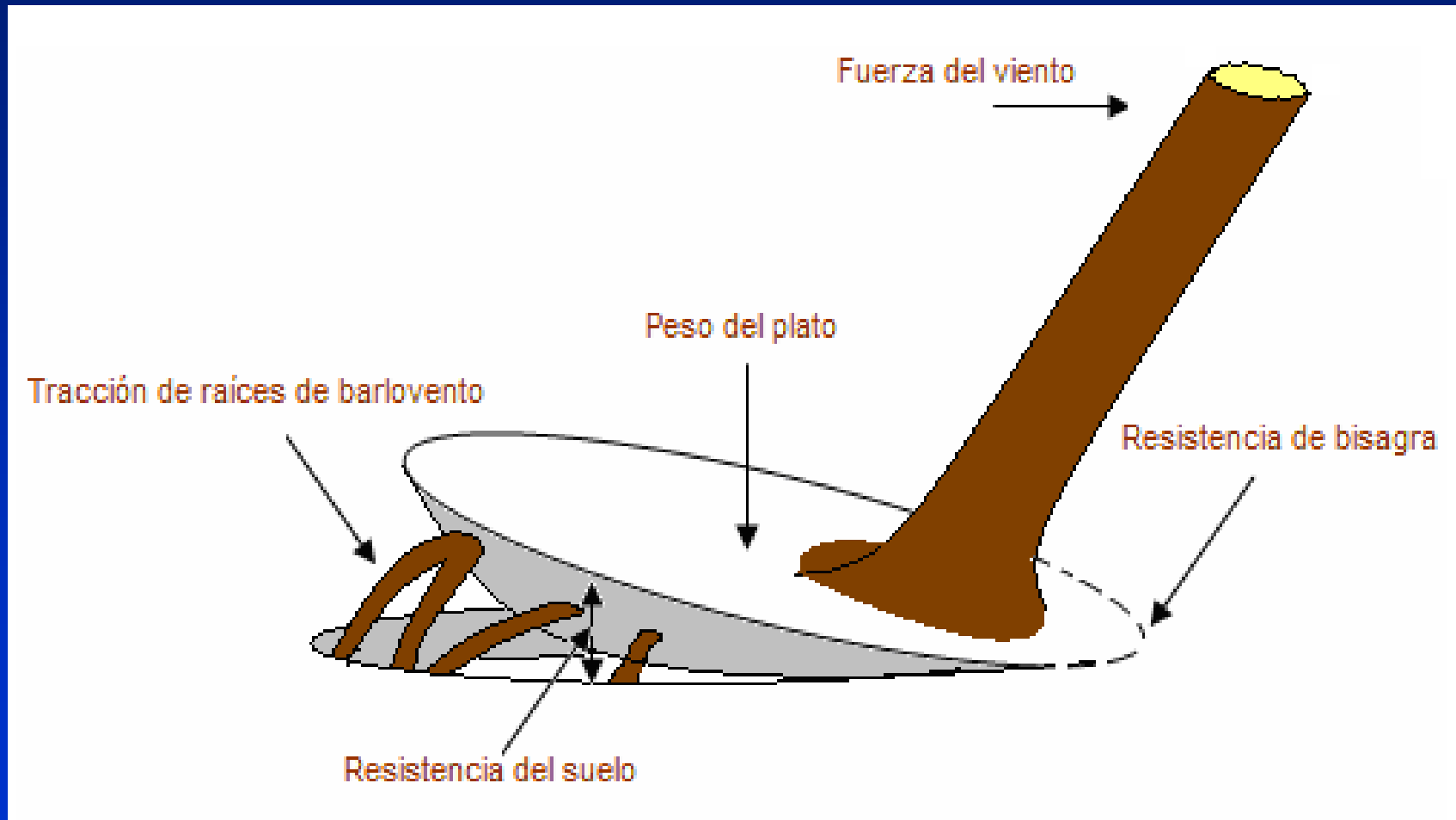


Variables del árbol involucradas: **altura árbol, tamaño (peso) de la copa, permeabilidad de la copa, tamaño y profundidad sistema radicular.**

**Interacción de las fuerzas volcantes impuestas por el viento y las fuerzas resistentes desarrolladas por el árbol**



## Fuerzas resistentes a la caída



Coutts (1983)



**Modelo Matemático simplificado del árbol.** Se modeló: arquitectura aérea, sistema radicular y efecto del tiempo en una ecuación de Equilibrio Dinámico (Cendoya y Muñoz, 2004; González, 2007).

fviento

**Parametros de entrada**

**Características de arbol**

H	2	(m)
Lc	0.6	(m)
LR	4	(m)
b	1.2	(m)
Dp	0.2	(m)
Lpr	0.2	(m)
Dac	10	(cm)
densidad de la madera	600	[kg/m <sup>3</sup> ]

**Características del suelo**

**Tipo de suelo**  
Arena

**Cond. de humedad**  
Saturado

densidad del suelo 1500 [kg/m<sup>3</sup>]

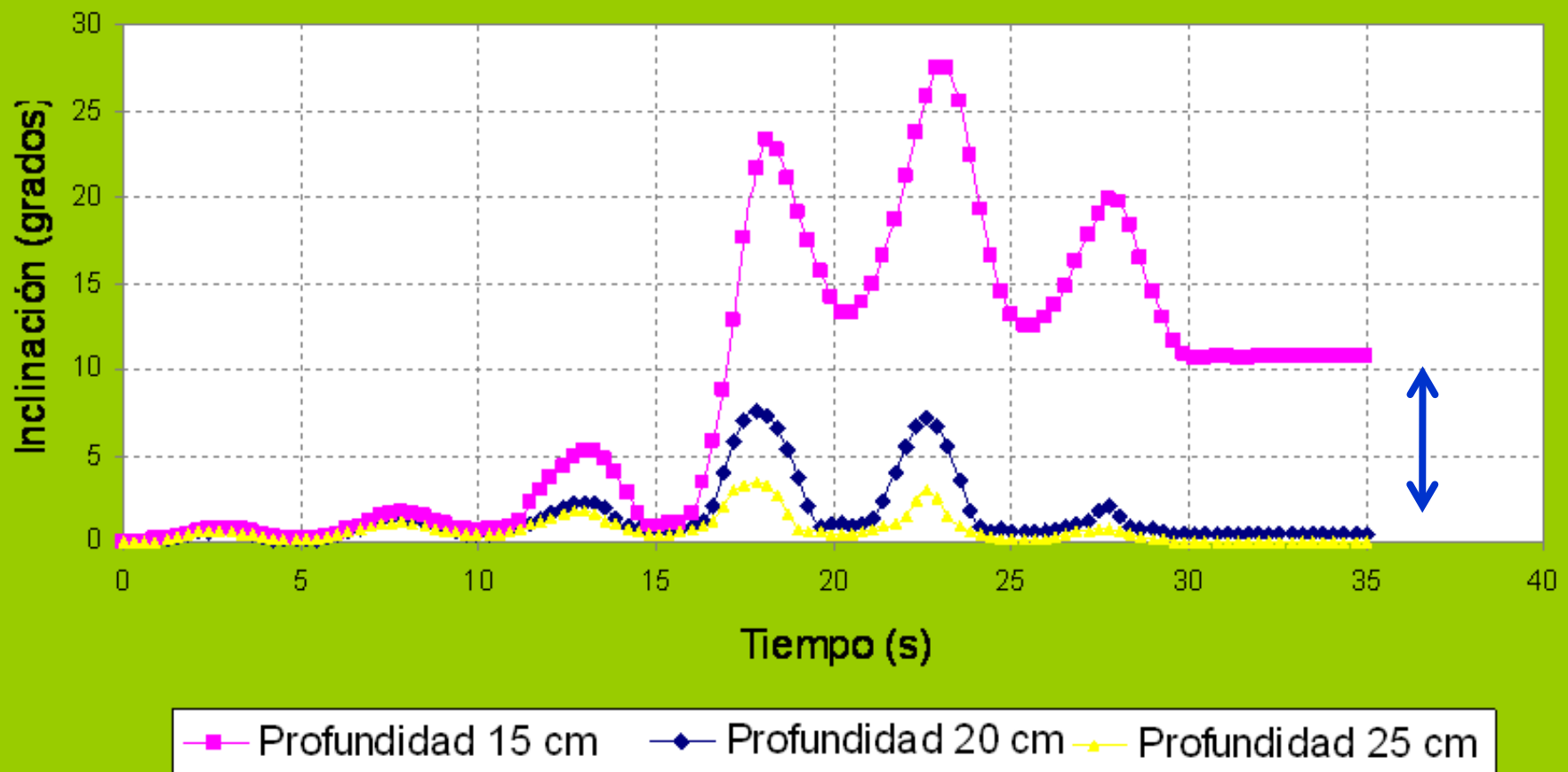
UdeC

OK





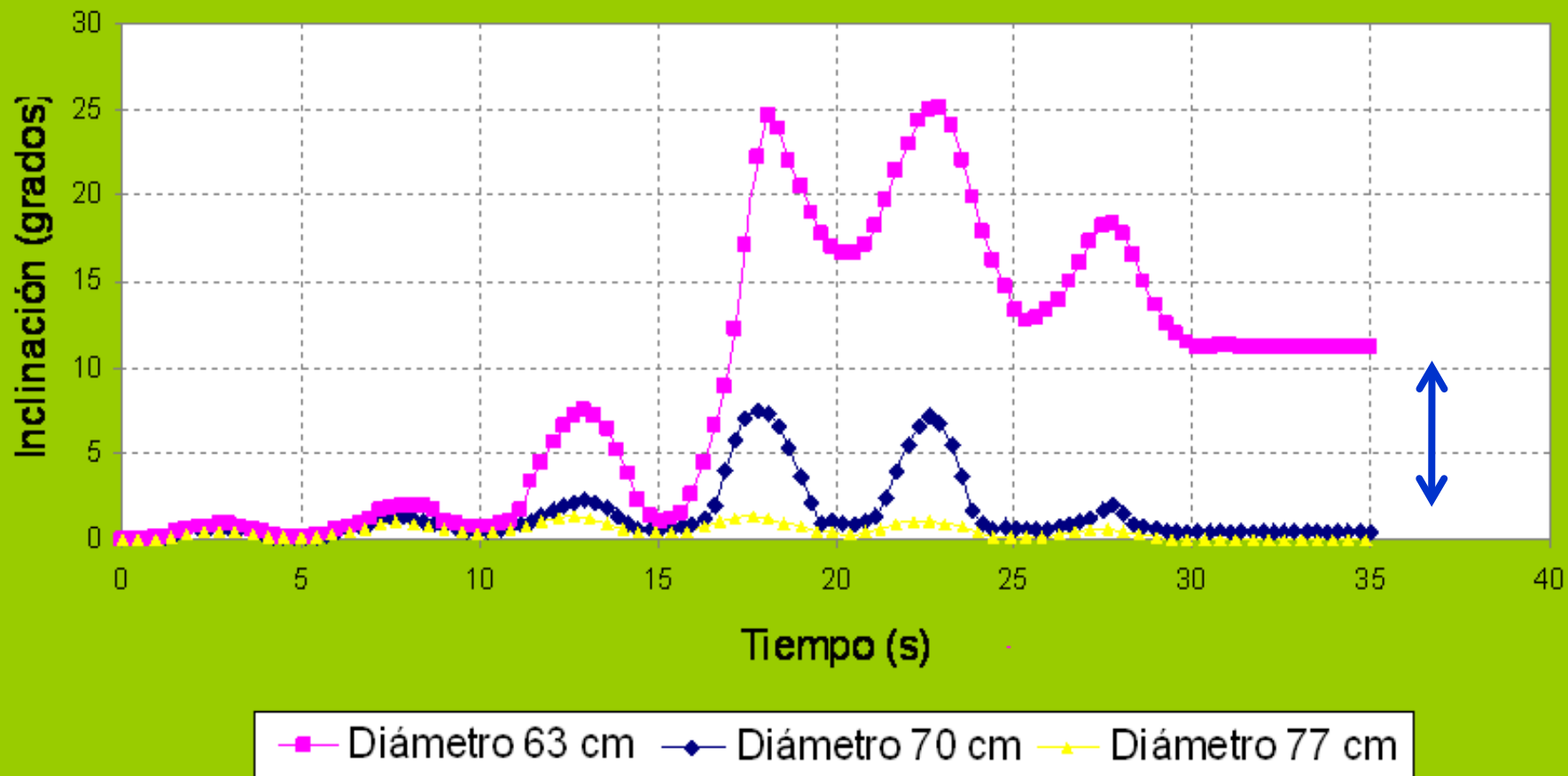
## Inclinación del árbol según profundidad plato radicular (suelo – raíz)



(González, 2007)



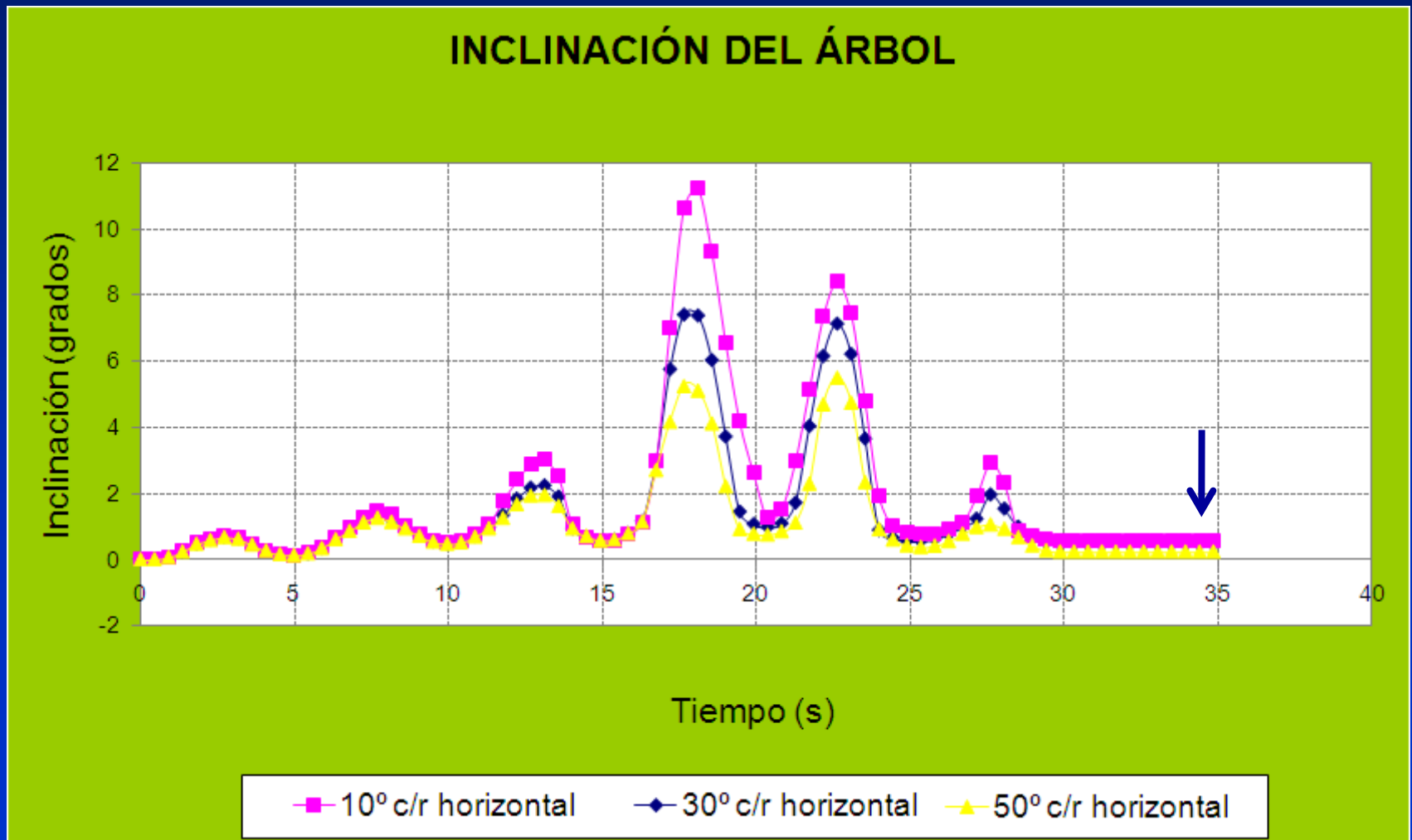
## Inclinación del árbol según diámetro del plato suelo-raíz



(González, 2007)



## Variación de la inclinación del ángulo de las raíces

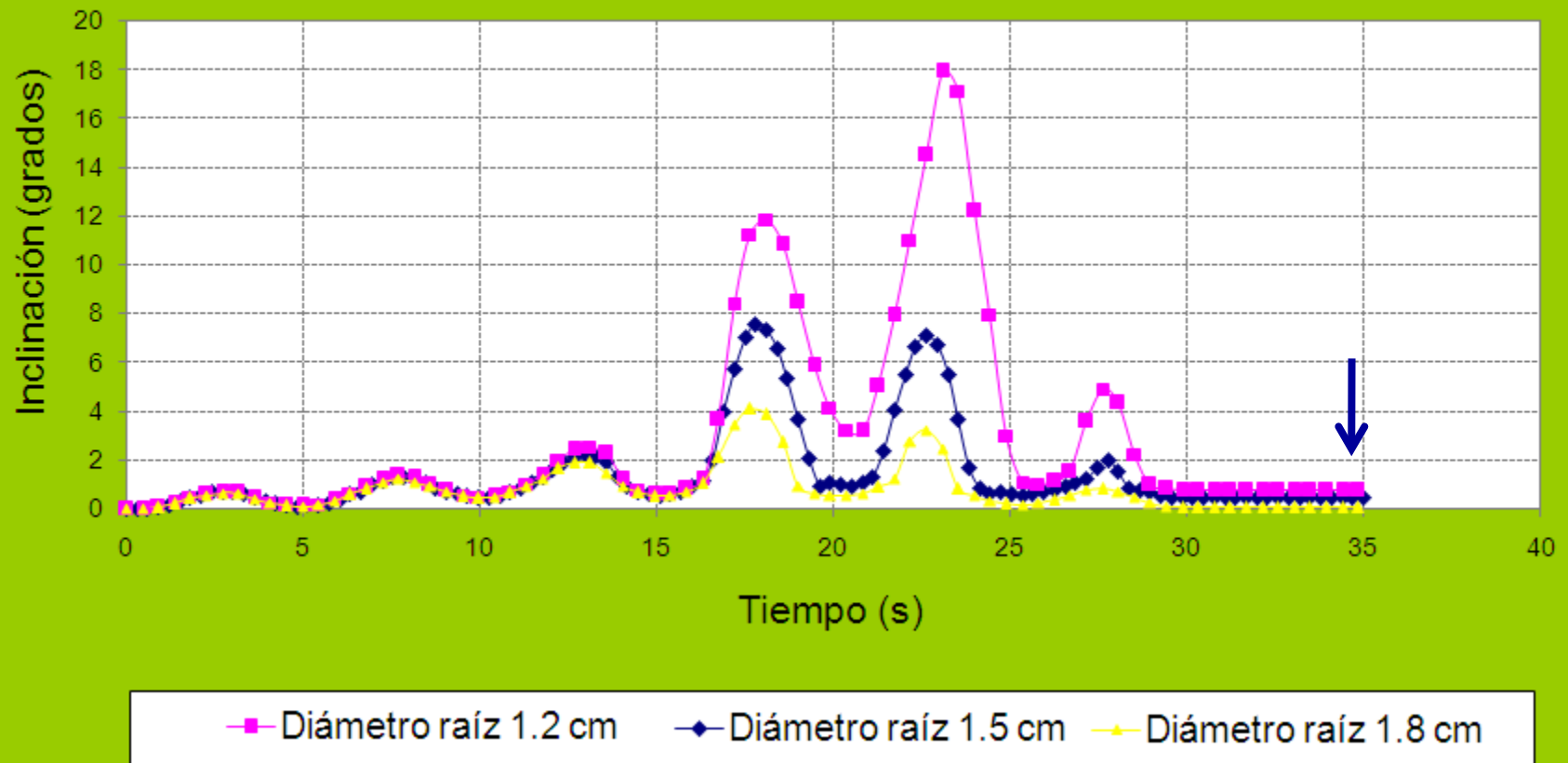


(González, 2007)



## Variación del diámetro promedio de las raíces de sotavento

### INCLINACIÓN DEL ÁRBOL

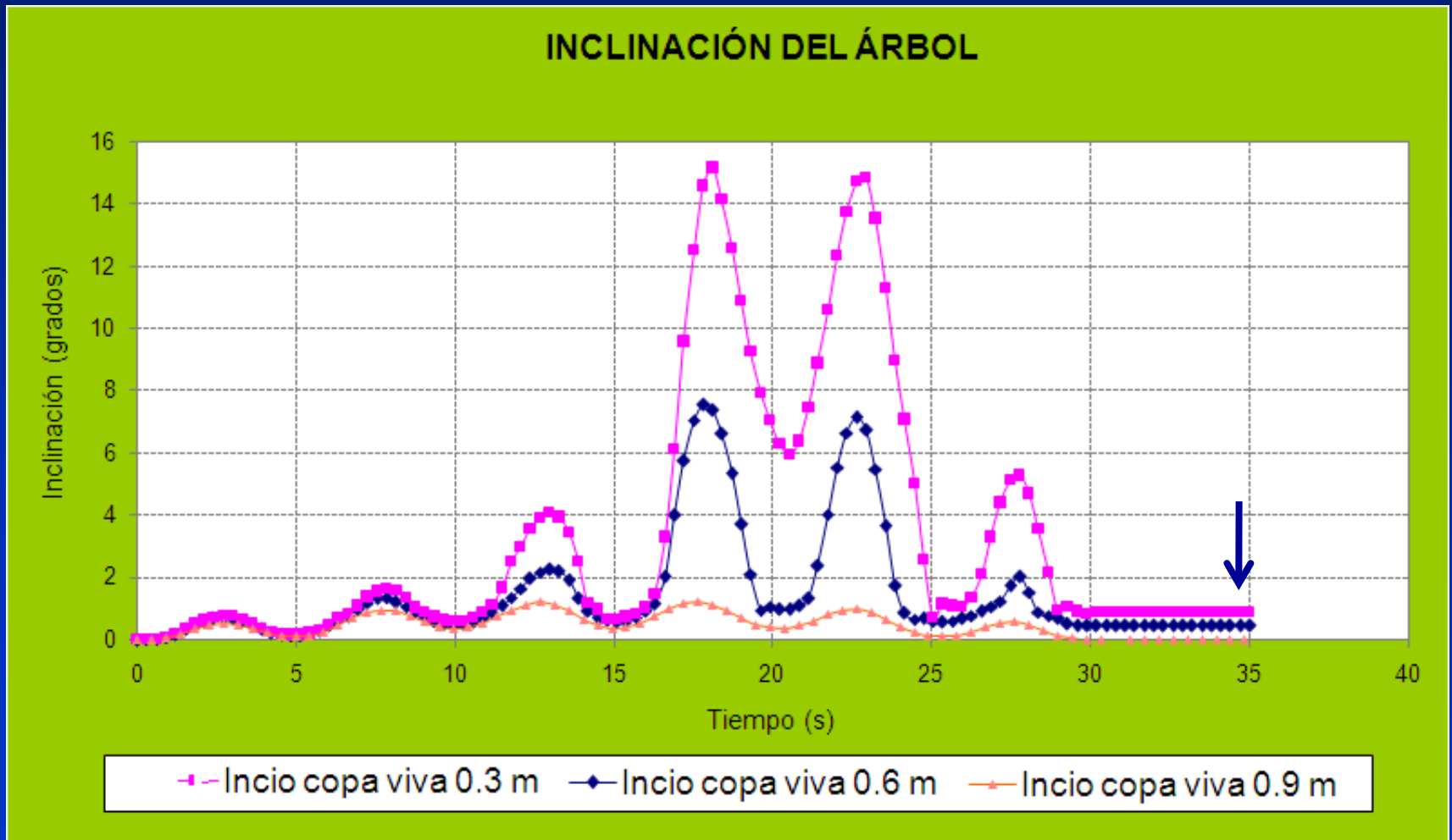


(González, 2007)





## Variación de la altura de la copa viva



(González, 2007)



## Plantación:

Se recomienda la plantación profunda; esto es que el cuello del árbol se encuentre unos **20 cm más abajo que la superficie del terreno**, pero siempre manteniendo el cuello del árbol descubierto de tierra (Fig. 1). Así se favorece el crecimiento en profundidad de las raíces, se evitan tempranas roturas de veredas y se capta y almacena agua de lluvia o riegos (Ledesma, 2008)

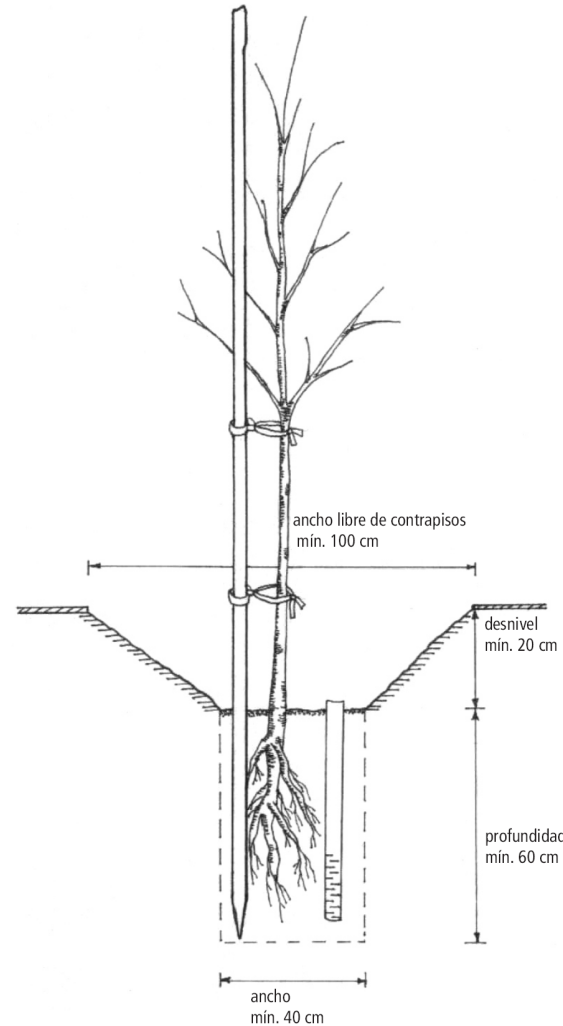


Fig. 1: Plantación correcta.

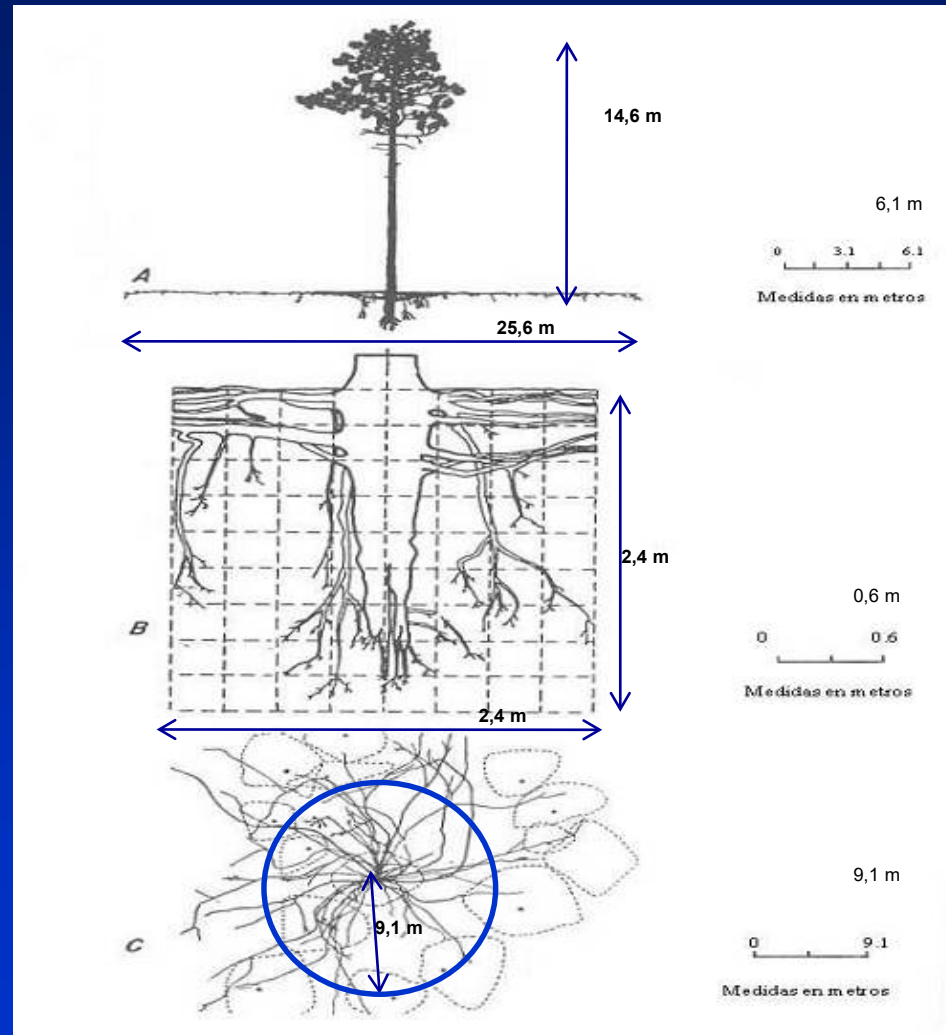


Mendoza, Argentina (2017)





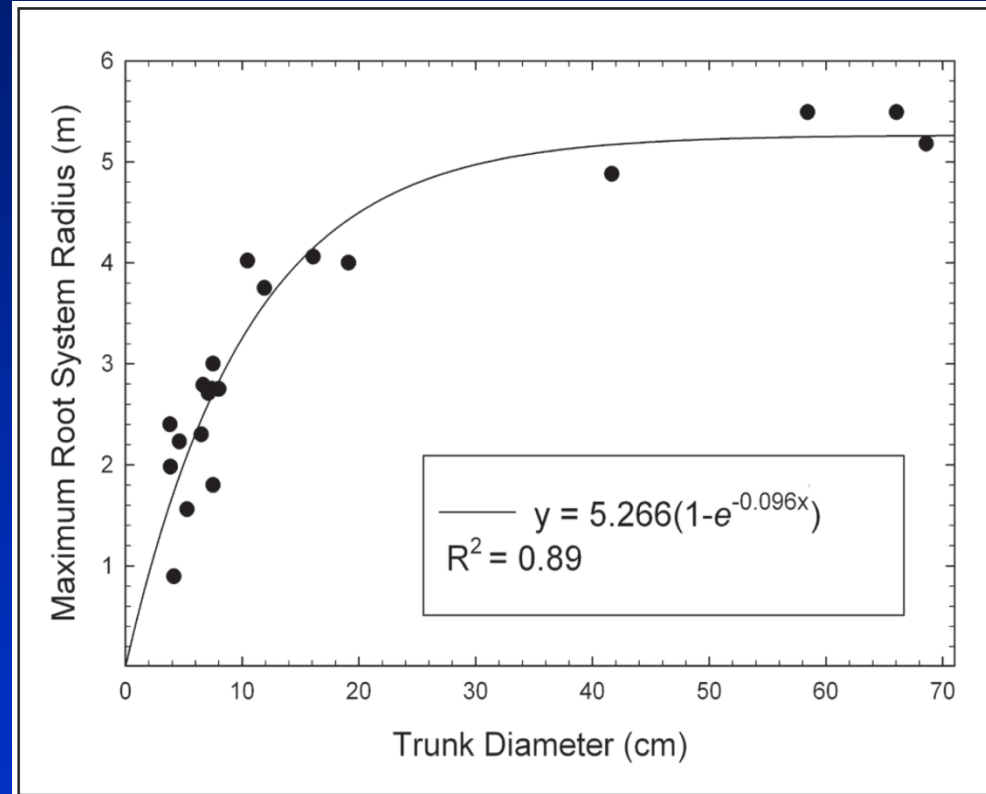
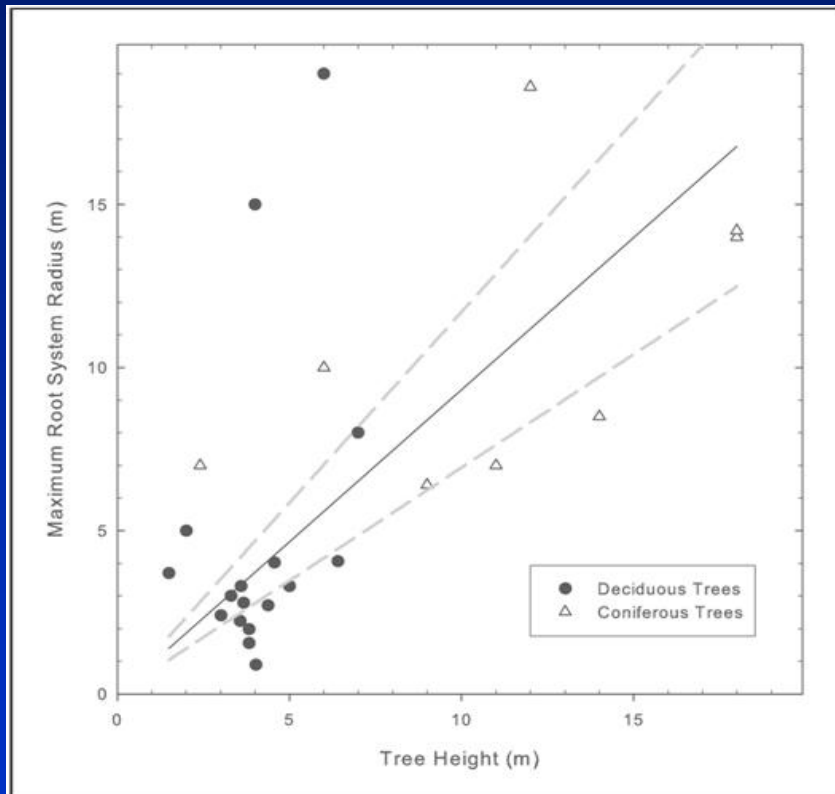
**Conocer el tamaño radicular es importante para prevenir caída de árboles**



**Esquema de un árbol y su sistema radicular. A: distribución general, B: distribución vertical de las raíces, C: distribución de raíces laterales y su relación con los árboles vecinos (Koch, 1972).**



## Relación entre tamaño del árbol y tamaño radicular



Relación entre altura del árbol y su máximo radio radicular

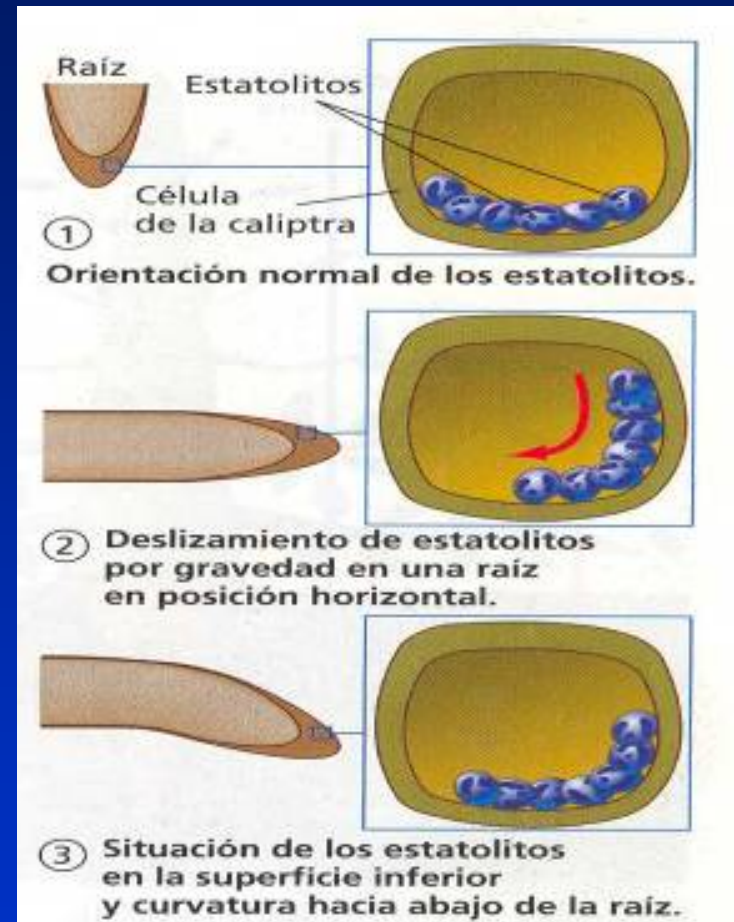
Relación entre diámetro del tronco y su máximo radio radicular





## En parques y grandes avenidas mantener raíz principal pivotante

En el ápice radicular se encuentra un grupo de células, que permite el geotropismo positivo de la raíz (caliptra).



**Cuando cortamos la caliptra, la raíz no tiene geotropismo positivo**

**En muchos casos, en viveros se corta la raíz principal**



**Cambio de veredas en Concepción. Tamaño del sistema radicular**





## Acciones:

- Reducir copa
- Evitar cortar raíces barlovento



## Algunas consideraciones para prevenir caídas de árboles...

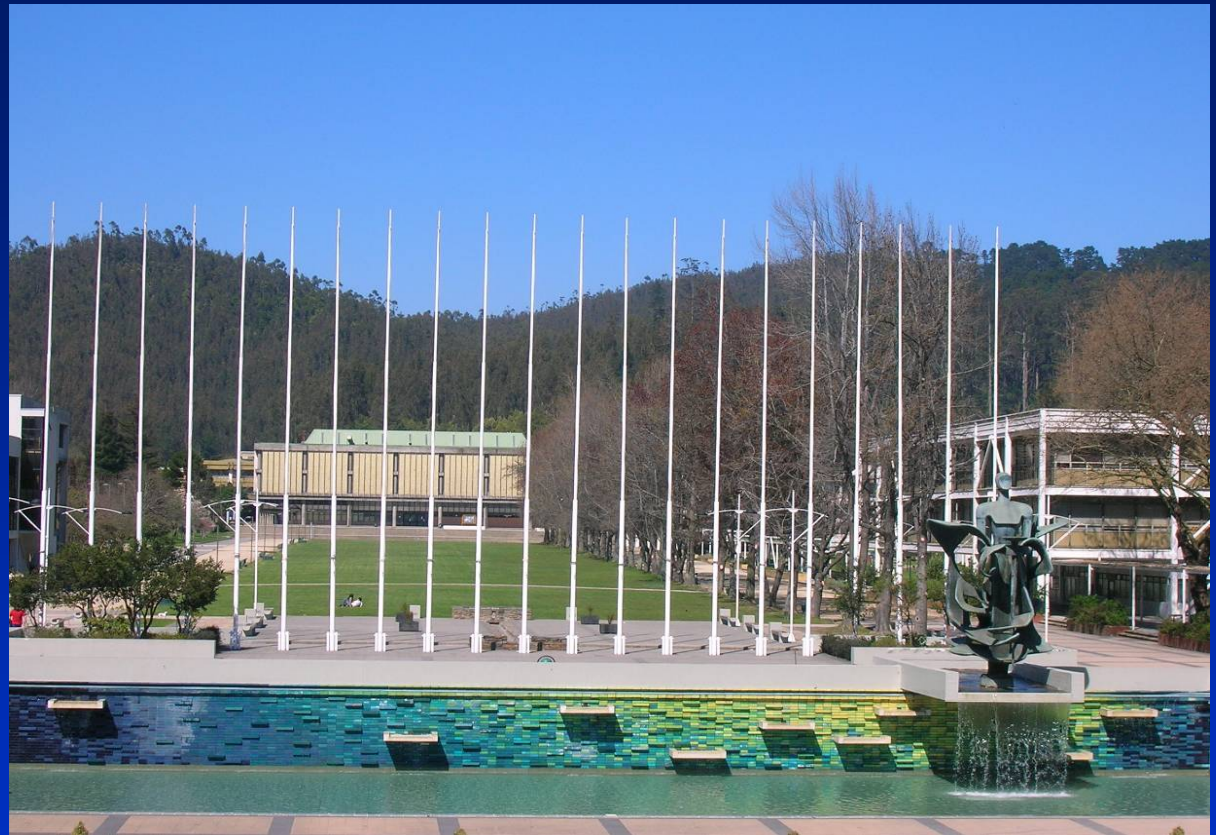
- Bajar el plato suelo-raíz (profundizar el sistema radicular) y/o aumentar el peso del plato suelo - raíz
- Mejorar el tamaño del plato suelo-raíz (evitar desagregación)
- Mantener raíces ubicadas a barlovento
- Bajar el peso aéreo disminuyendo copa (raleo de ramas o disminuir largo copa viva)





## Referencias

- Cendoya P. y Muñoz F. 2002. Modelamiento del daño por viento en árboles jóvenes de *Pinus radiata* D. Don. Bosque 23(2): 51-56.
- Cendoya P. y Muñoz F. 2004. Sensibilidad al daño por viento en función de la rigidez, simetría y anclaje de plantas juveniles de *Pinus radiata* D. Don. I Jornadas Chilenas de Estructuras de Madera. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción. 28-29 octubre. Concepción, Chile
- Coutts M. P. 1983. Root architecture and tree stability. Plant and Soil 71(1):171-188
- Coutts M. P. and Grace J. 1995. Wind and Trees. Cambridge University Press. 485 p
- Day S., Wiseman P.E., Dickinson S.B. and Harris J.R. 2010. Contemporary concepts of root system architecture of urban trees. Arboriculture & Urban Forestry, 36(4): 149–159.
- González I. 2007. Estudio de la mecánica del daño por viento en plantas juveniles de *Pinus radiata* D. Don. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.
- Henríquez S. 2004. Efectos de la profundidad de plantación en la inclinación de plantas de *Pinus radiata* D. Don por causa del viento. Memoria de Título, Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción.
- Ledesma M. 2008. Arbolado público. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Córdoba, Argentina. 75 p.
- Koch P. 1972. Utilization of southern pines. Agriculture Handbook N° 420, Asheville, NC. USDA-Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 734 p.



Dr. Fernando Muñoz  
Facultad de Ciencias Forestales  
Universidad de Concepción  
[fmunoz@udec.cl](mailto:fmunoz@udec.cl)