

La biomasa y necromasa en los ecosistemas de Bosque.

- Concepto de biomasa aérea y subterránea, distribución en distintos bosques
- La biomasa y los niveles tróficos.
- Necromasa: árboles muertos en pie ("snags"), detritos finos ("fine litter") y detritos gruesos ("coarse debris").
- Importancia estructural y funcional de la necromasa en la conservación de la biodiversidad y los suelos, los ciclos de nutrientes y el agua.

BIOMASA

Es la cantidad total de materia orgánica que forma parte de los organismos vivos que ocupan un área dada.

Se suele expresar en unidades de materia seca/área por ejemplo $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (= $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$) o $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$, o también en energía/área ($\text{kcal}\cdot\text{ha}^{-1}$).

En general el peso al que nos referimos, es peso seco a estufa a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante.

- La mayor parte de la biomasa de las comunidades forestales está formada por las **plantas verdes o fitomasa**.

BIOMASA

- La biomasa depende del clima, la fertilidad, la disponibilidad de agua, y la edad del bosque.
- La biomasa vegetal varía mucho entre ecosistemas forestales desde de 20 a 800 Mg.ha⁻¹.
- La mayor parte es madera, de función estructural y de conducción. La biomasa foliar y reproductiva en general es inferior a las 10-15 Mg.ha⁻¹.

BIOMASA

La biomasa incluye a los cuerpos funcionales de los organismos vivos.

En los bosques gran parte de la biomasa está constituida por el **duramen y la corteza**, que son tejidos muertos.

Estos tejidos muertos (con función mecánica o protectora) cumplen un papel activo para el organismo y son considerados parte de la biomasa.

BIOMASA

La biomasa suele separarse según su ubicación en el plano vertical, en biomasa aérea y biomasa subterránea.

En los bosques, la biomasa aérea representa la mayor proporción de la biomasa total.

BIOMASA

- La biomasa subterránea es muy variable.
- El porcentaje de raíces respecto de la biomasa total suele depender de la disponibilidad de agua, y de la fertilidad de los suelos.

Bioma	Biomasa (Mg ha ⁻¹)			Raíces
	Aérea	Raíces	Total	% del total
Bosques tropicales	304	84	388	22
Bosques templados	210	57	267	21
Bosques boreales	61	22	83	27
Arbustales mediterráneos	60	60	120	50
Sabanas y pastizales tropicales	40	17	57	30
Pastizales templados	2,5	5,0	7,5	67
Desiertos	3,5	3,5	7,0	50
Tundra	2,5	4,0	6,5	62
Cultivos	5,3	0,8	6,1	13

BIOMASA

- Biomasa de bosques maduros de *Nothofagus* en Tierra del Fuego. Se indica la edad de los árboles más viejos de cada rodal

Tipo de bosque	BIOMASA (Mg ha ⁻¹)			Edad (años)
	Aérea	Subterránea	Total	
<i>N. antartica</i>	217,1	30,5	247,6	200
<i>N. pumilio</i>	431,9	66,3	498,2	230
<i>N. betuloides</i>	700	166,9	867,8	250

Frangi, J. L., Barrera, M. D., Puigdefábregas, J., Yapura, P., Arambarri, A. M., & Richter, L. L. (2004). Ecología de los Bosques de la Tierra del Fuego. Chap 18, 88 pages. *Ecología y Manejo de los Bosques de Argentina. EDULP (Editorial Universidad Nacional de La Plata)*.

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/15915/Ecolog%C3%ADa_de_los_bosques_de_Tierra_del_Fuego__Jorge_L._Frangi__Marcelo_D._Barrera__Juan_Puigdef%C3%A1bregas__Pablo_F._Yapura__Ang%C3%Aglica_M._Arrambarri_y_Laura_Richter_.pdf?sequence=20&isAllowed=y

BIOMASA de BOSQUES DE ARGENTINA

ESTIMACIÓN DE
VOLUMEN, BIOMASA
Y CONTENIDO DE
CARBONO DE LAS
REGIONES
FORESTALES
ARGENTINAS. 2004.
Dirección de Bosques.
Secretaría de Ambiente
y Desarrollo
Sustentable. República
Argentina Ministerio de
Salud y Ambiente

TABLA 6. BIOMASA AÉREA EN TIERRAS FORESTALES POR REGIÓN FORESTAL EN 1998.

Región Forestal	Biomasa aérea media (tn/ha)	Desvío típico	Biomasa aérea total (x1.000 tn)	Desvío típico
Parque Chaqueño	98,80	26,45	2.177.595,10	582.902,89
Selva Misionera	266,24	45,07	243.563,82	41.232,67
Selva Tucumano Boliviana	172,87	60,60	639.194,14	224.088,93
Bosque Andino Patagónico	540,20	309,34	1.072.567,44	614.194,64
<i>Total nacional</i>	144,31*		4.132.920,50	

*Ponderado con respecto a la superficie de cada región.

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiO3Nunu57wAhWjq5UCHSs4BHwQFjAAegQIAxAD&url=http%3A%2F%2Faulavirtua.l.agro.unlp.edu.ar%2Fpluginfile.php%2F20857%2Fmod_folder%2Fcontent%2Fo%2FGaspari_biomasa_carbono.pdf%3Fforcedownload%3D1&usq=AOvVaw2EwgXzVh5O3SA-gnWnXUcN

BIOMASA

A la biomasa también la podemos separar de acuerdo a su distribución en distintos tipos de órganos y tejidos vegetales como:

- **biomasa foliar,**
- **de ramas anuales,**
- **ramas leñosas,**
- **de fuste** (también separado en sus tejidos componentes como corteza, albura y duramen),
- **raíces leñosas gruesas,**
- **raíces leñosas finas y**
- **raíces finas no leñosas.**

BIOMASA

Estas separaciones son de importancia en el análisis de los ciclos de nutrientes y en el manejo de los bosques ya que las fracciones finas poseen concentraciones mayores de nutrientes.

BIOMASA Aérea

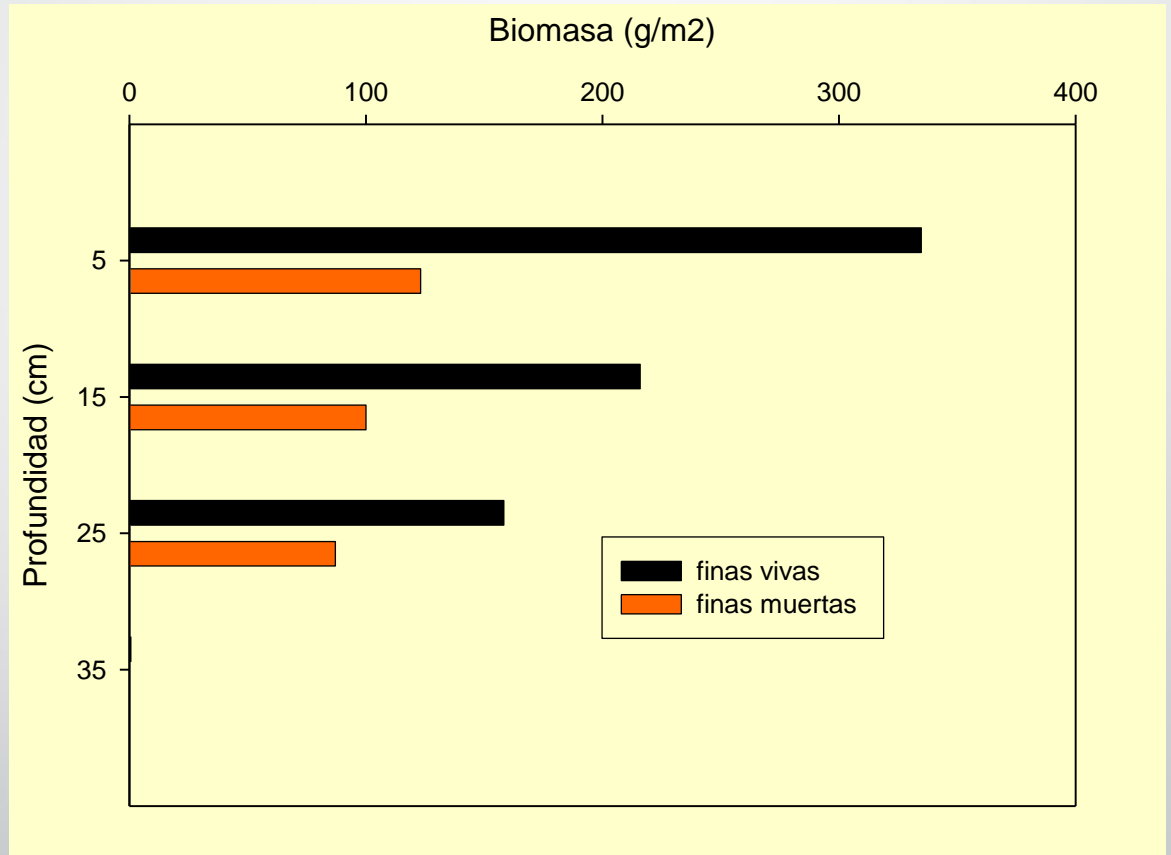
- Biomasa por compartimientos de una la plantación de *Eucalyptus grandis* en Concordia, Entre Ríos

Compartimiento	Biomasa (Mg ha ⁻¹)
Hojas	4,1
Frutos	10,6
Ramas del año (brotes)	12,2
Ramas < 1 cm	27,2
Ramas 1-5 cm	90,5
Fuste	200,0
Total	344,6

Goya, J. F., Frangi, J. L., & Dalla Tea, F. (1997). Relación entre biomasa aérea, área foliar y tipos de suelos en plantaciones de *Eucalyptus grandis* del NE de Entre Ríos, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 102.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/15606/Documento_completo_.pdf?sequence=1

BIOMASA

La biomasa subterránea generalmente sigue una distribución exponencial negativa con la profundidad



Biomasa y necromasa de raíces en un bosque de *Nothofagus pumilio*

BIOMASA

Animal

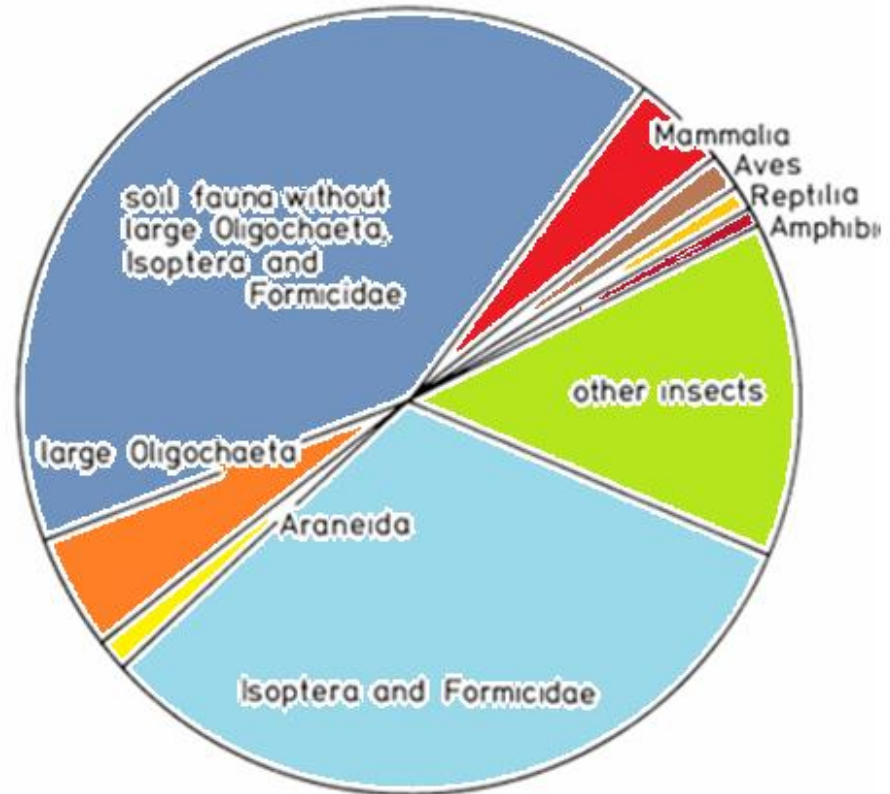
Comparativamente, **la fauna** es siempre **insignificante** en términos de **biomasa comparada con la fitomasa.**

Ej. en una zona de selva africana, la biomasa de primates, rumiantes, elefantes, cerdos y ardillas varió entre los 10 y 59 kg ha⁻¹*

*White, L. J. (1994). Biomass of rain forest mammals in the Lopé Reserve, Gabon. *Journal of animal ecology*, 499-512.

Biomasa Animal

- Se observa que los animales más conspicuos representan una pequeña proporción de la biomasa animal total.
- La biomasa de la fauna del suelo es varias veces superior a la de anfibios, reptiles, aves y mamíferos



A Composition of the total animal biomass

Fittkau, E. J., and H. Klinge. 1973. On Biomass and Trophic Structure of the Central Amazonian Rain Forest Ecosystem. *Biotropica* 5 (1): 2–14

<https://pdfs.semanticscholar.org/d383/39c182190797426c4bd3d933036e1bcb1a68.pdf>

BIOMASA

No obstante, no debe confundirse biomasa con la **importancia de los animales**



La escasa biomasa animal incluye organismos con alta tasa metabólica o bien con funciones especiales en el ecosistema tales como:

Polinización

Dispersión de semillas

Herbivoría

control de plagas

Descomposición







VICTOR GUIMERA O' DOHERTY

NECROMASA

Es la cantidad de materia orgánica de los organismos muertos, expresado por unidad de superficie. Muchas veces incluye las partes muertas de los organismos vivos.

Está constituida por las siguientes fracciones:

- **Las partes muertas** inactivas de los seres vivos, como ramas secas y raíces muertas.
- **Los árboles muertos en pie**
- **Los detritos de los árboles** finos y gruesos caídos sobre el terreno



Partes muertas de los árboles vivos

NECROMASA



Árboles muertos en pie

NECROMASA

Detritos finos y gruesos



NECROMASA

NECROMASA

Las ramas muertas y árboles muertos en pie representan:

- Un **capital** de MO y nutrientes que se ven sometidos a distintos procesos que integran la descomposición
- Sitios de **anidamiento** de aves y otros vertebrados terrestres
- Lugares de **refugio** y **alimentación** de diversos organismos.

NECROMASA

Los **detritos leñosos gruesos y finos** caídos sobre el terreno:

- integran el **mantillo**
- representan dos compartimentos de depósito de nutrientes con distintas **velocidades de descomposición**
- son **hábitat** y **alimento** de distintos organismos.
- Los **detritos gruesos** pueden constituir el **refugio** de animales cavícolas,
- Los **detritos gruesos** son un **freno** a los procesos **erosivos**, y junto a los **detritos finos** favorecen la **infiltración** de agua en el suelo.

NECROMASA

La **necromasa** cumple, por lo tanto, diversas funciones:

- es **almacenaje**, fuente y regulador del suministro de nutrientes y energía,
- mejora las condiciones **hidrológicas**,
- constituye **alimento** y **refugio** para la vida silvestre,
- contribuye al **control de erosión**.



Necromasa: residuos de la cosecha luego del aprovechamiento de una plantación de *Eucalyptus* sp. en el NE de Entre Ríos

NECROMASA

- Estimación de los detritos finos: se cosecha el material mediante parcelas de superficie conocida. El mantillo fino suele separarse en compartimientos (hojas, ramas < 1 cm, frutos, entre otros)



NECROMASA

ejemplo

Materia seca del
mantillo de
bosques de
Nothofagus en
Tierra del Fuego

Tipo de bosque	Detritos (Mg ha ⁻¹)		
	Gruesos	Finos	Total
<i>N. antartica</i>	78,3	5,1	83,4
<i>N. pumilio</i>	58,1	4,5	62,6
<i>N. betuloides</i>	51,9	8,3	60,1

Compartimientos de la biomasa y necromasa

		VIVO		MUERTO	
		Biomasa		Necromasa	
				Humus	
Piso forestal	Aérea	Árboles y otras plantas leñosas Plantas herbáceas Animales	Hojas Frutos Ramitas del año Madera <ul style="list-style-type: none"> Ramas Tallos 	Árboles muertos en pie (snags)	Detritos gruesos leñosos aéreos
	Subterránea	Raíces vivas Suelo Fauna	Finas Gruesas	Raíces muertas	Detritos gruesos leñosos (Troncos+ ramas) Hojarasca Finos (Hojas+ ramitas+ miscelanea)

Cuadro resumen

Estimación de la biomasa de los árboles de un bosque

Técnicas de estimación de la biomasa de los árboles

- **La biomasa vegetal**, generalmente, es estimada mediante técnicas que implican la **cosecha** de las plantas, su posterior secado a estufa a 60 °C hasta peso constante y su pesado en balanzas de precisión.
- Estas técnicas se denominan métodos o técnicas “**de cosecha**” o “**destruktivos**”.
- En el caso del **componente leñoso de los bosques**, los **métodos destructivos** no solo son poco recomendables por su **alto costo** por la demanda de personal y de tiempo, sino por que su aplicación es **poco ética**.
- Piensen que se ha propuesto mejorar el manejo de un bosque para su **conservación** y para ello es necesario conocer su biomasa ¿Se imaginan **talar un bosque** o buena parte de él para lograr ese objetivo?

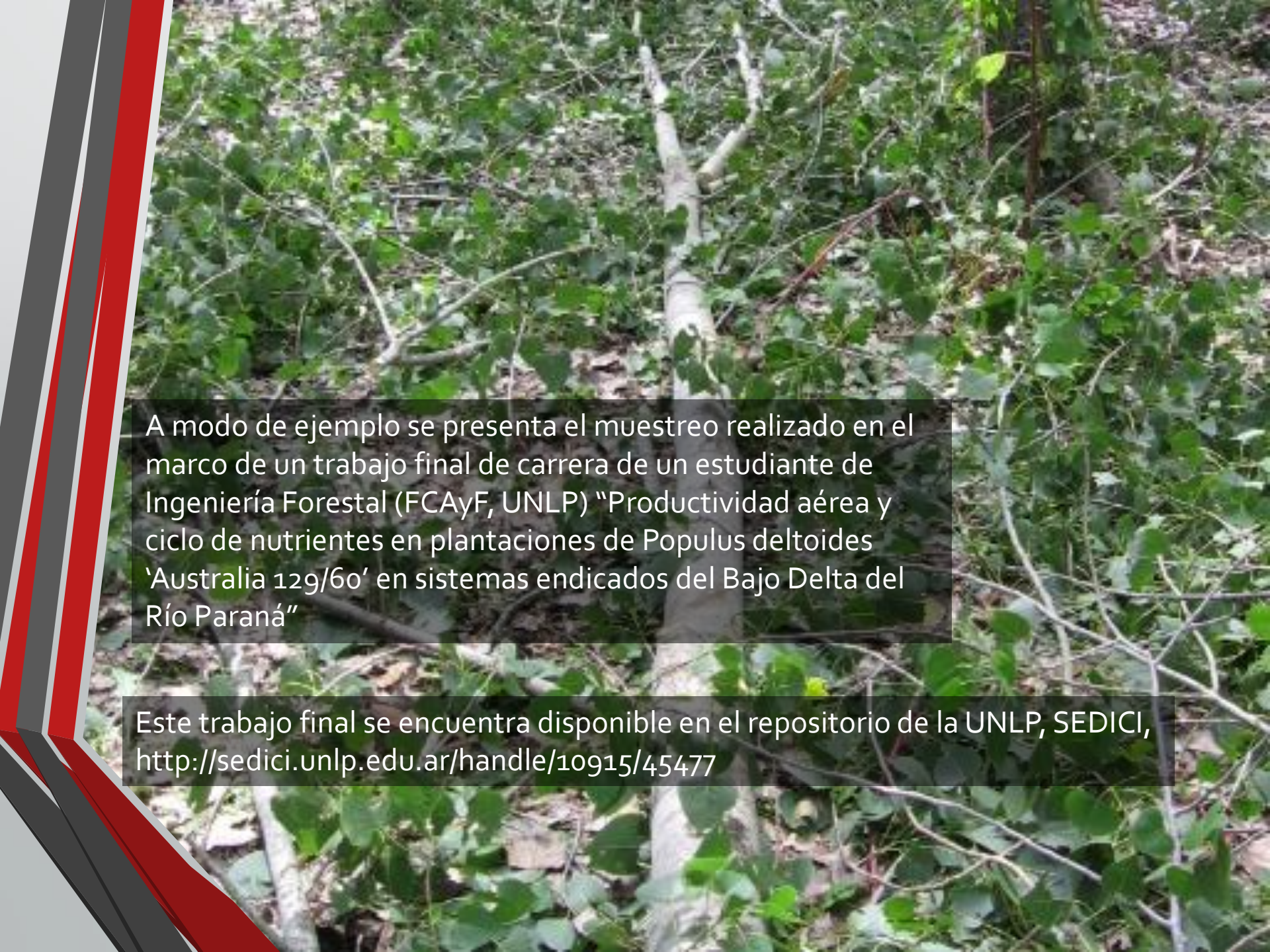
Estimación de la biomasa de los árboles de un bosque

- Una forma de resolver este problema es combinando el método de **análisis dimensional** con **métodos de cosecha**.
- El **análisis dimensional** se basa en las **propiedades alométricas** de los árboles, es decir que ciertas **dimensiones** de éstos, por ejemplo DAP, altura, se encuentran **correlacionadas** con el **tamaño de los árboles** y por lo tanto con su **peso individual**.
- Esta técnica de **Análisis dimensional** (Whittaker & Woodwell, 1968) consiste en realizar ecuaciones de regresión entre **“variables no destructivas”** de **fácil medición** y el **peso seco** del árbol completo o de sus compartimientos.
- De este modo se obtienen ecuaciones de peso seco versus variable. Las variables más utilizadas son el **DAP, la altura** o ambas.

Whittaker, R. H., & Woodwell, G. M. (1968). Dimension and production relations of trees and shrubs in the Brookhaven Forest, New York. *The Journal of Ecology*, 1-25.

Estimación de la biomasa de los árboles de un bosque

- Para obtener estas **ecuaciones** se deben aplicar técnicas destructivas, pero el número de árboles que es necesario cortar es muy inferior al requerido para estimar la biomasa de un bosque o de una plantación por métodos destructivos.
- Estas ecuaciones permiten conocer el **peso individual de los árboles**.
- Para estimar **la biomasa arbórea** es necesario, además, conocer **el número de árboles por unidad de superficie**, es decir, **la densidad de árboles**.



A modo de ejemplo se presenta el muestreo realizado en el marco de un trabajo final de carrera de un estudiante de Ingeniería Forestal (FCAyF, UNLP) "Productividad aérea y ciclo de nutrientes en plantaciones de Populus deltoides 'Australia 12g/60' en sistemas endicados del Bajo Delta del Río Paraná"

Este trabajo final se encuentra disponible en el repositorio de la UNLP, SEDICI, <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/45477>



- El trabajo se realizó en una plantación de álamos en el Delta del Paraná.
- La plantación se encontraba cercana al turno de corta.
- Se delimitaron tres parcelas de 1500 m^2
- En cada una de ellas se midió el DAP y altura de todos los árboles
- Para obtener las ecuaciones de peso seco del árbol completo y de sus compartimientos (ramas, fuste, hojas) se cortaron 22 árboles.
- Los tamaños de los árboles cortados fueron representativos de los existentes en la distribución diamétrica de las parcelas delimitadas en la plantación.
- El número de árboles cortados fue proporcional a las frecuencias diamétricas de las parcelas



- El muestreo se realizó en el mes de febrero, cuando había plena expansión del foliage
- Los árboles se separaron en compartimientos:
 - Fuste
 - Ramas 1-5 cm de diámetro
 - Ramas < 1 cm de diámetro
 - Ramas del año (brotes)
 - Hojas





Se realizó el peso fresco de todos los compartimientos

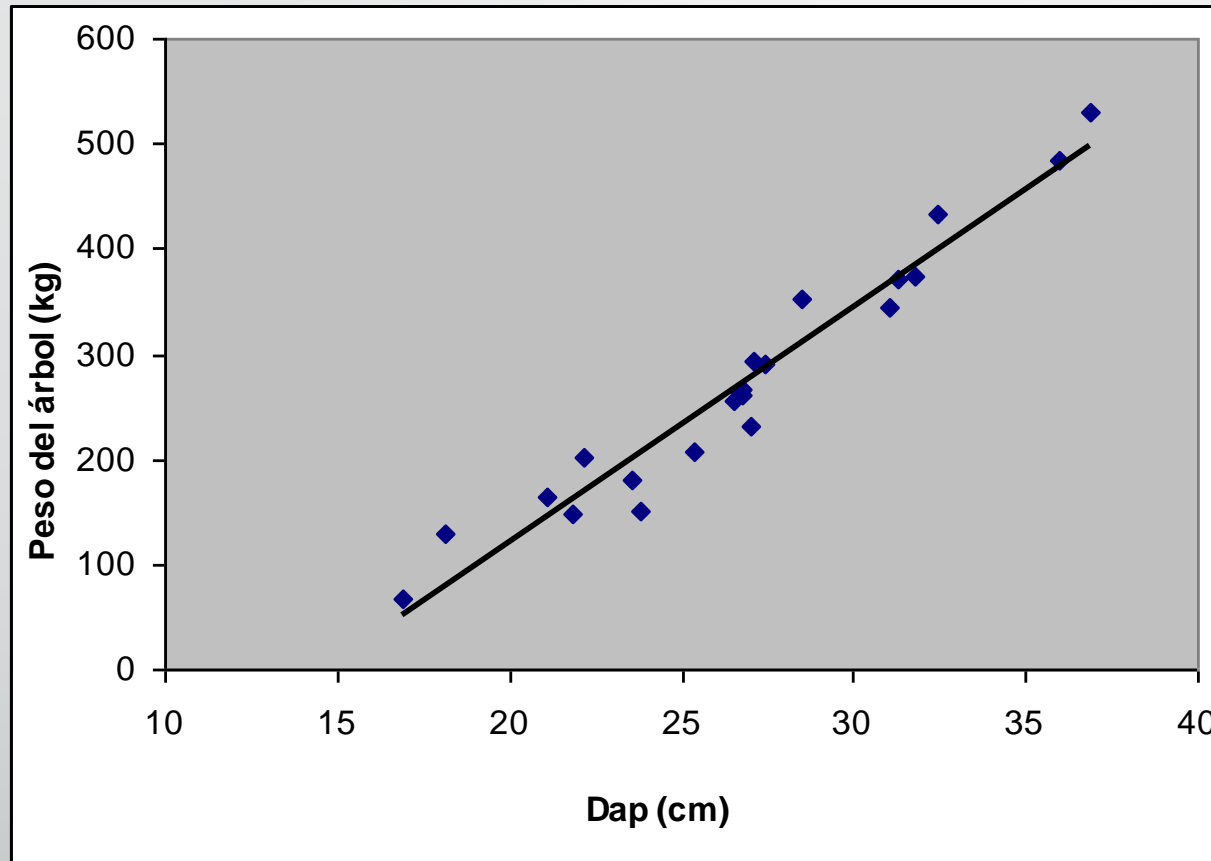






- Se tomaron alícuotas de cada compartimiento, identificando árbol y parcela, y se llevaron a estufa a 60°C hasta peso constante
- Se estimó el contenido de humedad de cada alícuota y se calculó luego el peso seco de cada compartimiento, como el producto del peso fresco por el factor de humedad.

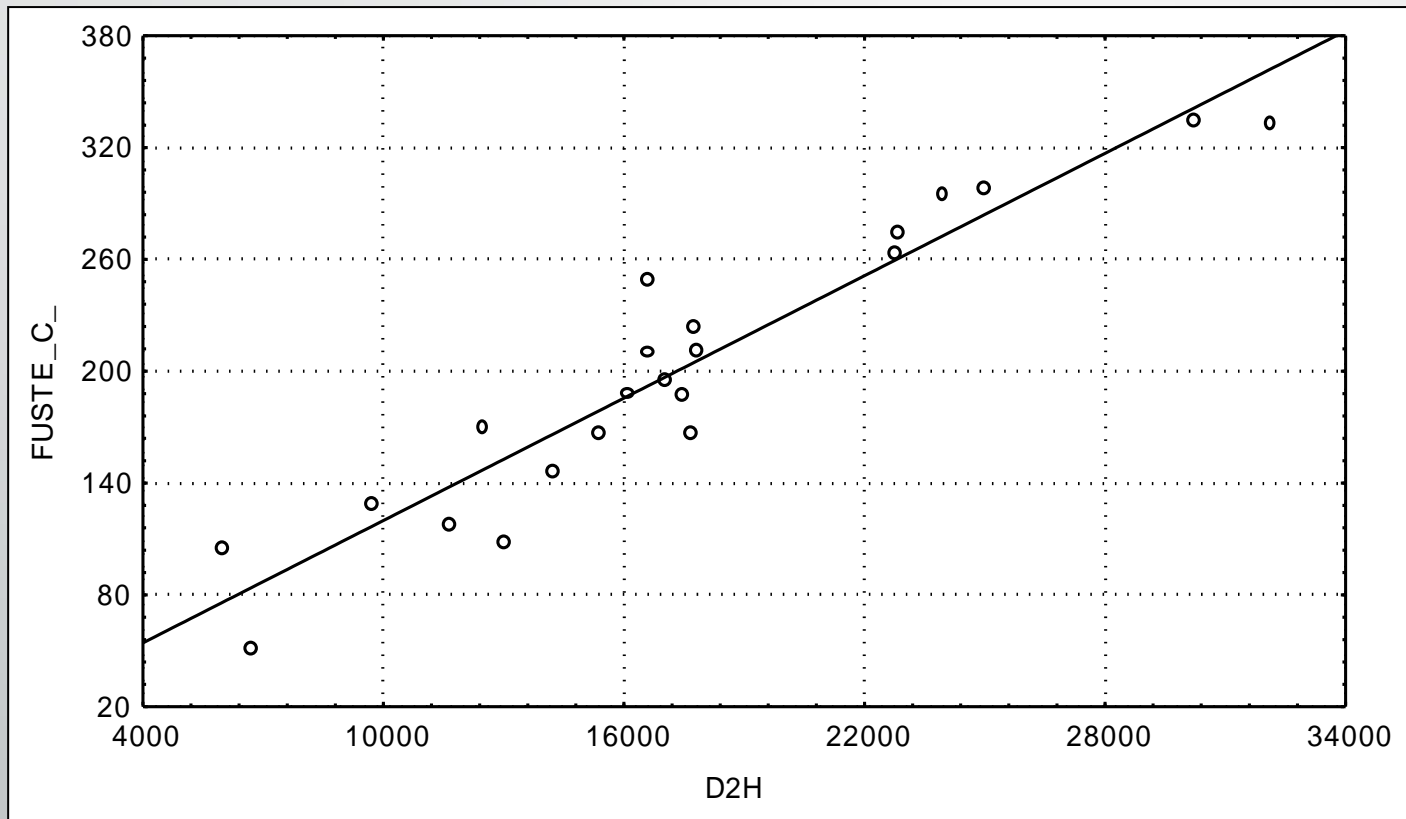
Estimación del peso individual de los árboles



$$Y = a + b x$$

El diámetro a la altura de pecho (DAP) es una variable muy utilizada como predictora del peso individual de los árboles

Estimación del peso del fuste

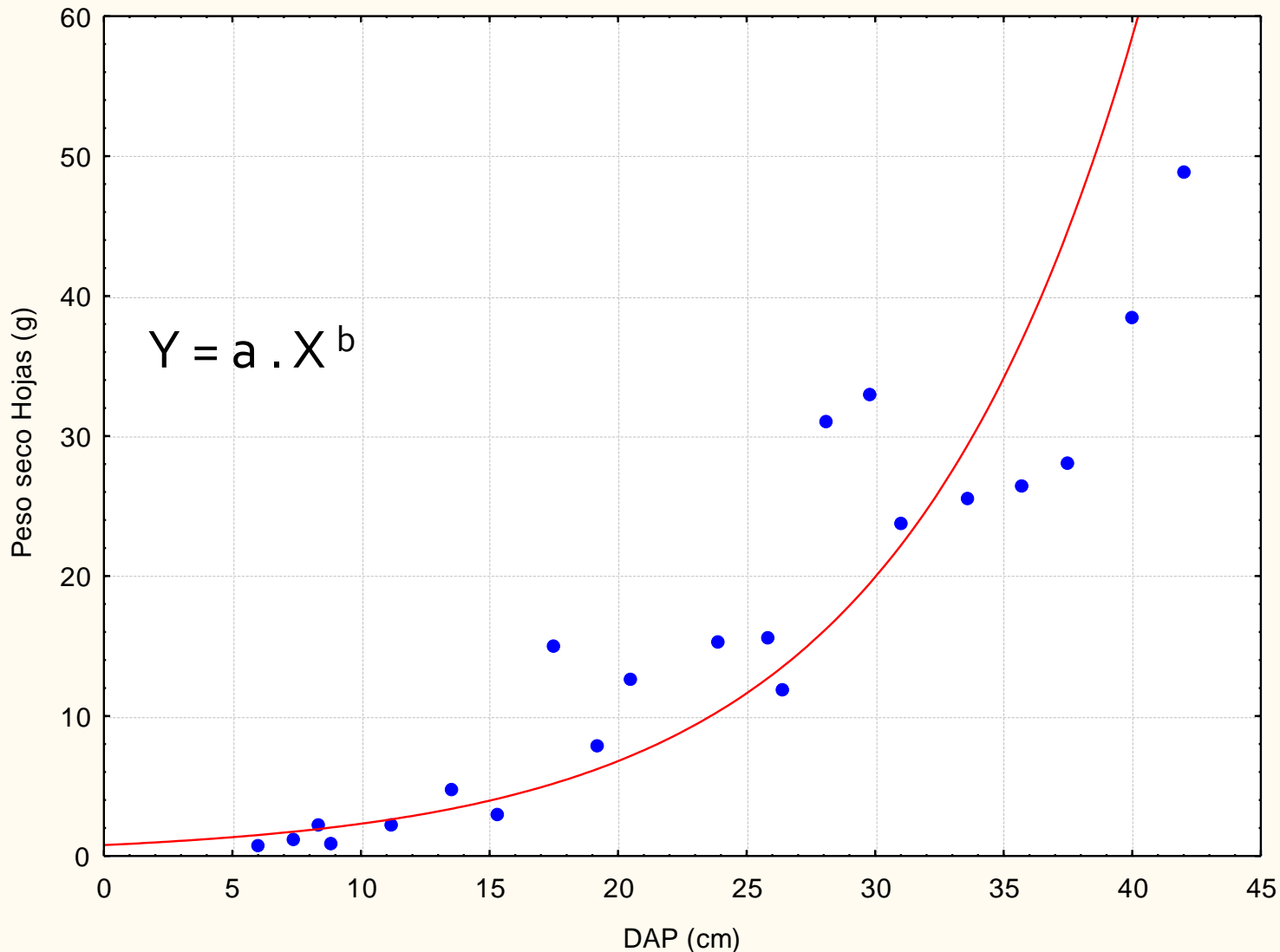


Muchas veces el DAP combinado con la altura mejora el ajuste del modelo

$$\text{DAP} * H \text{ o } \text{DAP}^2 * H$$

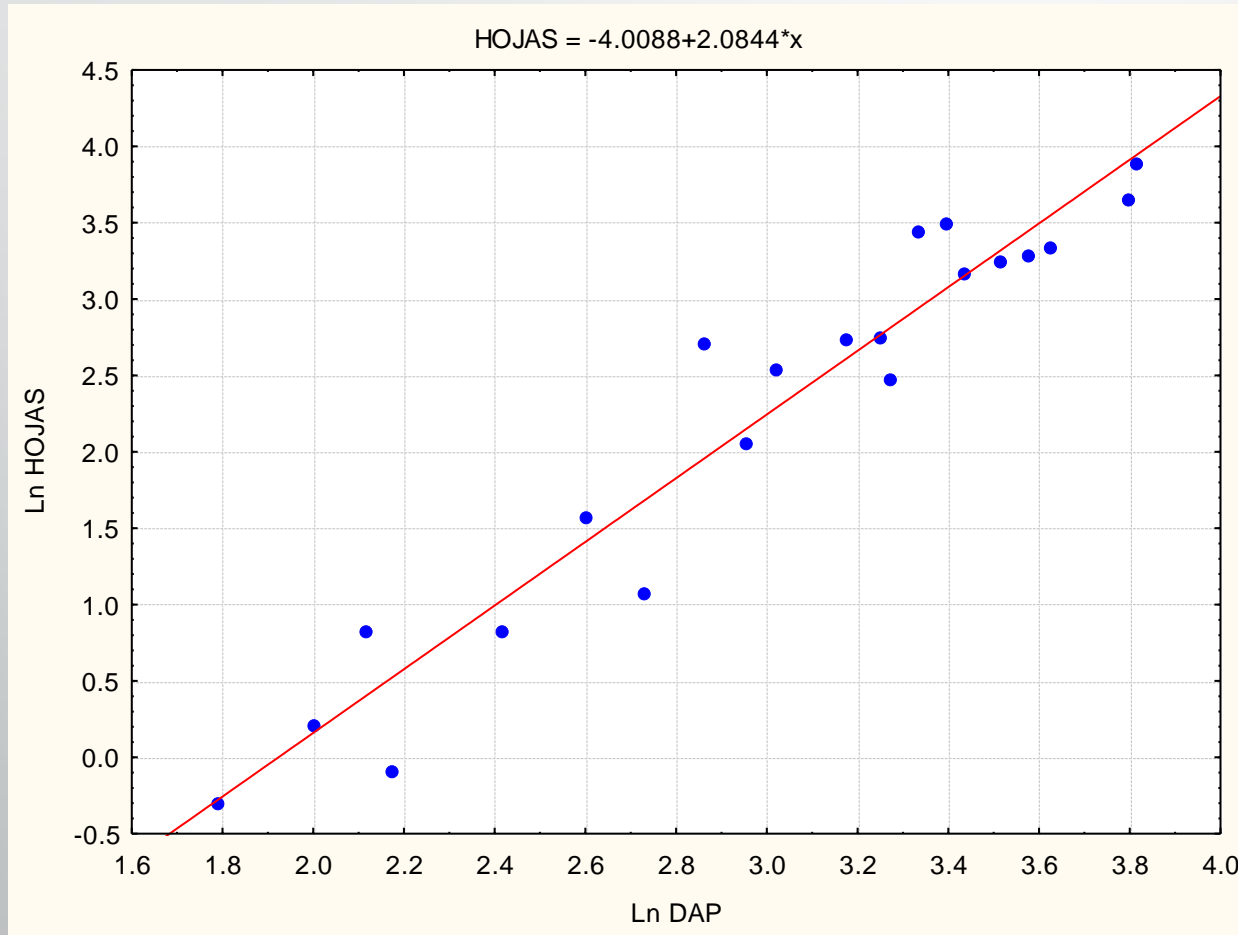
Estimación del peso de las hojas

Puede ocurrir que la relación entre las variables no sea lineal



Estimación del peso de las hojas

En ese caso se las variables se transforman, la transformación logarítmica permite linealizar una función exponencial



$$\text{Log } Y = a + b \text{ Log } DAP$$

- Ejemplo de ecuaciones para la estimación del peso seco del árbol completo y de los compartimientos de la biomasa aérea

Fuste: $Y = 6,32394 + 0,00955468 * (DAP^2 * H)$
 R^2 ajustado= 87,68%

Hojas: $Y = -0,43333 + 0,000527483 * (DAP^2 * H)$
 R^2 ajustado= 78,46%

Corteza: $Y = 4,13443 + 0,00139066 * (DAP^2 * H)$
 R^2 ajustado= 77,46%

Ramas > 5 cm: $Y = -34,0754 + 0,00241319 * (DAP^2 * H)$
 R^2 ajustado= 64,12%

Ramas de 1-5 cm: $Y = -8,76263 + 0,00258288 * (DAP^2 * H)$
 R^2 ajustado =73,21%

Ramas < 1 cm: $Y = -0,994549 + 0,000785299 * (DAP^2 * H)$
 R^2 ajustado= 69,51%

Brotos: $Y = -0,216882 + 0,000126814 * (DAP^2 * H)$
 R^2 ajustado= 83,39%

Ejemplo de ecuaciones para la estimación del peso seco del árbol completo y de los compartimientos de la biomasa aérea

Modelos de regresión, parámetros y estadísticos para la estimación del peso seco por compartimiento de árboles de *E. grandis* para los sitios arenoso, mestizo y arcilloso. P: peso seco (Kg); H: altura (m) y DAP: diámetro altura del pecho (m), **E** y **e** error relativo de la regresión (n=22).

Compartimiento	Ecuación	a	b	r ²	E	e	F	P
Fuste >5 cm	(1)	5,076	1,028	0,99	1,1	---	2531	<0,05
Ramas <5 cm	(2)	-3,171	1,754	0,73	1,6	---	54	<0,05
Ramas <1 cm	(2)	-4,294	1,731	0,90	1,3	---	184	<0,05
Hojas	(2)	-5,324	2,189	0,86	1,5		121	<0,05
Frutos	(3)	-0,537	0,904	0,81	---	0,74	83	<0,05
Ramas del año	(3)	0,223	0,822	0,83	---	0,38	99	<0,05
Total	(1)	5,241	0,930	0,99	1,1	---	2088	<0,05

(1) $\ln P = a + b \times \ln DAP^2 H$

(2) $\ln P = a + b \times \ln DAP$

(3) $P = a + b \times DAP^2 H$

Goya, J. F., Frangi, J. L., & Dalla Tea, F. (1997). Relación entre biomasa aérea, área foliar y tipos de suelos en plantaciones de *Eucalyptus grandis* del NE de Entre Ríos, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 102.