



# CAPTURA DE CARBONO EN EL SUELO

Edmundo Acevedo H

Universidad de Chile

Academia de Ciencias Agronómicas . 28 de Octubre de 2015

*“Innovaciones sustentables para la agricultura del secano Chileno”*



# TÓPICOS

1. Contexto: Intensificación de la Agricultura, Cambio Climático y Necesidades de Alimentos al 2050.
2. Dinámica del carbono orgánico del suelo.
3. Captura de carbono orgánico en el suelo.
4. Cambio en las propiedades del suelo con la captura de carbono orgánico.
5. Conclusiones



## EL DESAFIO AGRONOMICO

La demanda en los principales cultivos alimenticios, trigo, maíz y arroz, tiende a ser superior al crecimiento de la producción.

A partir de 2007 los precios de estos commodities subieron notablemente.

La tasa de mejoramiento genético para ambientes óptimos ha disminuido notablemente (esta bajo  $1\% \text{ año}^{-1}$ ).

Se espera, que la demanda de trigo global suba en un 70% al año 2050, lo que implica una mucho mayor intensificación de los sistemas de producción.

La sequía y altas temperaturas afectan la producción de medioambientes Mediterraneos, especialmente de secano.

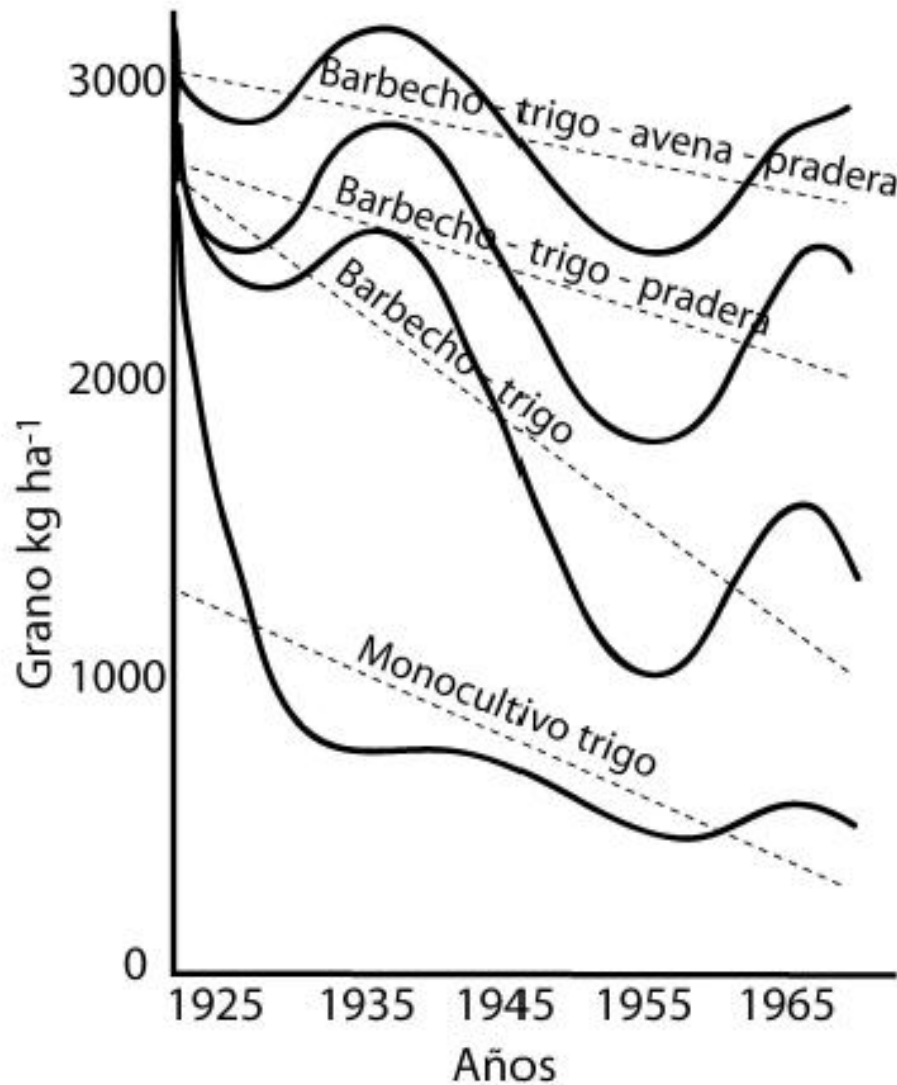


# CARBONO ORGÁNICO Y PRODUCTIVIDAD DEL SUELO.

- Desde la segunda mitad del siglo veinte se ha observado un continuo aumento de la producción de los cultivos.
- A pesar del aumento en producción hay, sin embargo, una pérdida de productividad de cultivos y rotaciones.
- En un suelo franco de las Grandes Planicies, USA, un aumento de  $1 \text{ t ha}^{-1}$  de MOS en los primeros 30 cm del suelo es equivalente a un aumento en productividad de  $15 \text{ kg ha}^{-1}$  en granos de trigo.



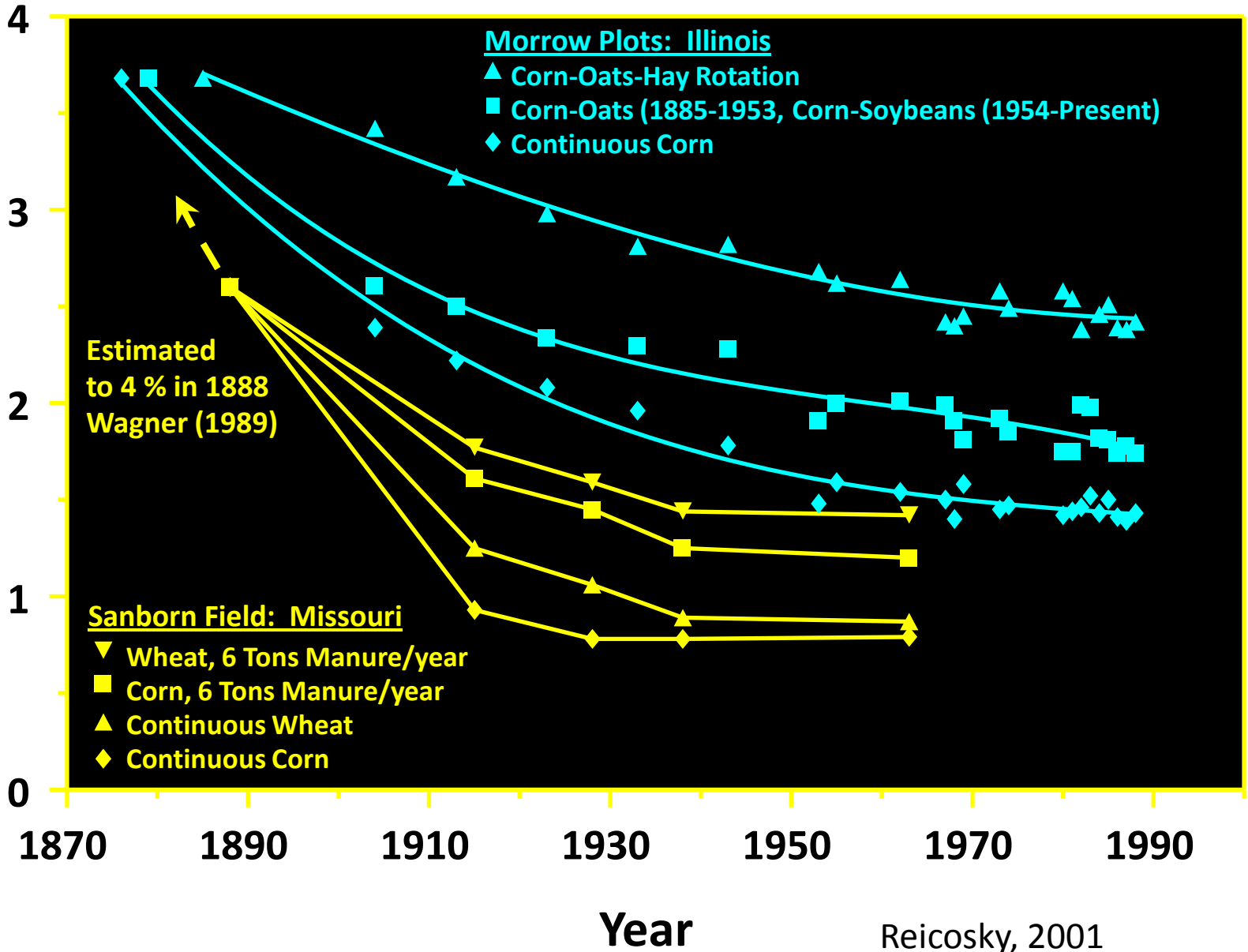
# PÉRDIDAS DE PRODUCTIVIDAD DE LAS ROTACIONES DE CULTIVOS.



# LONG TERM EFFECTS OF CROP ROTATIONS



Soil Organic Carbon (%)





# TÓPICOS

1. Contexto: Intensificación de la Agricultura, Cambio Climático y Necesidades de Alimentos al 2050.
2. Dinámica del carbono orgánico del suelo.
3. Captura de carbono orgánico en el suelo.
4. Cambio en las propiedades del suelo con la captura de carbono orgánico.

# DINAMICA DEL CARBONO DEL SUELO

**Pérdidas:**

$$C_{\text{entrada}} < C_{\text{salida}}$$

**Ganancias:  
(Secuestro)**

$$C_{\text{entrada}} > C_{\text{salida}}$$





# Intensificación Del Uso Del Suelo y Problemas Asociados

- Acidez (Fertilizantes)
- Salinidad (Riego)
- Sodicidad (Riego)
- Pérdidas de C del suelo (Labranza y Quemadas)**
- Erosión (Labranza)
- Contaminación (Fert y Pest)
- Aumento de emisiones de  $N_2O$
- Aumento de emisiones de  $CH_4$



# PERDIDAS DE CARBONO ORGANICO POR EROSIÓN





# PERDIDAS DE CARBONO ORGÁNICO POR QUEMAS





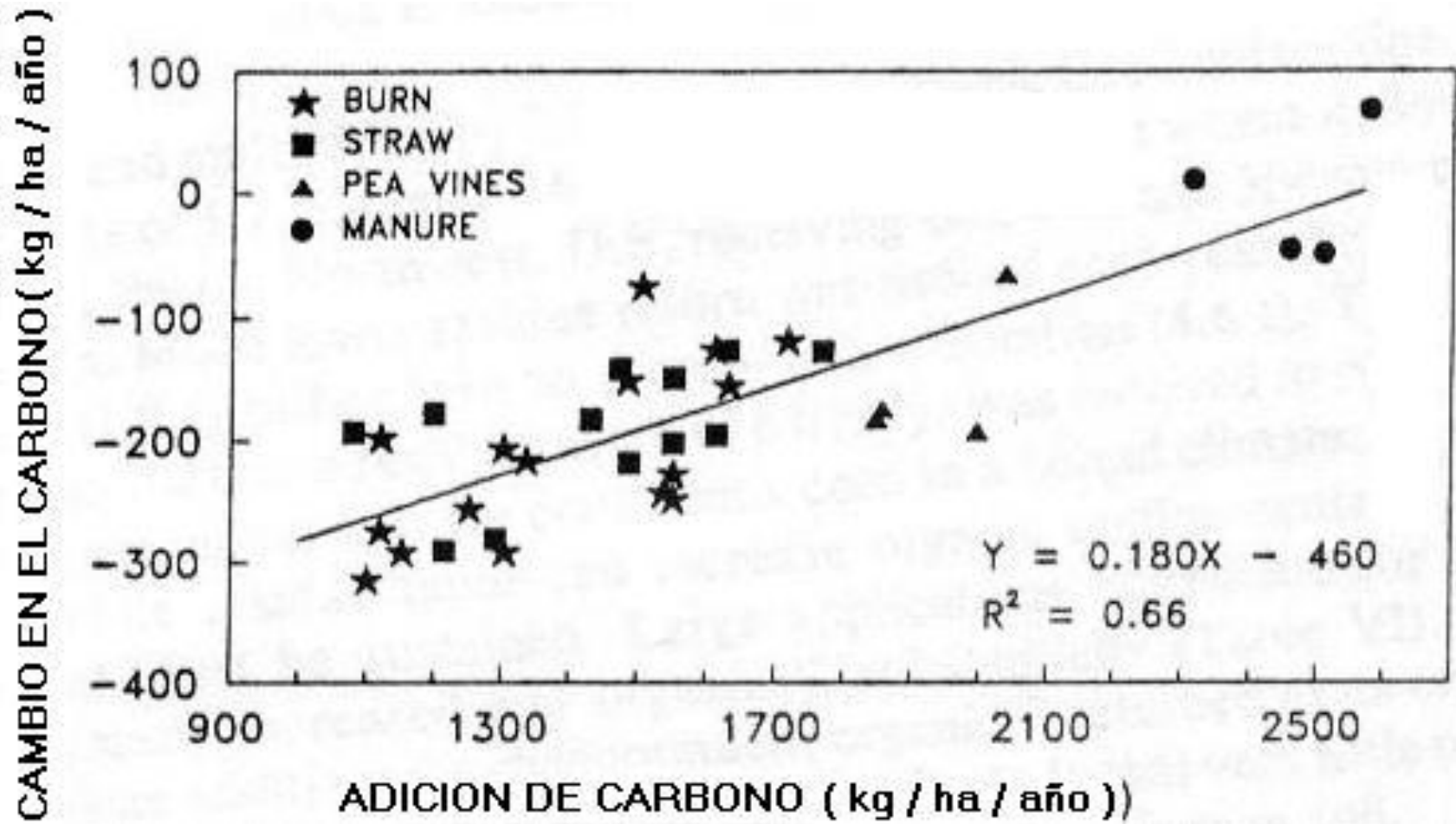


# PERDIDAS DE CARBONO ORGANICO POR LABRANZA



# CUANTO C ORGANICO SE PIERDE POR LABRANZA?

(Rasmussen y Collins, 1991).





# TÓPICOS

1. Contexto: Intensificación de la Agricultura, Cambio Climático y Necesidades de Alimentos al 2050.
2. Dinámica del carbono orgánico del suelo.
3. Captura de carbono orgánico en el suelo.
4. Cambio en las propiedades del suelo con la captura de carbono orgánico.
5. Conclusiones

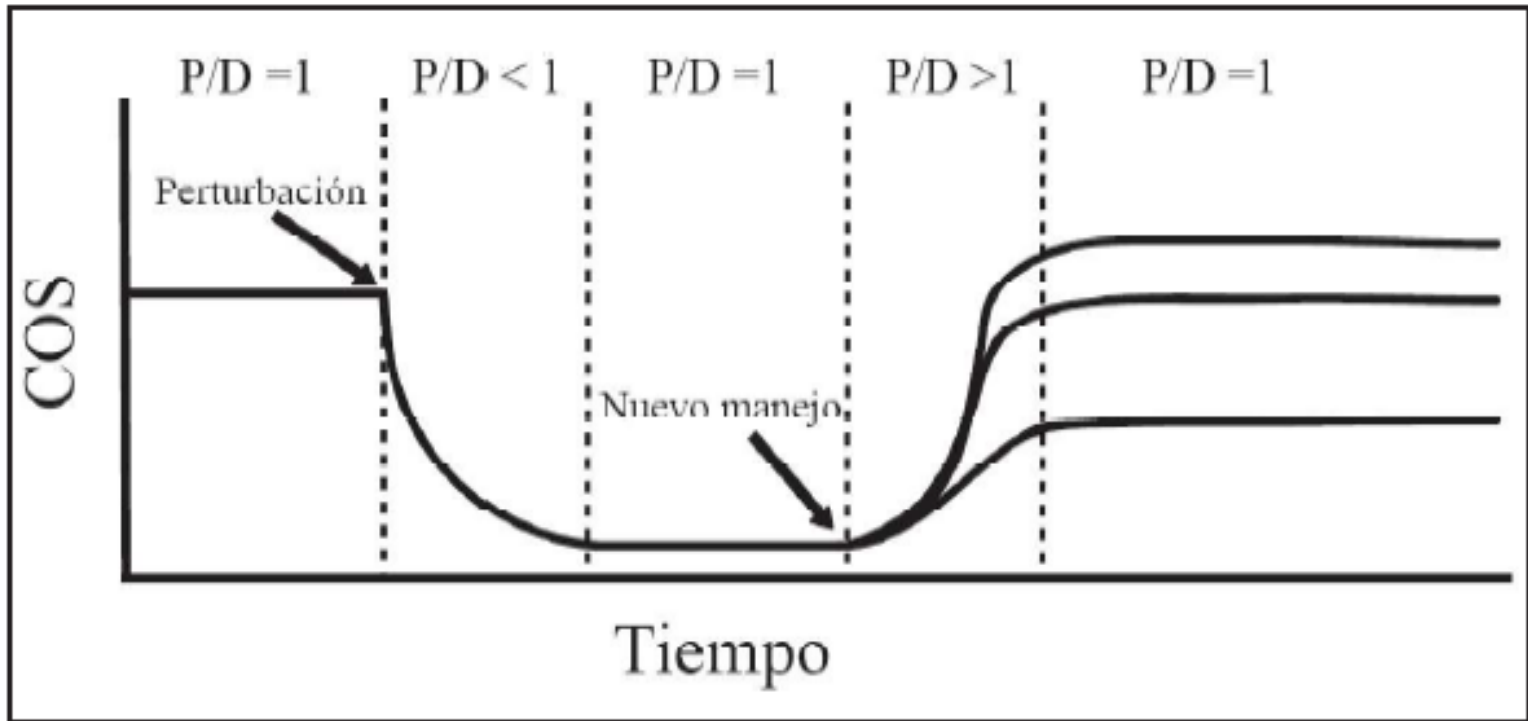


# MANEJO DEL SUELO Y CAPTURA DE CARBONO

La perturbación del suelo por labranza es una de las mayores causas de la disminución del COS y del tamaño y estabilidad de los agregados del suelo cuando los ecosistemas nativos son convertidos a la agricultura.



# PRODUCCION / DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS



Johnson, 1995





El punto en el cual la cantidad de C del suelo alcanza un equilibrio relativo en un escenario específico de manejo se denomina “capacidad de almacenamiento de COS.”

El COS puede alcanzar un punto de saturación, en el que la tasa de almacenamiento es igual a cero frente a niveles crecientes de ingreso de residuos orgánicos.

# PRACTICAS DE MANEJO Y CARBONO DEL SUELO

---

<b>Practica</b>	<b>Secuestro potencial de carbono (Mg C/ha/año)</b>
Labranza de conservación	0.10-0.50
Manejo de la fertilidad del suelo	0.05-0.10
Rotación con forrajeras	0.05-0.20
Variedades mejoradas	0.05-0.10
Enmiendas orgánicas	0.20-0.30
Riego	0.05-0.10

---



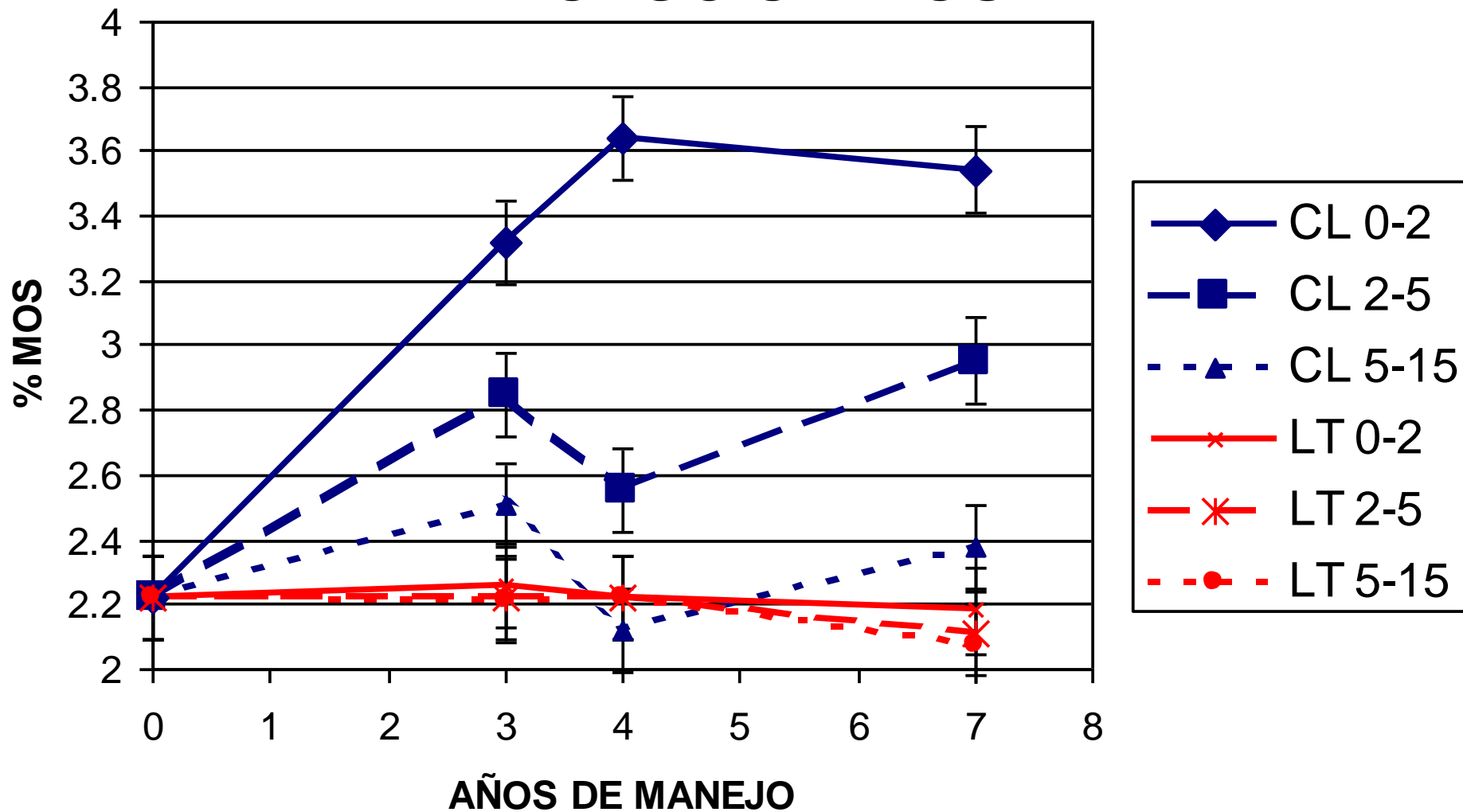
# AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN







# EVOLUCIÓN MOS





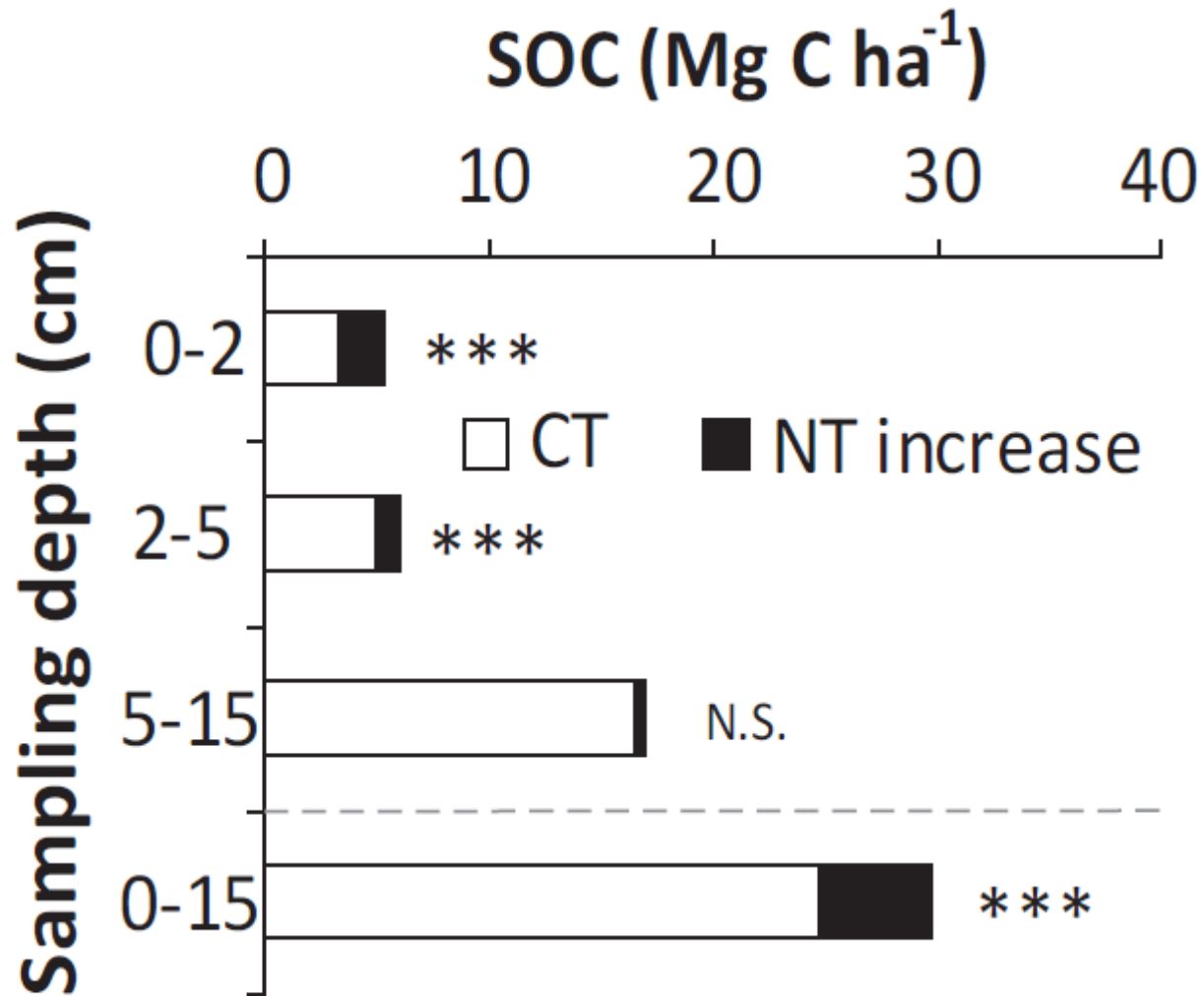


Fig. 2. Total SOC after nine years of No-tillage (NT) and conventional tillage (CT) management. \*: Least Significant Difference ( $p < 0.05$ ).



## CARBONO EN EL SUELO

Sin Labranza            + 500 kg /ha/año

Con Labranza           - 2000 kg /ha/año

SAP, (1995-2005)

Estimated C input under no-tillage and conventional tillage over the investigation period at Linfen, China, 1992–2009.

Treatments	Mean crop biomass (Mg ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	Annual C input (Mg C ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	SOC stock (Mg C ha <sup>-1</sup> )		Annual SOC sequestered (Mg C ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	
			1992	2009		
NT	Straw and root	5.47	2.26	45.1	50.2	0.30
CT	Stubble and root	1.60	0.67	45.4	46.3	0.05

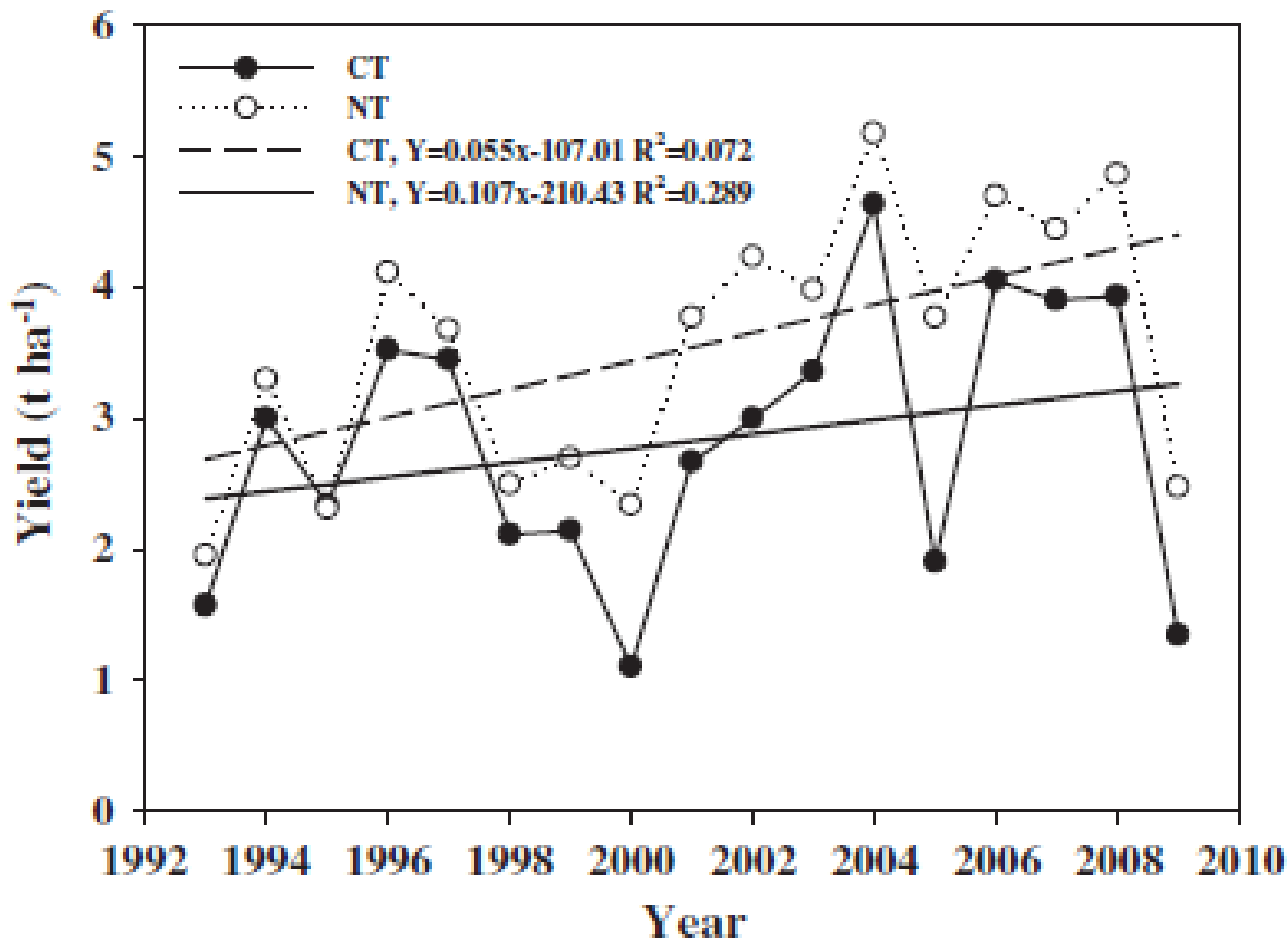
Liu et al. 2014



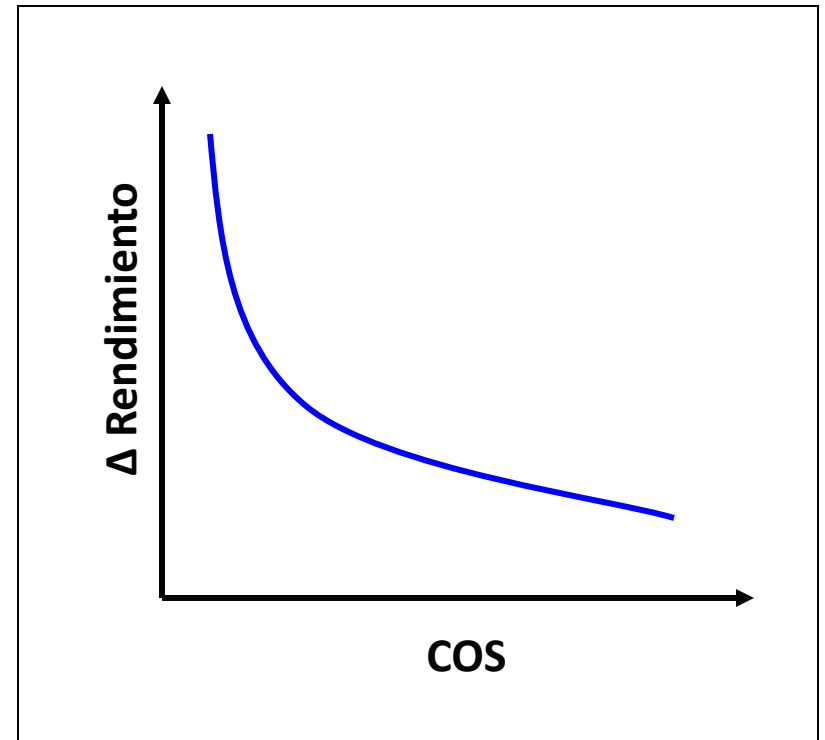
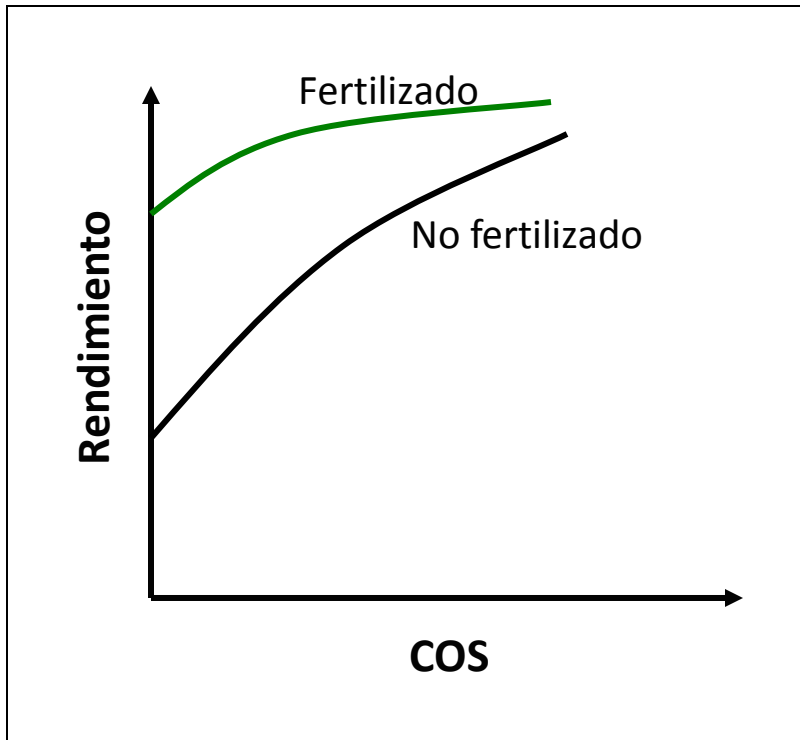
Particulate organic matter carbon (POM-C), microbial biomass carbon (MBC) and dissolved organic carbon (DOC) under different tillage practices at different depths.

Tillage treatment	Depth (cm)						
	0-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
<i>POM-C (g kg<sup>-1</sup>)</i>							
NT	5.1	3.0	1.5	1.0	0.6	0.6	0.5
CT	2.0	1.8	1.7	1.1	1.1	1.0	0.6
S.E.D. (D.F. = 4)	0.4	0.44	NS	NS	NS	NS	NS
<i>MBC (mg kg<sup>-1</sup>)</i>							
NT	402	283	168	85	56	45	28
CT	121	127	118	55	30	17	8
S.E.D. (D.F. = 4)	110	72	NS	NS	14	NS	NS
<i>DOC (mg kg<sup>-1</sup>)</i>							
NT	61	52	34	29	23	21	17
CT	30	32	28	21	22	22	21
S.E.D. (D.F. = 4)	2.1	5.8	NS	NS	NS	NS	NS

S.E.D. = Standard error of the difference; NS = not significant ( $P > 0.05$ ); NT = no-tillage, CT = conventional tillage.



# EFFECTOS DEL COS EN RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD





# **5.5 billion hectares of Agricultural soils managed by farmers**

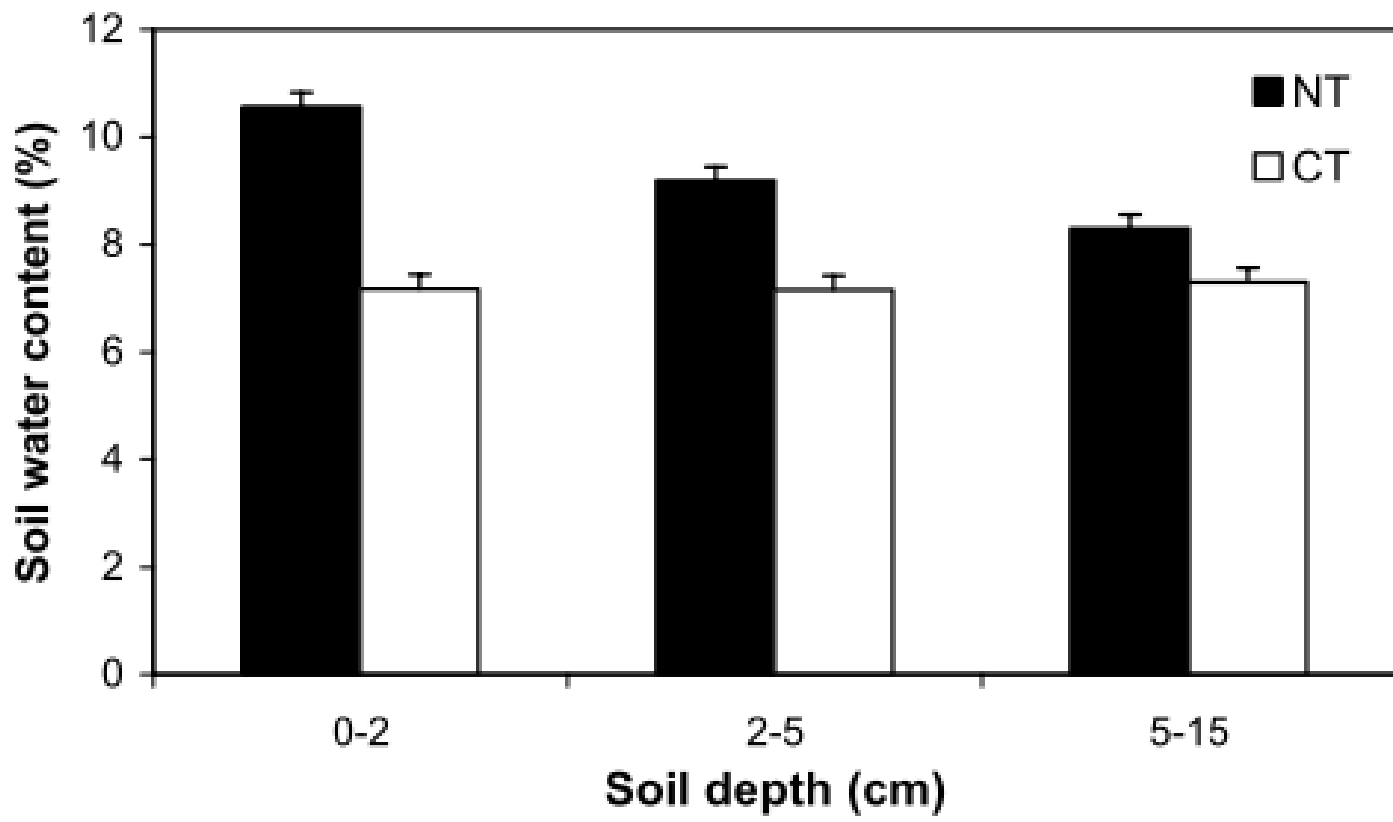
**If sequester average 0.5 tonne/C/Ha**

**10 Gigatons CO<sub>2</sub>e**

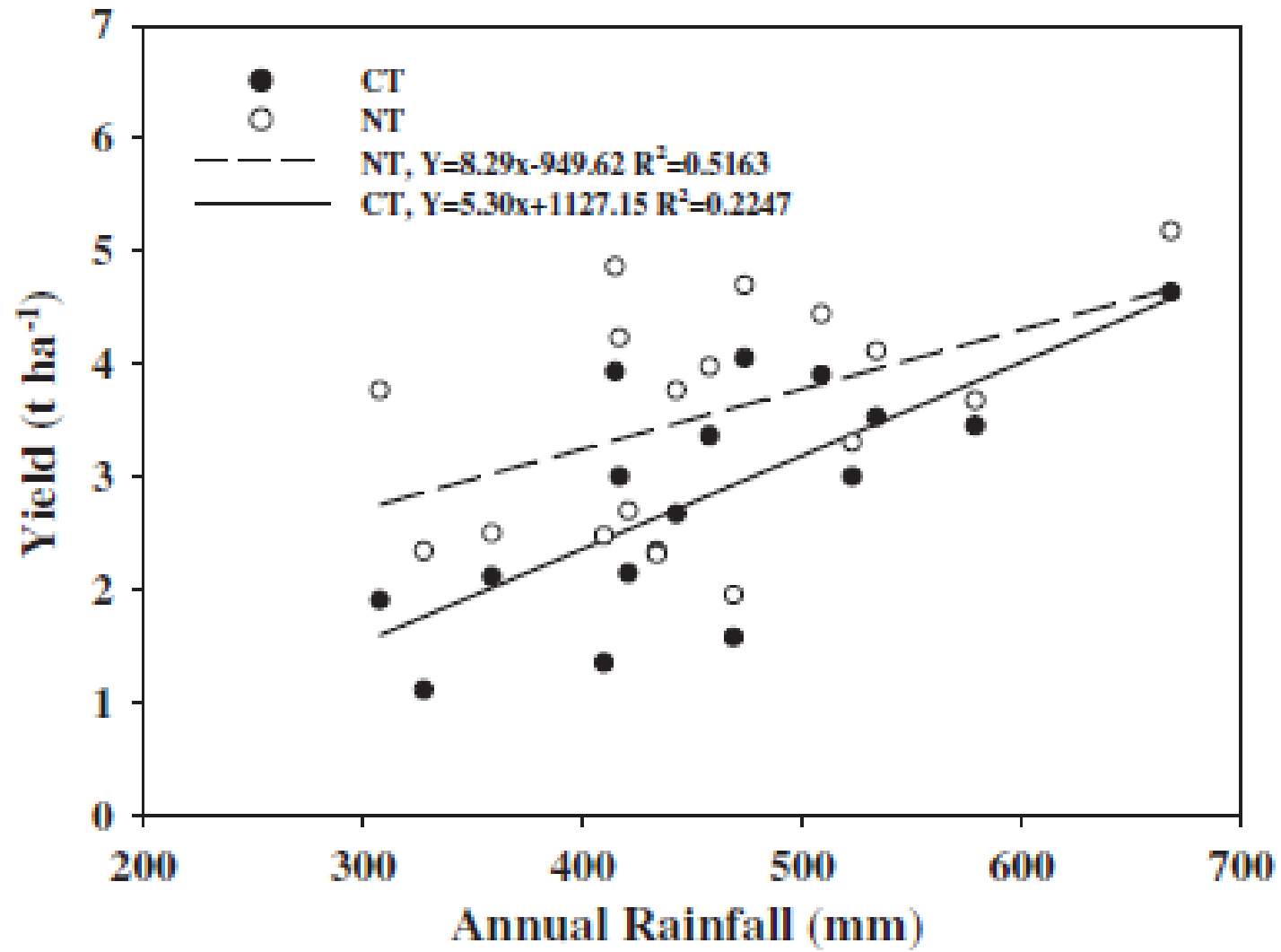


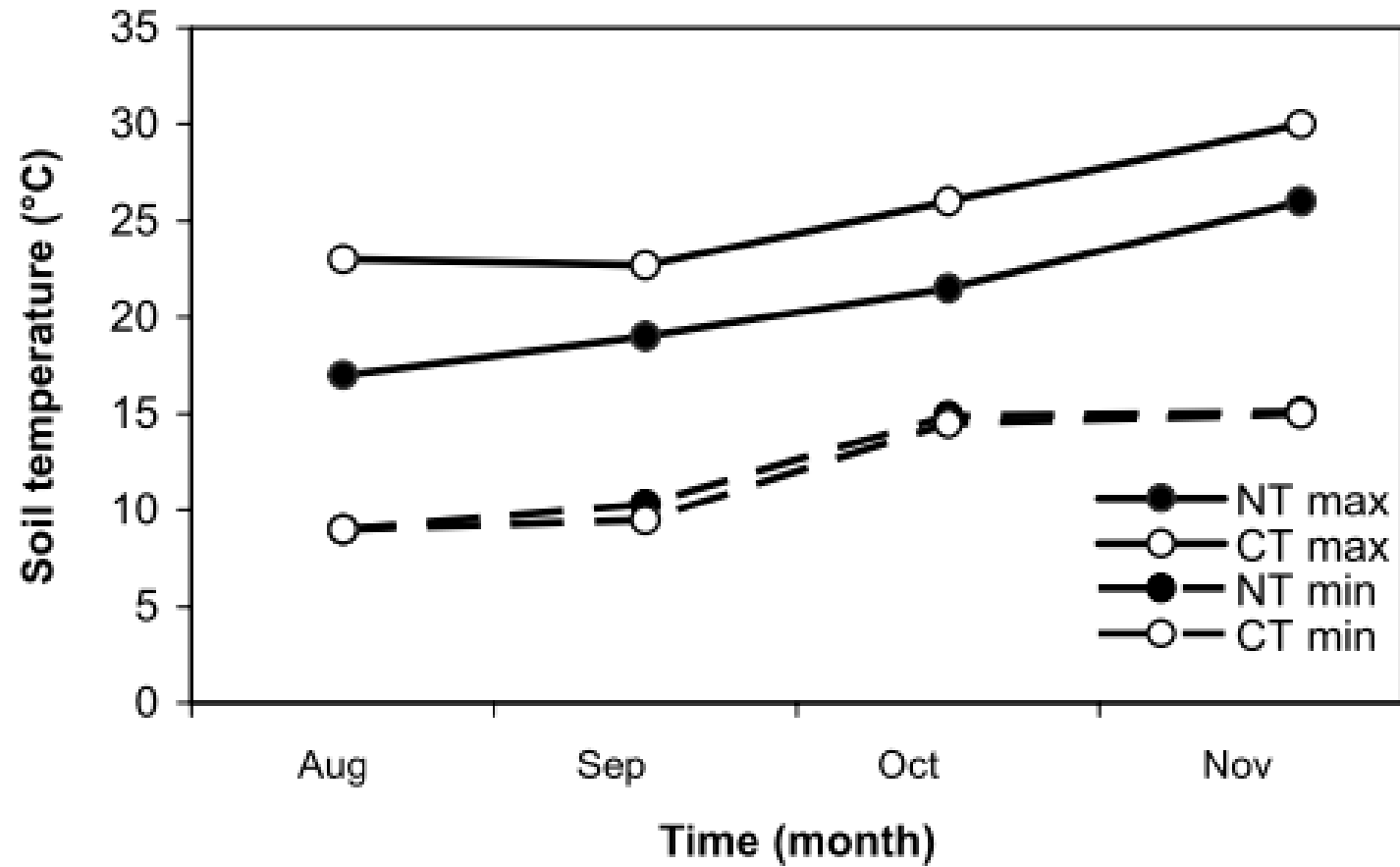
# TÓPICOS

1. Contexto: Intensificación de la Agricultura, Cambio Climático y Necesidades de Alimentos al 2050.
2. Dinámica del carbono orgánico del suelo.
3. Captura de carbono orgánico en el suelo.
4. Cambio en las propiedades del suelo con la captura de carbono orgánico.
5. Conclusiones



Acevedo et al. 2010

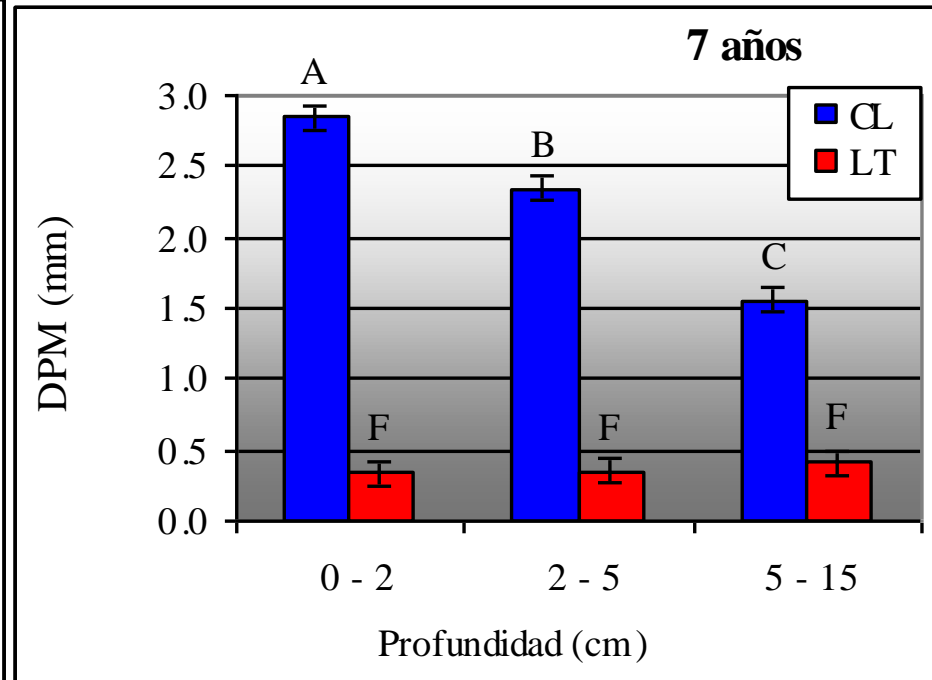
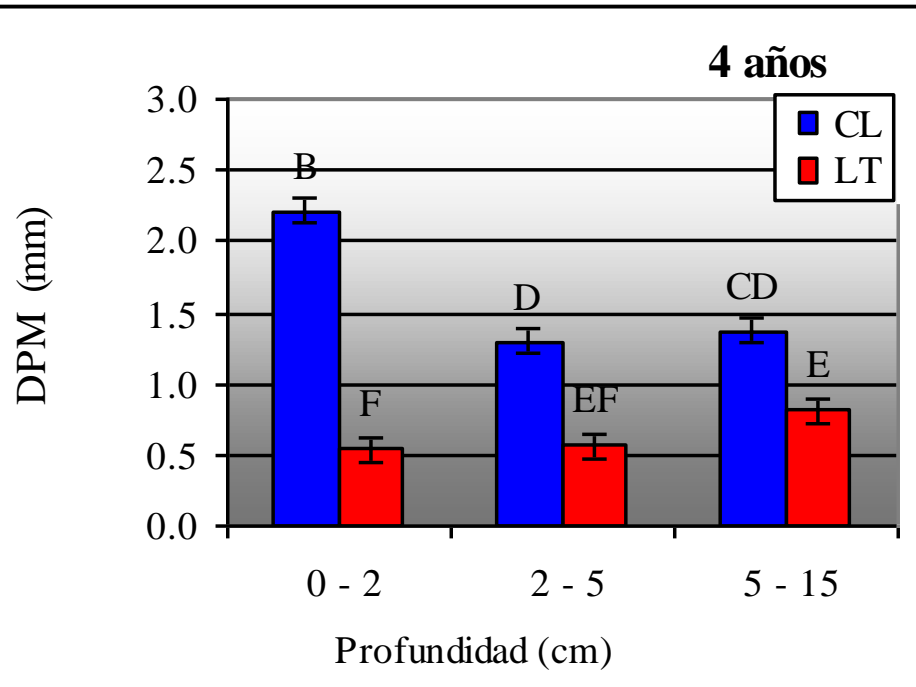


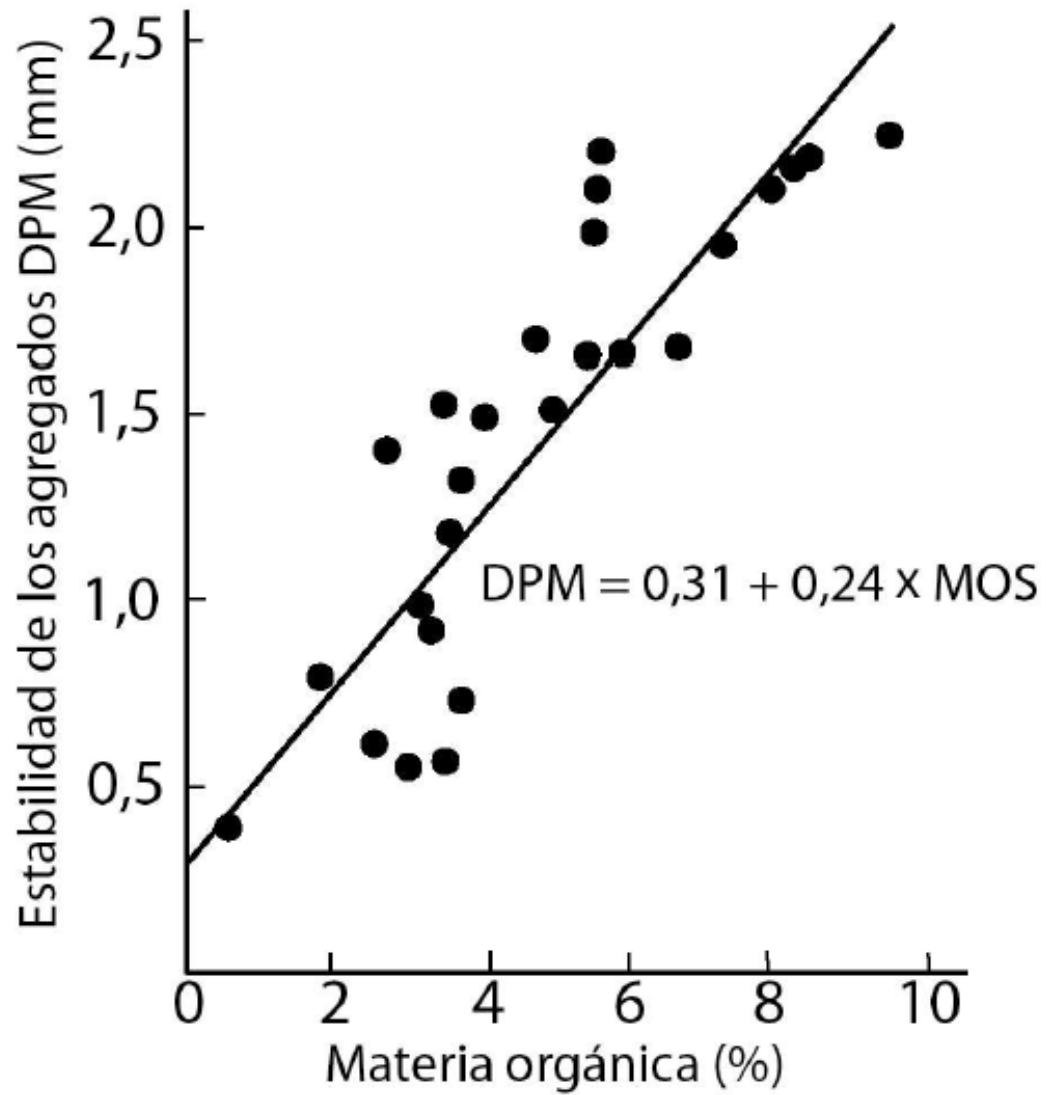






# DIÁMETRO PONDERADO MEDIO DE LOS AGREGADOS (DPM)

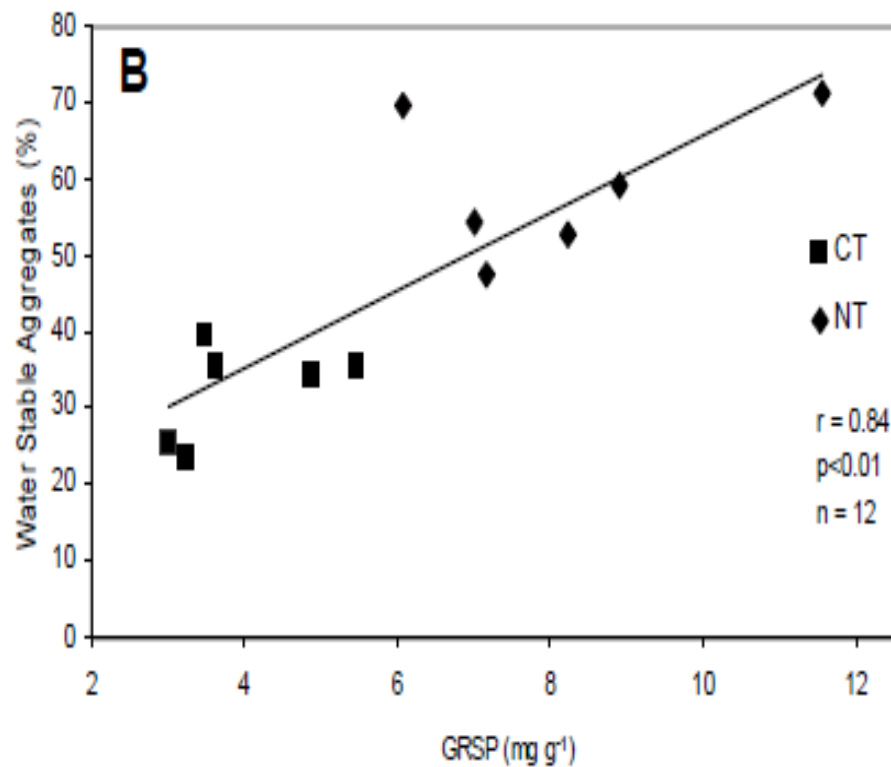
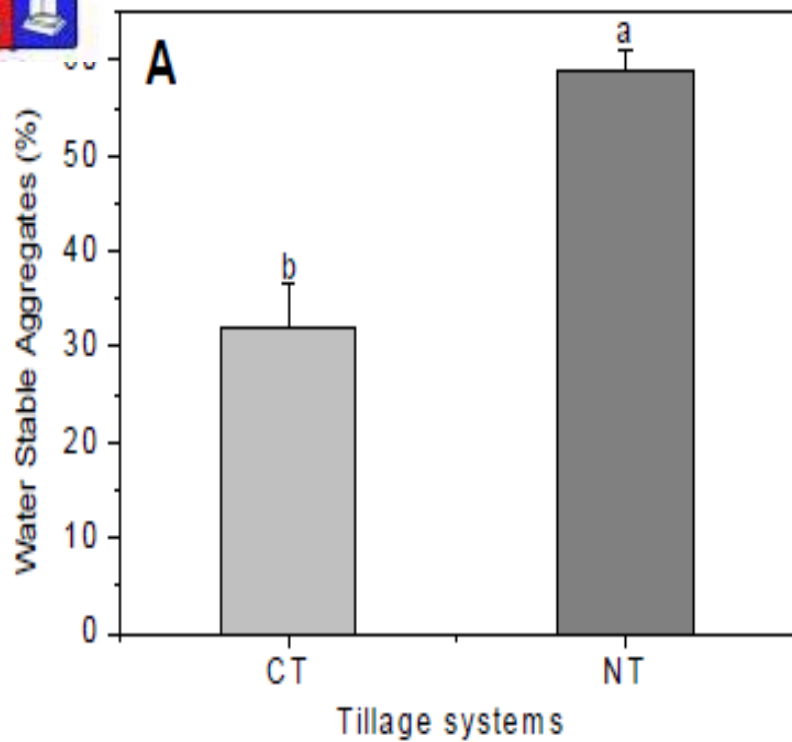




Chaney and Swift, 1984



- Los hongos micorrízico arbusculares pueden aportar COS por la masa de sus micelios extracelulares y mediante la producción de una glicoproteína llamada glomalina.
- Dada la naturaleza insoluble y altamente resistente a la descomposición, la glomalina, se asocia directamente con la estabilidad de los agregados del suelo.

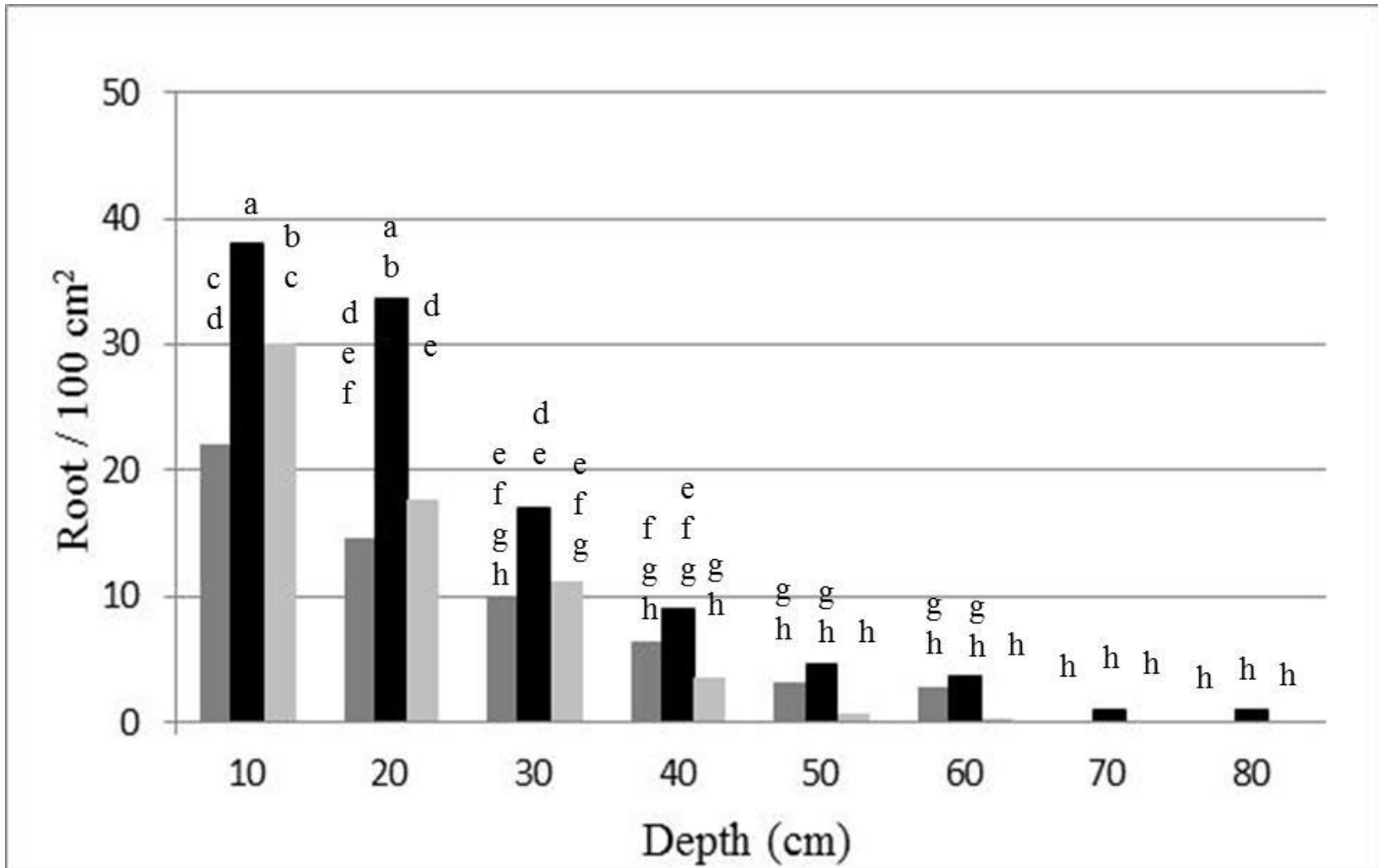




## NÚMERO DE LOMBRICES EN DISTINTOS SISTEMAS DE LABRANZA (Acevedo y Martínez, 2003)

Sistema de labranza	COS <sup>1</sup> (%)	Número (Lombrices ha <sup>-1</sup> )	Peso seco (k ha <sup>-1</sup> )
Labranza convencional	1,4	0	0
Cero labranza, 3 años.	1,7	620.000	28
Cero labranza, 6 años	1,7	2.760.000	104

<sup>1</sup>Carbono orgánico del suelo 0-5 cm de profundidad. Modificado de Acevedo y Martínez, 2003.

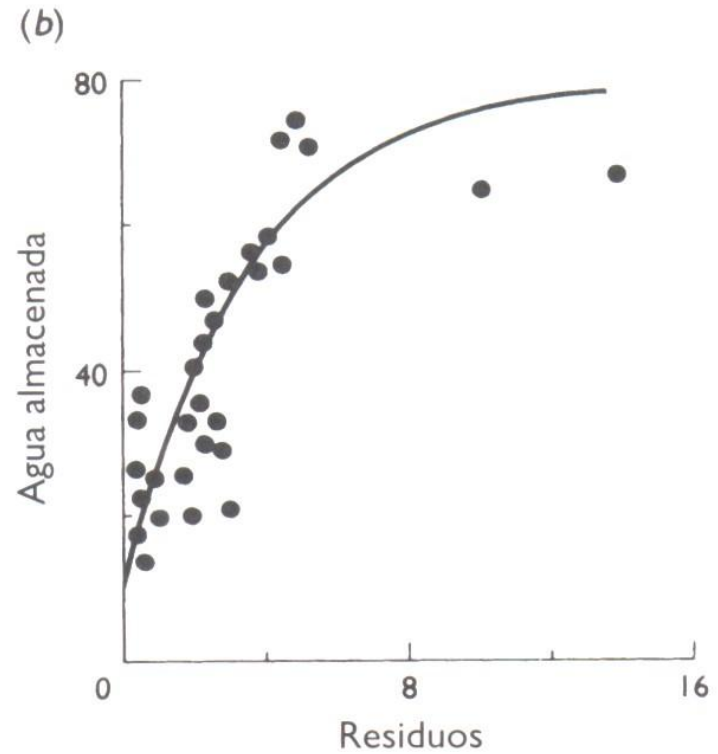
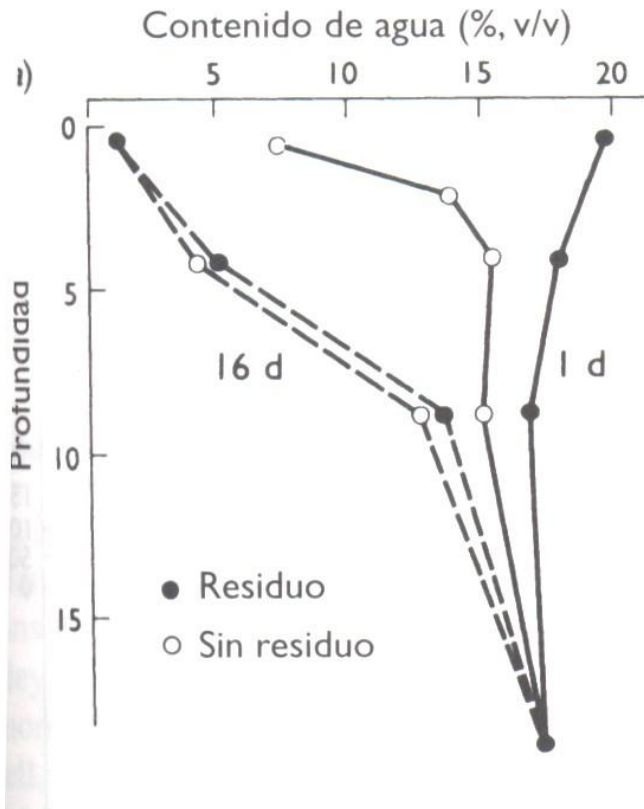


# SLOPE-SOIL LOSS RELATIONS FOR DIFFERENT MULCH RATES (Mgha-1) (LAL, 1976)

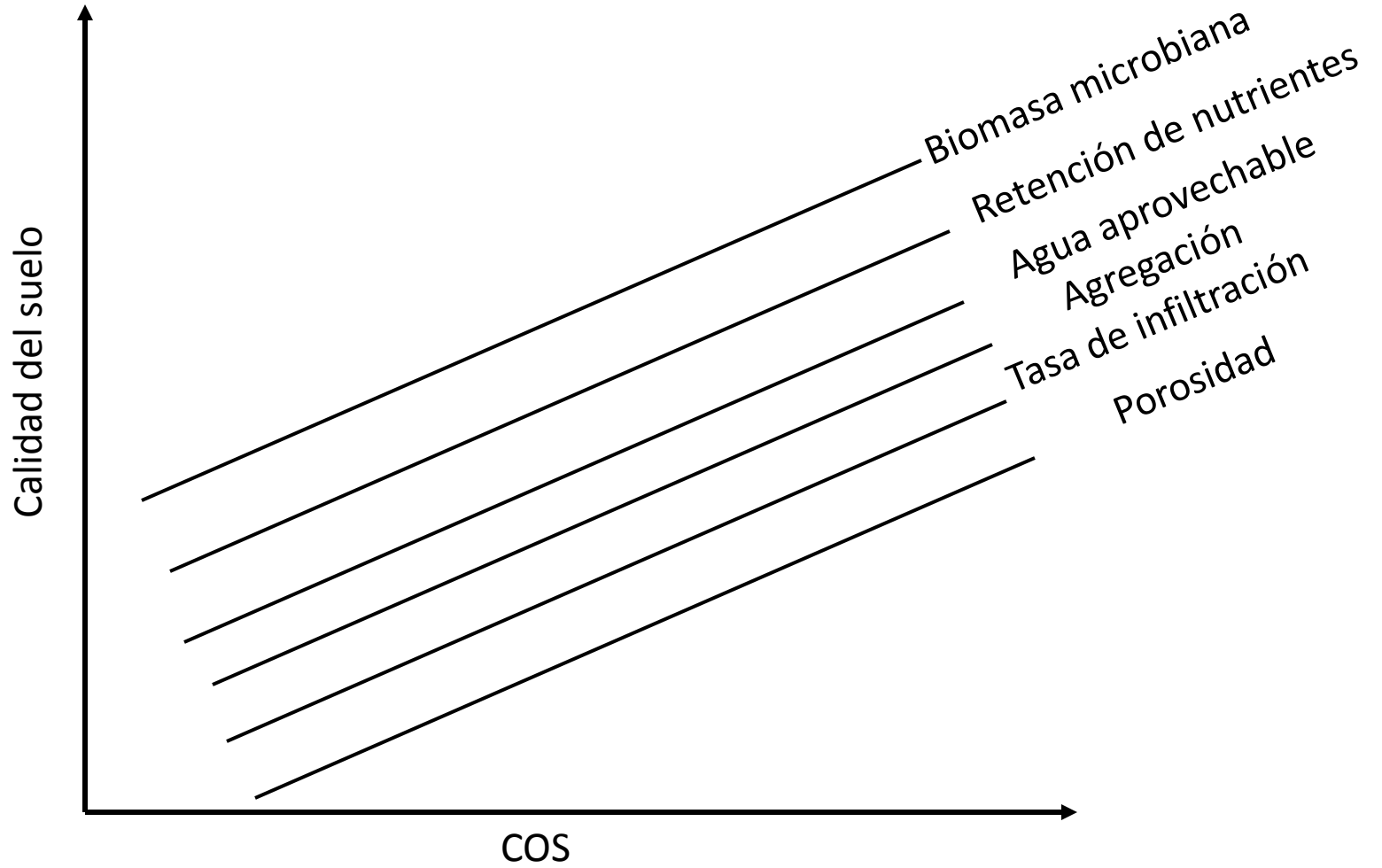
Mulch Rate	r	Equation	Average (Mg/ha)	Relative Loss
0	0.81	$Y = 11.8 S^{1.13}$	76.60	851
2	0.35	$Y = 0.5 S^{0.87}$	2.40	27
4	0.57	$Y = 0.07 S^{1.05}$	0.37	4
6	0.46	$Y = 0.01 S^{1.0}$	0.09	1
No-till	0.36	$Y = 0.01 S^{0.5}$	0.09	1



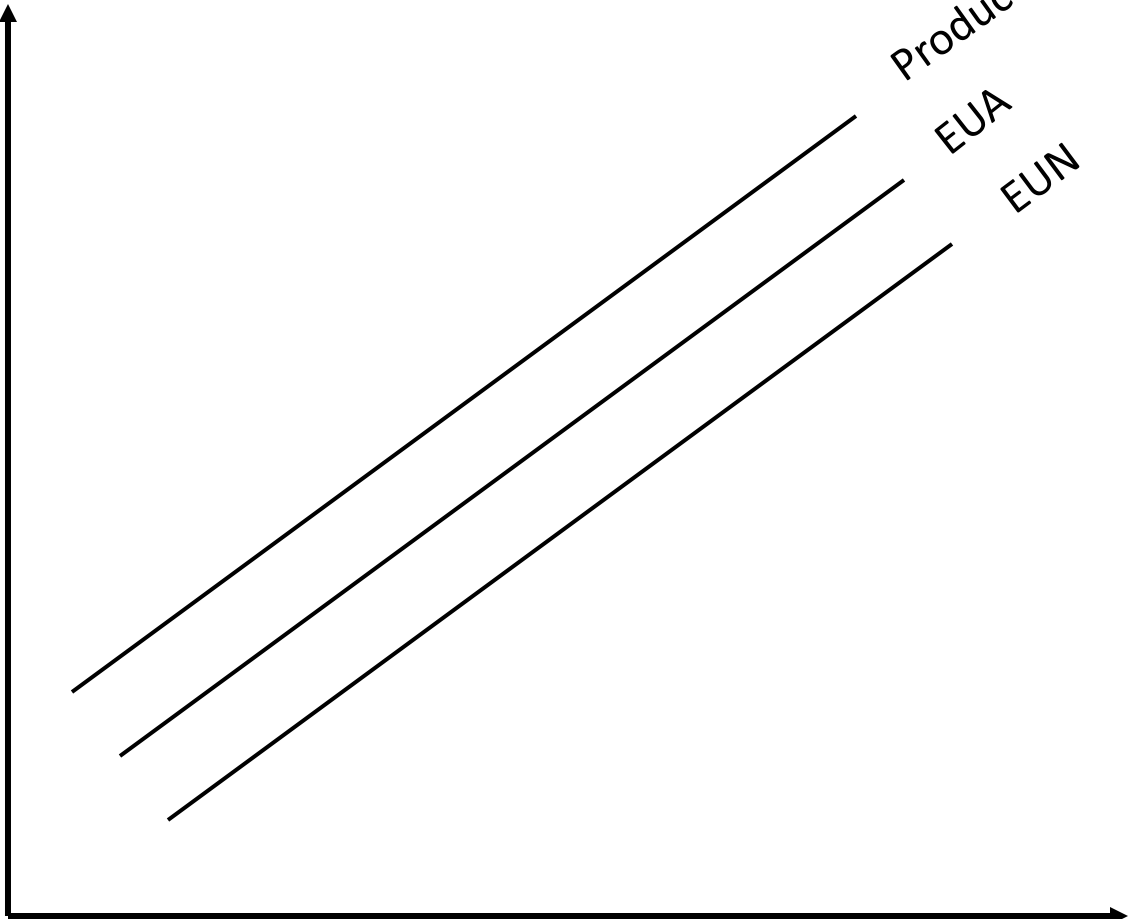
# BARBECHO 1 y 16 DIAS DESPUES DE LA LLUVIA



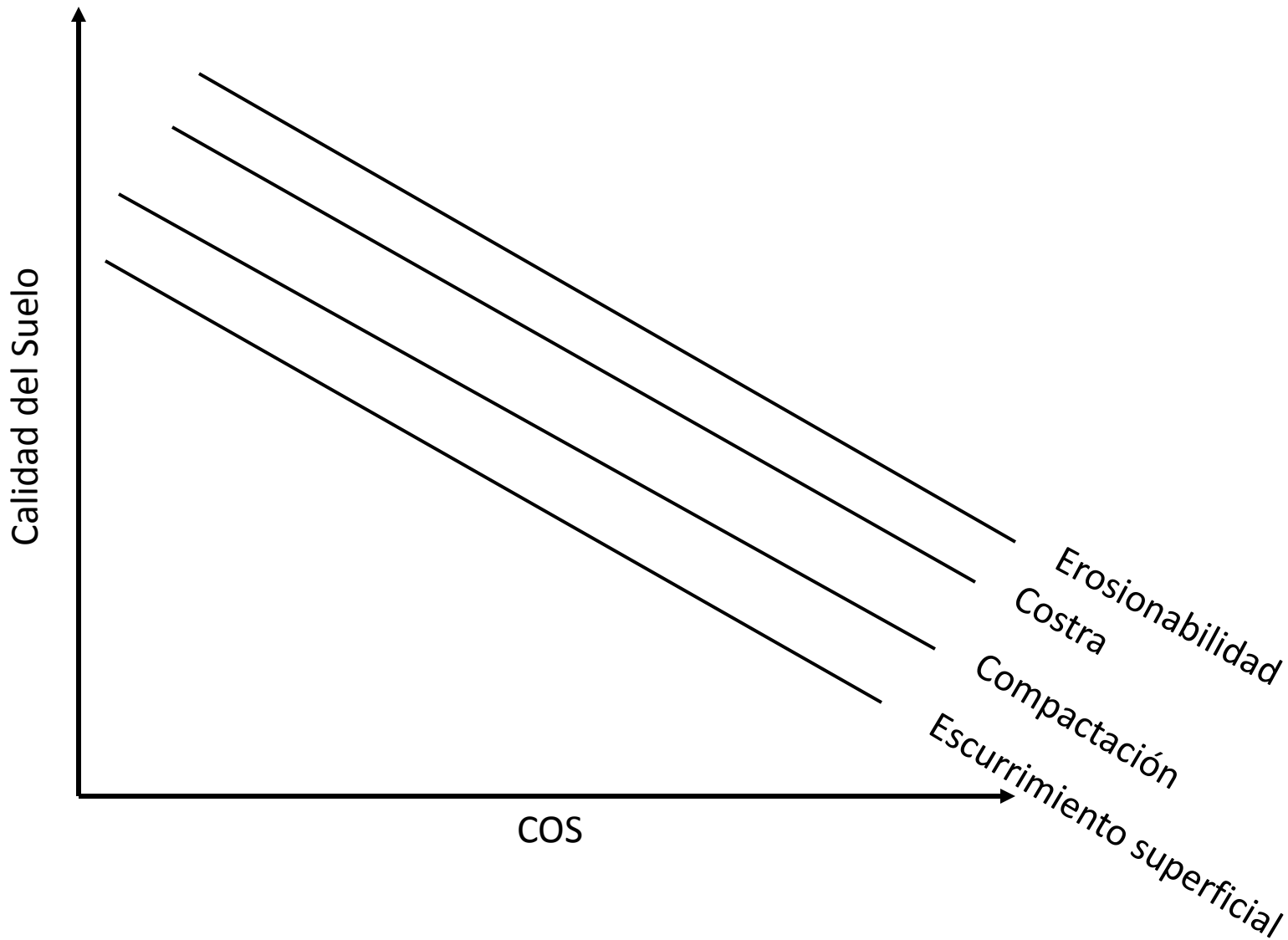


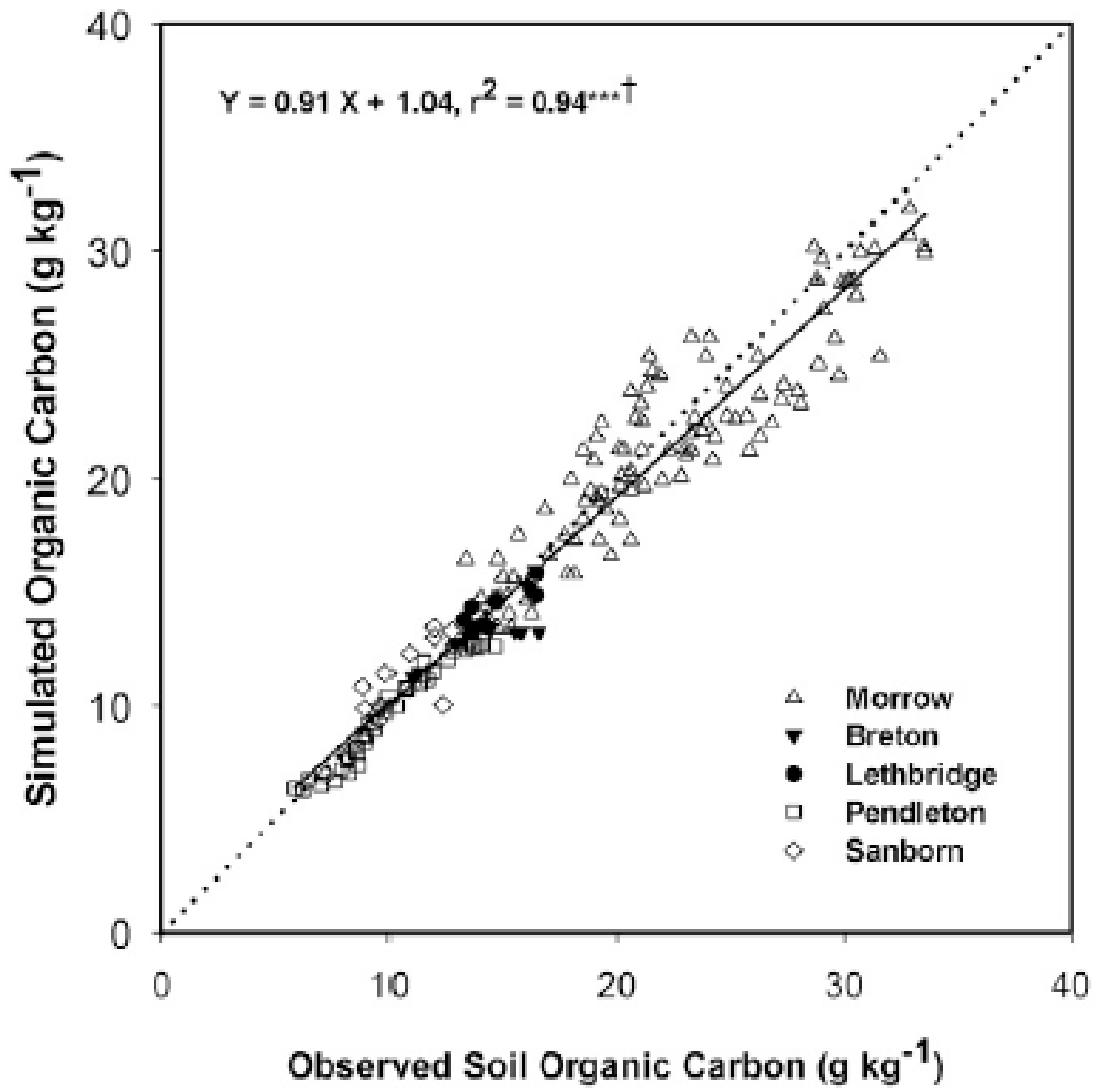


Calidad del suelo



COS





# Sustainability of a Land Use System

$$S_1 = \frac{C_{NPP}}{\sum_{i=1}^n C_i}$$

$S_1$  = Sustainability index of a land use system

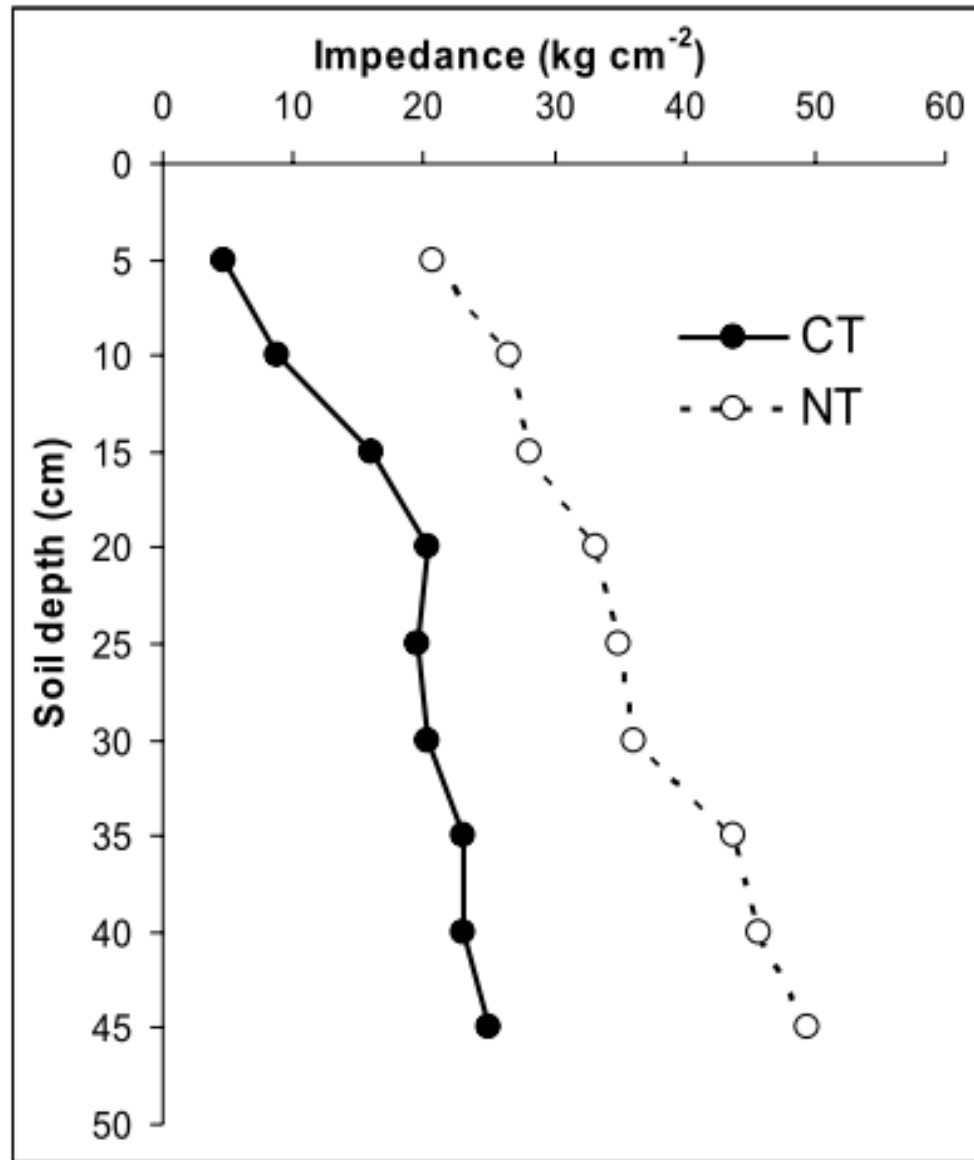
$C_{NPP}$  = C output as net primary productivity

$C_i$  = C input from all factors of production



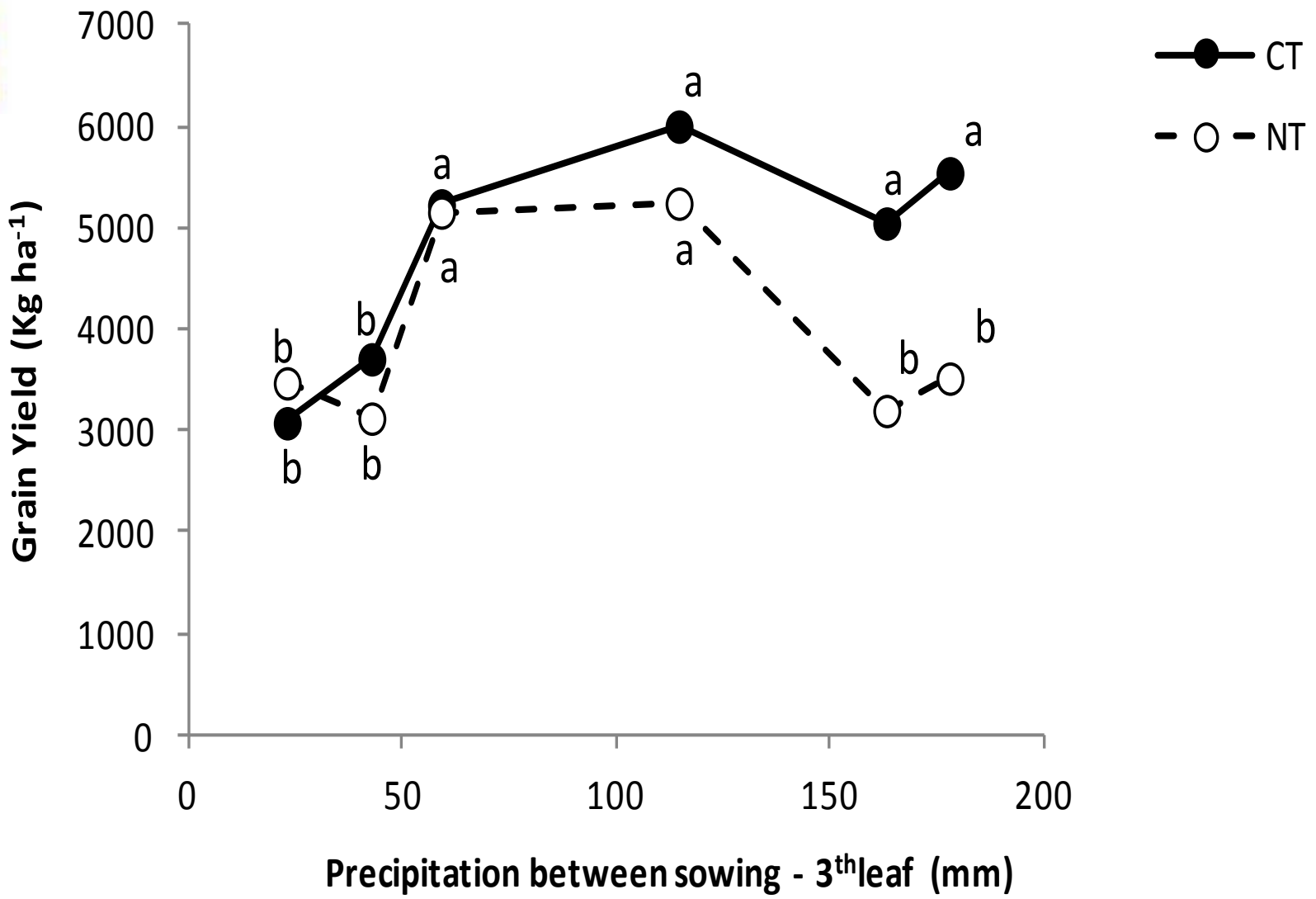
# **LIMITACIONES A LA LABRANZA DE CONSERVACION EN MEDIOAMBIENTES MEDITERRANEOS DE ALTO RENDIMIENTO**

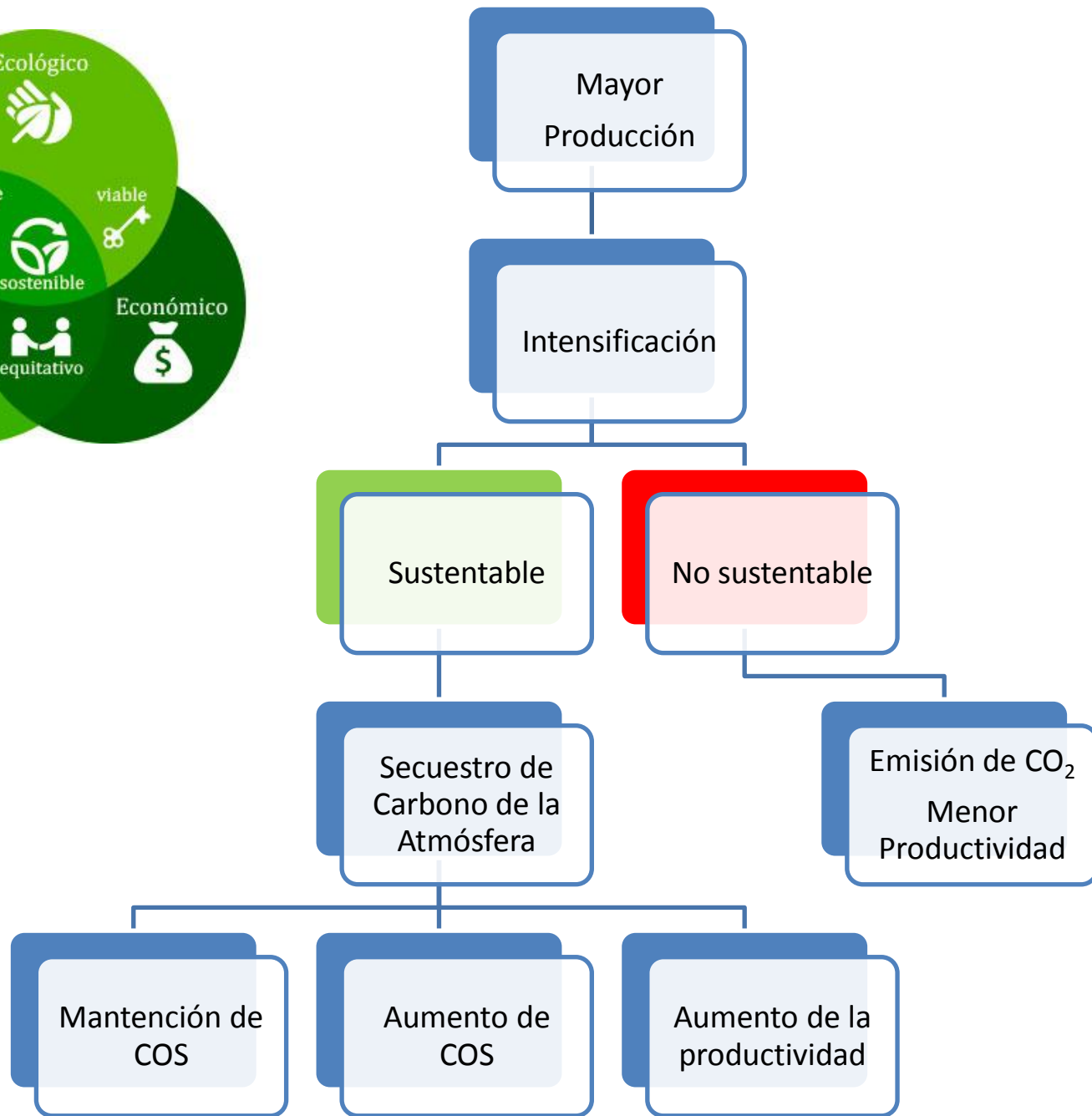




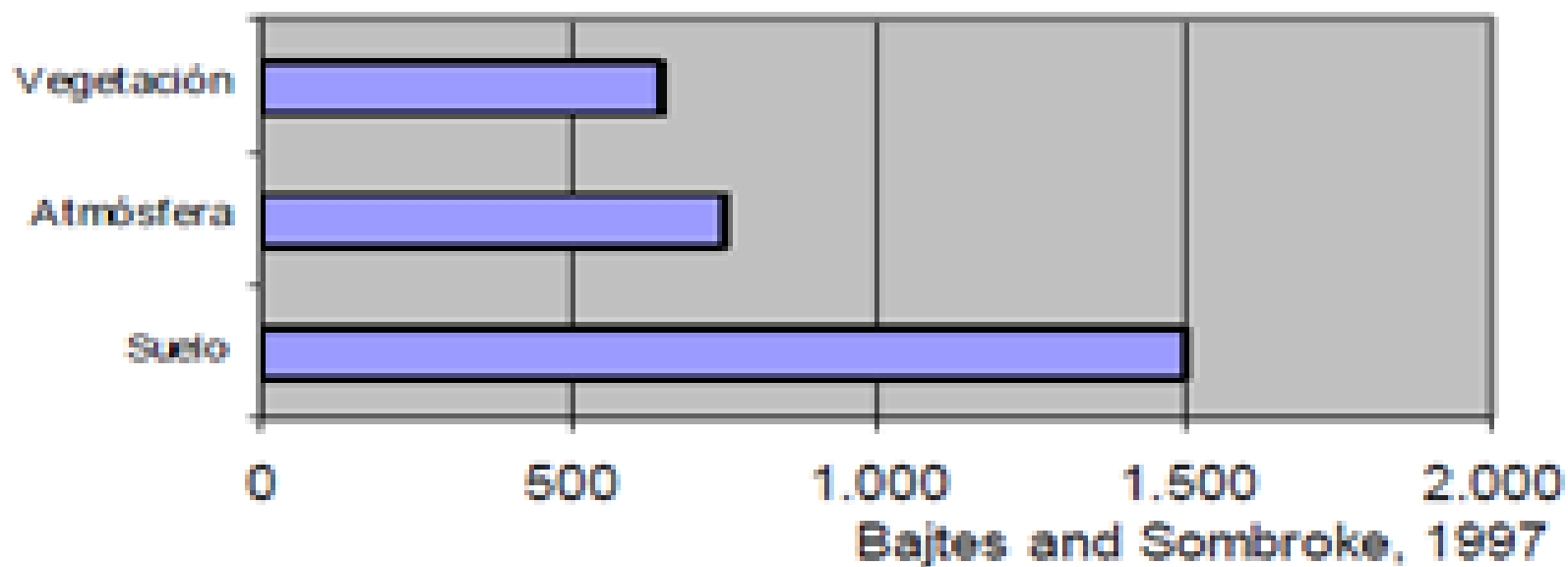
Martinez et al 2008







**Fig. 1: Secuestro de carbono  
(en gigatonnes)**



GRACIAS