

Efectos de los cambios de uso y manejo del suelo sobre la calidad y cantidad de la materia orgánica edáfica

R. Mulas, F. Lafuente, M.B. Turrión, O. López y C. Ruipérez

Área de Edafología y Química Agrícola

E.T.S. Ingenierías Agrarias de Palencia

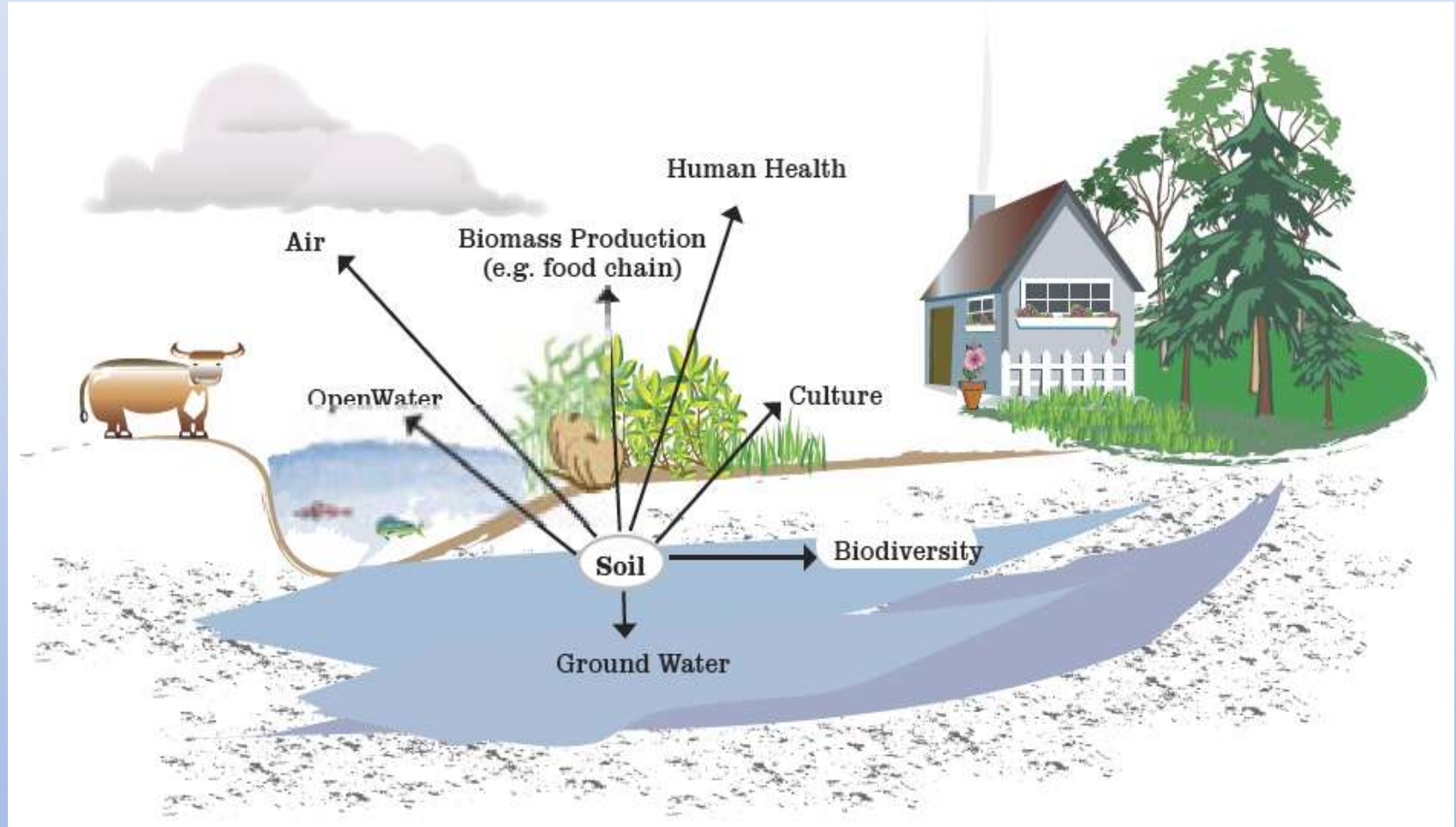
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

UVa

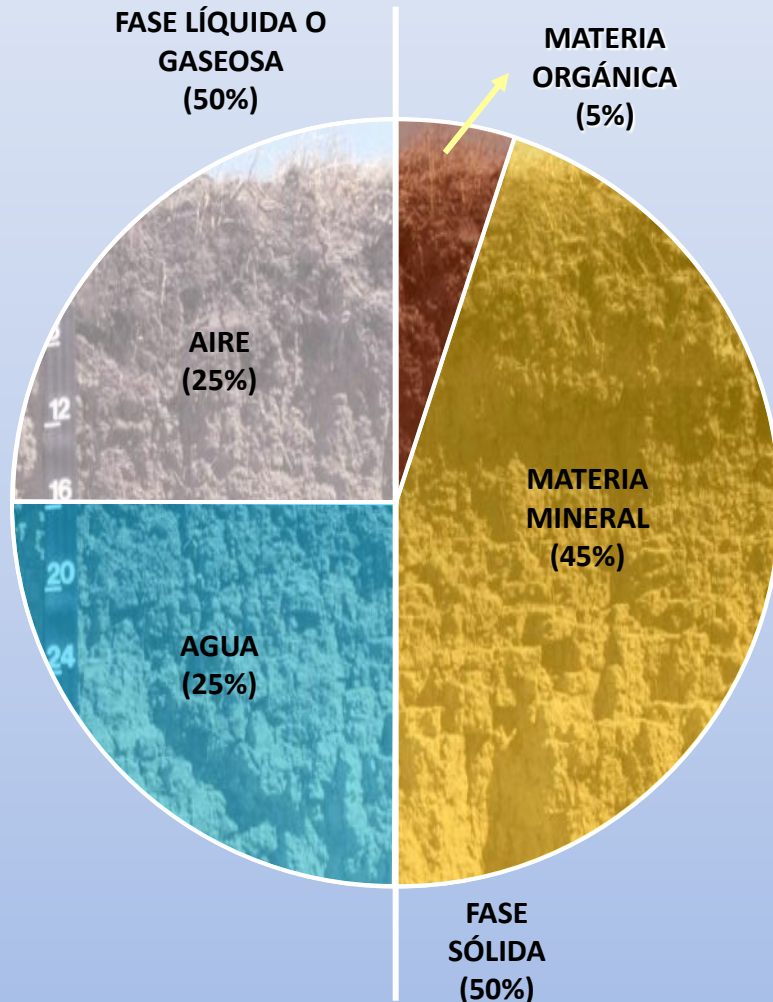
Proteção do Solo e Combate à Desertificação: oportunidade para as regiões transfronteiriças. Bragança, 29 de outubro de 2012

- Introducción
- Efecto de cambios de uso
- Efecto del tiempo transcurrido desde un cambio de uso
- Efecto de algunos cambios de manejo
- Conclusión

INTRODUCCIÓN: El suelo y su vulnerabilidad



LA MATERIA ORGÁNICA EDÁFICA



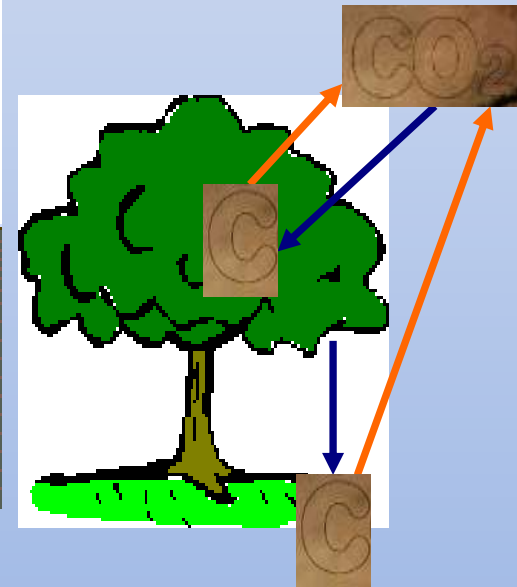
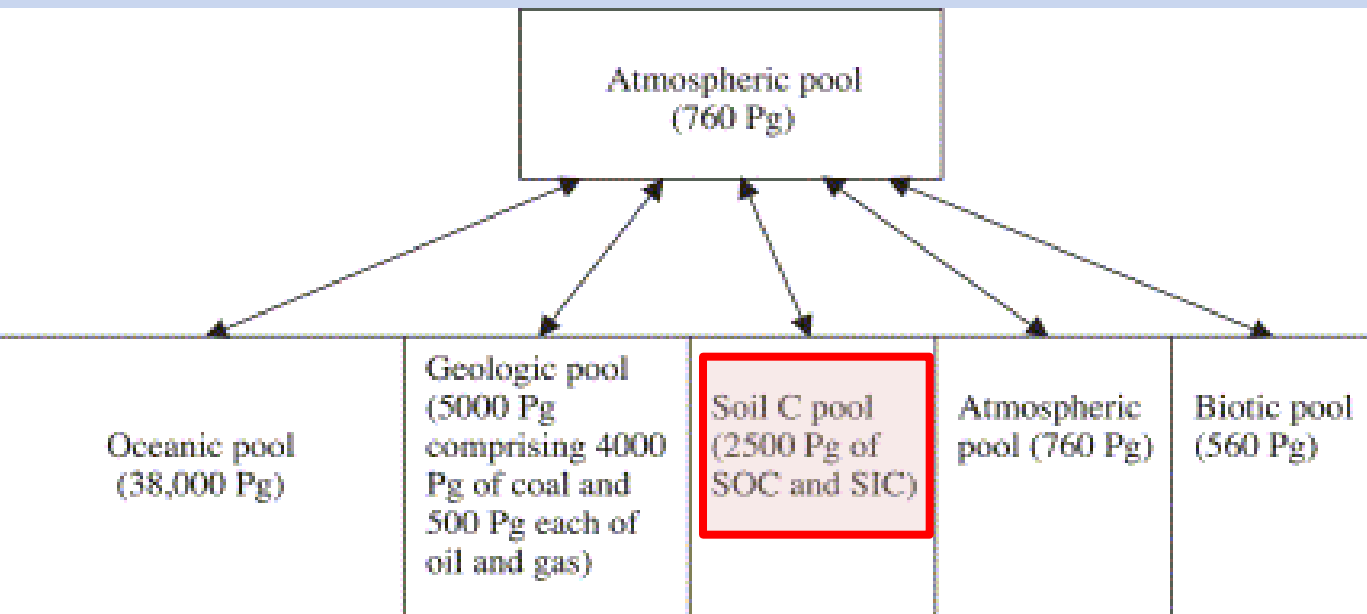
Composición en volumen de un suelo franco limoso ideal para el crecimiento de las plantas (Sparks, 2003)

PROCESOS EDÁFICOS

- Reciclado de nutrientes
- Formación de la estructura del suelo
- Secuestro de C
- Retención hídrica
- Disminución de la toxicidad de químicos antropogénicos
- Suministro de C y energía a los microorganismos del suelo

Ciclo del Carbono

Principales reservorios de C



(Lal, 2004)

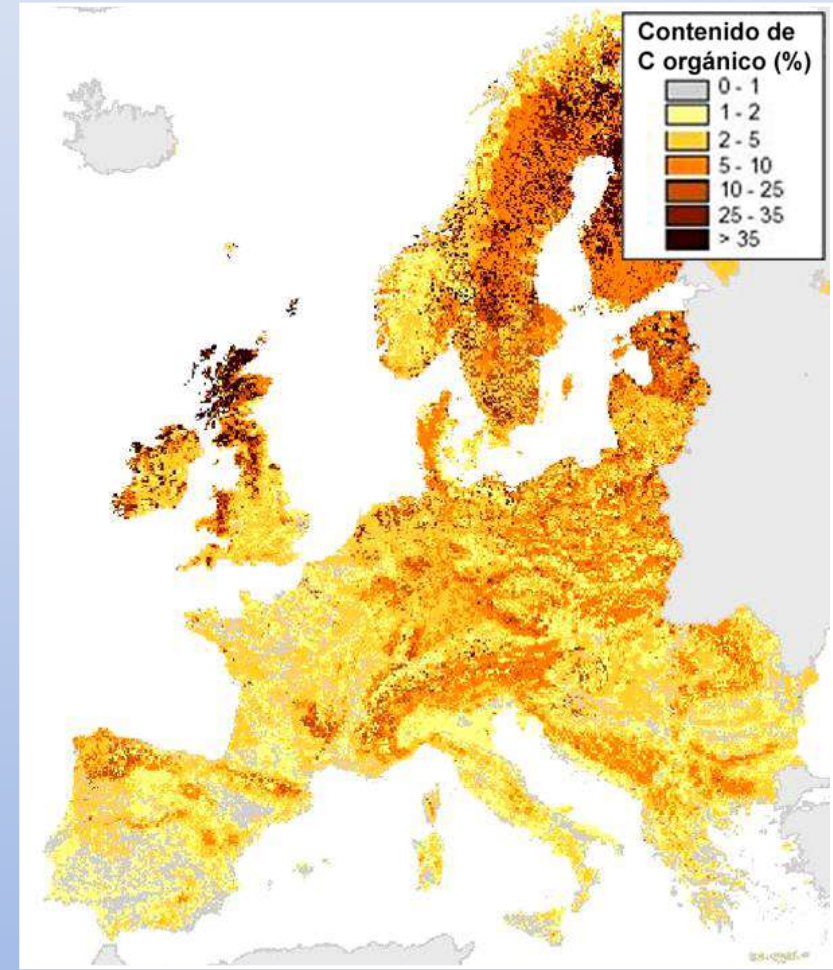
DEGRADACIÓN DEL SUELO Y MATERIA ORGÁNICA

PRINCIPALES AMENAZAS PARA EL SUELO EN LA UNIÓN EUROPEA (CEC, 2006)

- Pérdida de materia orgánica
- Erosión
- Contaminación local y difusa
- Sellado
- Compactación
- Reducción de la biodiversidad
- Salinización
- Inundaciones
- Deslizamientos de tierras

Unión Europea: **45 %** de los suelos $C_{org} < 2 \%$

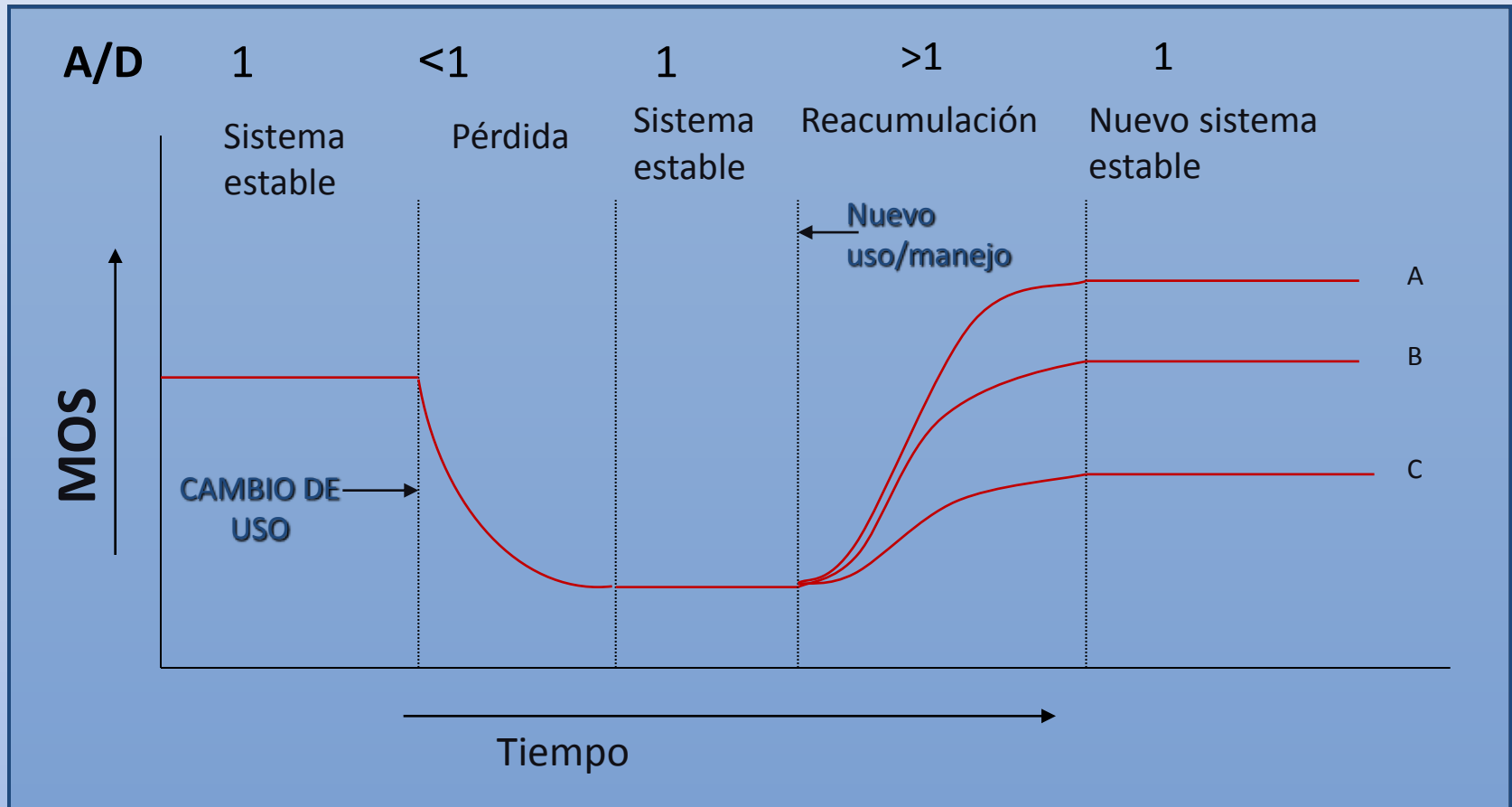
P. Ibérica: muchos suelos $C_{org} < 1 \%$



Contenido de C orgánico en el horizonte superficial de los suelos europeos (0-30 cm) (Van-Camp et al., 2004)

MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO ANTE UN CAMBIO DE USO/MANEJO...

Modelo de Johnson, 1995



A: Acumulación de Materia Orgánica

D: Descomposición de Materia Orgánica

Grupo de Investigación en **Suelos: Calidad y Sostenibilidad**

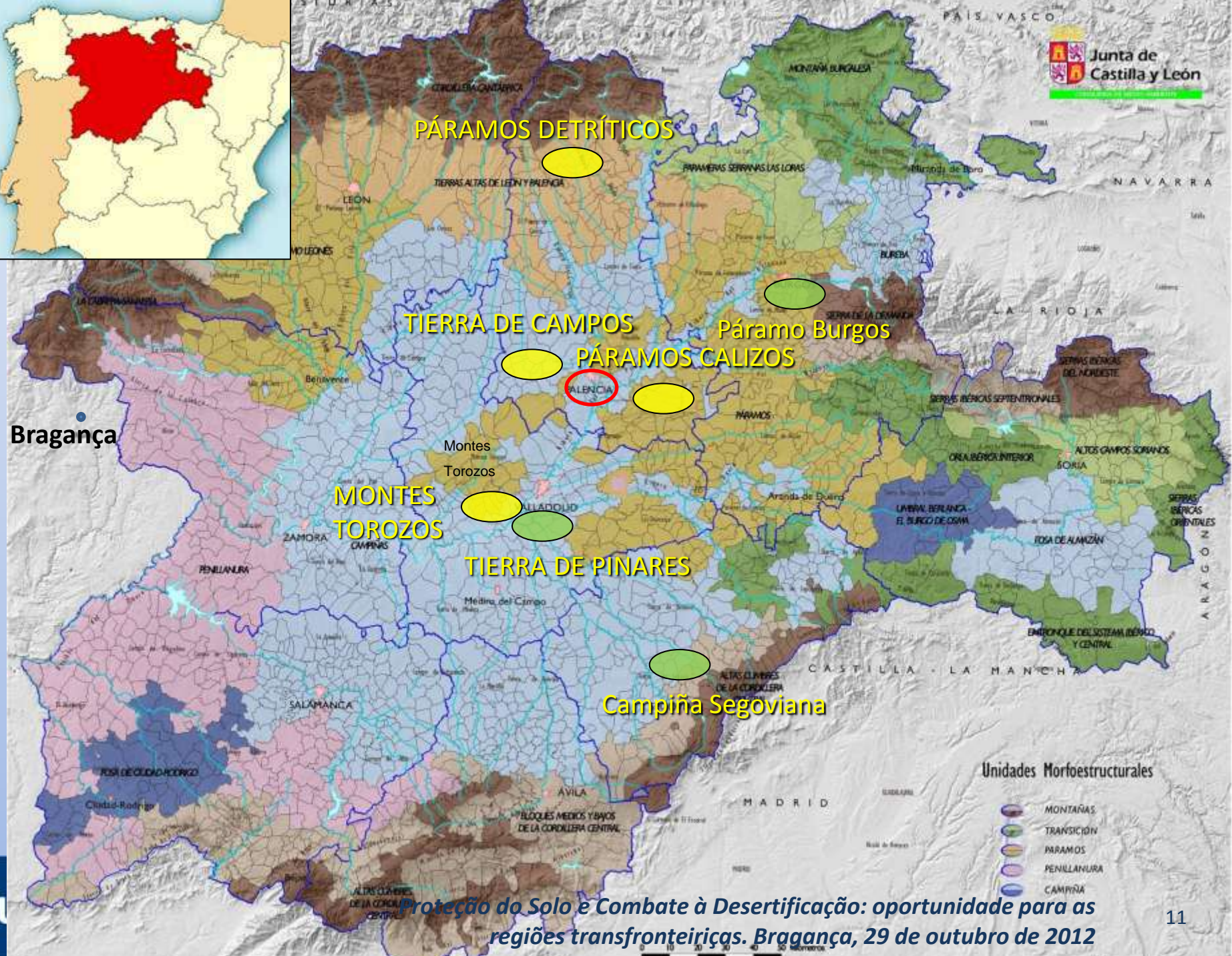
Diversos proyectos:

- “Secuestro de carbono asociado a los cambios de uso y de manejo en suelos de la provincia de Palencia”
“Efectos del tipo de vegetación y cambio de uso del suelo en su capacidad para capturar carbono y en la dinámica de la materia orgánica edáfica”
 - Subvencionados por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León. Años 2004-2006 y 2007-2009
- “Evolución de la materia orgánica en procesos de restauración mediante adición de enmiendas orgánicas a suelos forestales quemados”.
 - Subvencionado por Ministerio de Ciencia e Innovación. Años 2006-2009



EFECTO DE LOS CAMBOS DE USO

- Analizar los efectos del cambio de uso de un suelo sobre el C orgánico, la capacidad de almacenamiento de C y otras propiedades del suelo.
- Determinar qué usos de suelo o cubiertas vegetales suponen mejoras en la sostenibilidad en relación con la materia orgánica edáfica, con incrementos en la fertilidad y en la conservación de los suelos.
- Comprobar la idoneidad de distintos parámetros relacionados con la dinámica del C en el suelo como indicadores de su estabilidad.



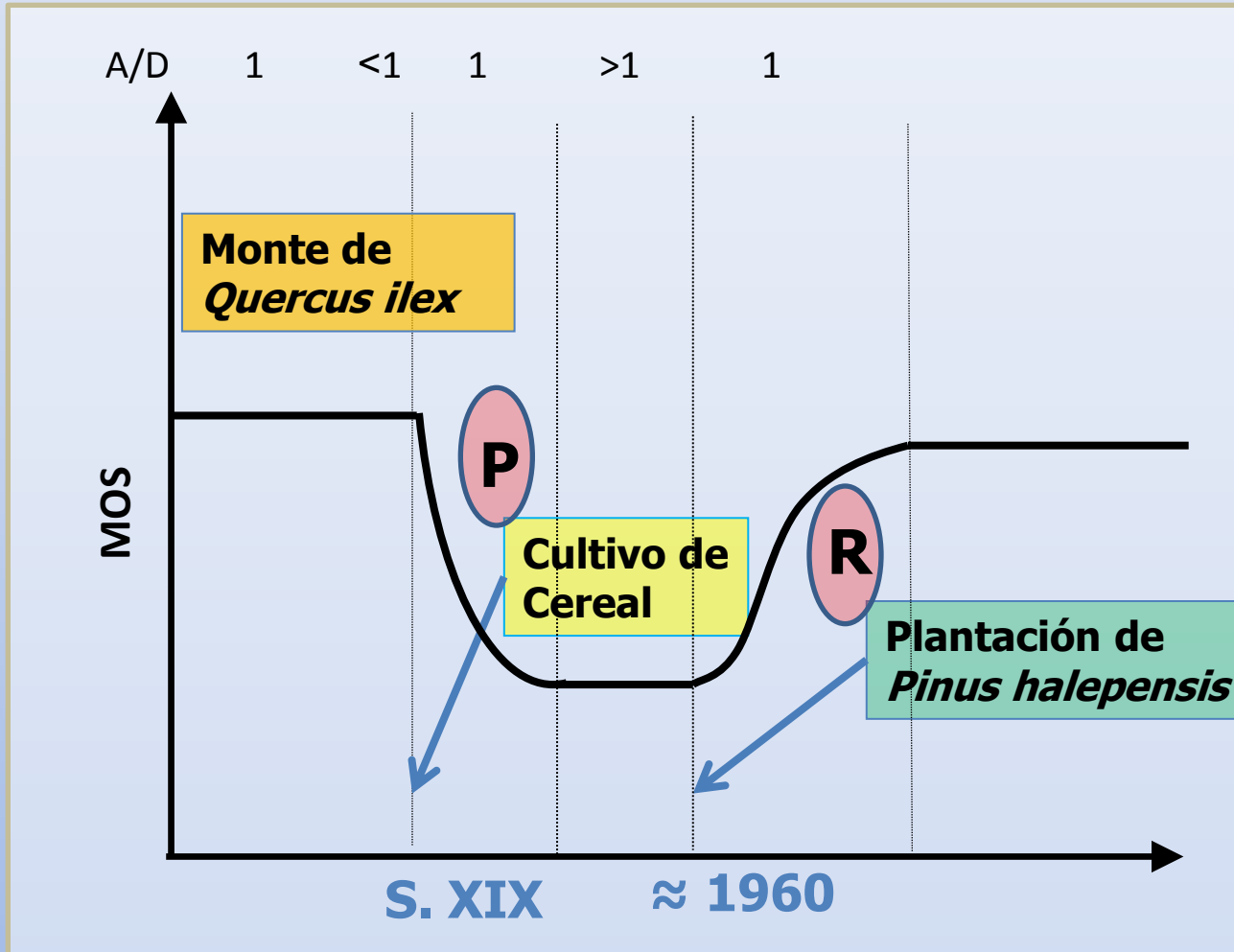
Proteção do Solo e Combate à Desertificação: oportunidade para as regiões transfronteiriças. Bragança, 29 de outubro de 2012

USOS DE VEGETACIÓN SELECCIONADOS

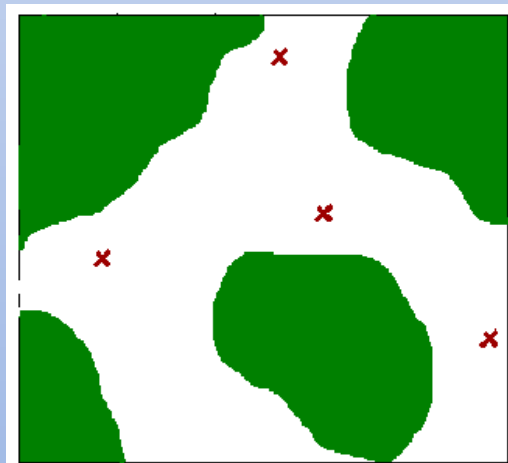
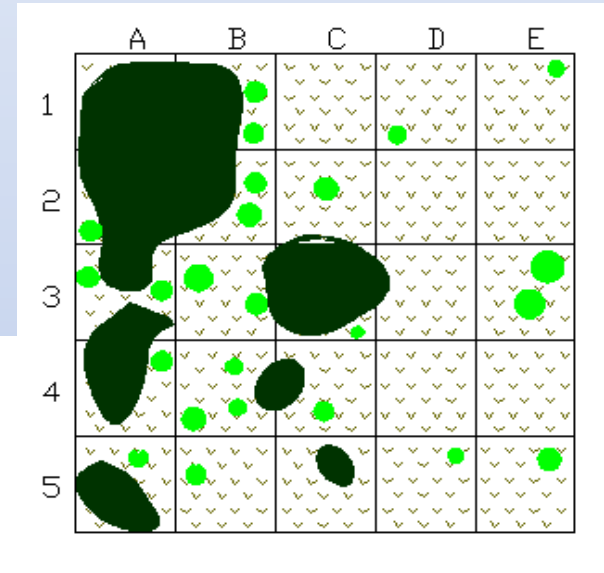
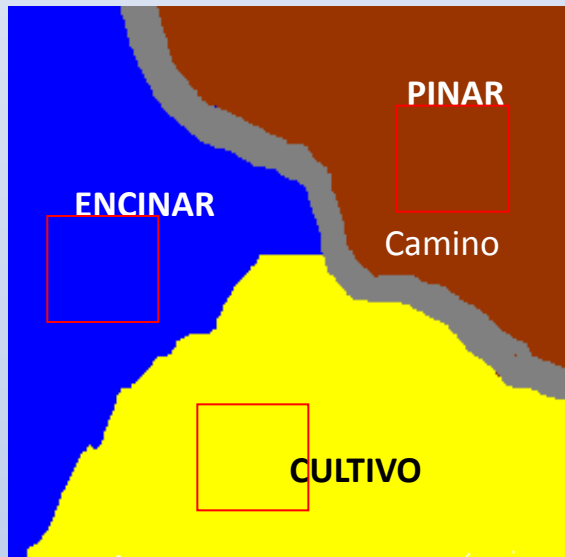
- *PÁRAMOS DETRÍTICOS: Cultivo, Pinar, Rebollar *, Matorral.*
- *PÁRAMOS CALIZOS: Cultivo, Pinar, Encinar **, Herbazal.*
- *TOROZOS: Cultivo, Pinar, Encinar**, Vegetación herbácea.*
- *TIERRA DE CAMPOS: Cultivo, Pinar, Vegetación herbácea.*
- *TIERRA DE PINARES: Pinar, Cultivo.*

*Q. pyrenaica **Q. ilex

CAMBIOS DE USO DEL SUELO EN EL PÁRAMO CALIZO CASTELLANO-LEONÉS



CAMBIOS DE USO: Diseño del muestreo

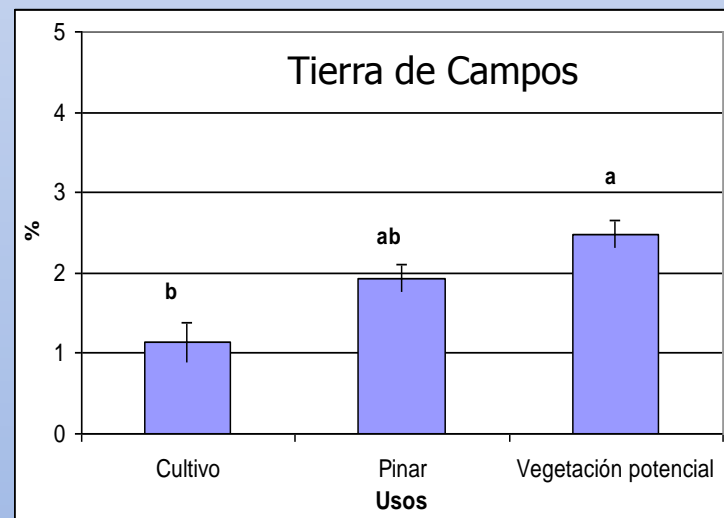
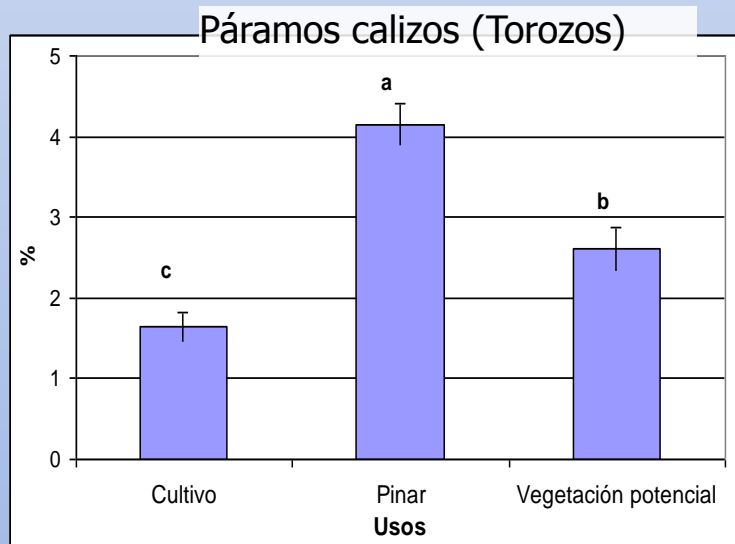
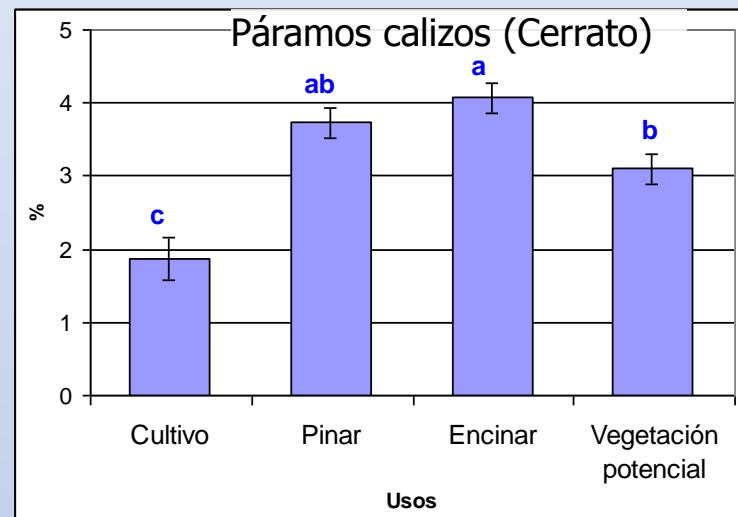
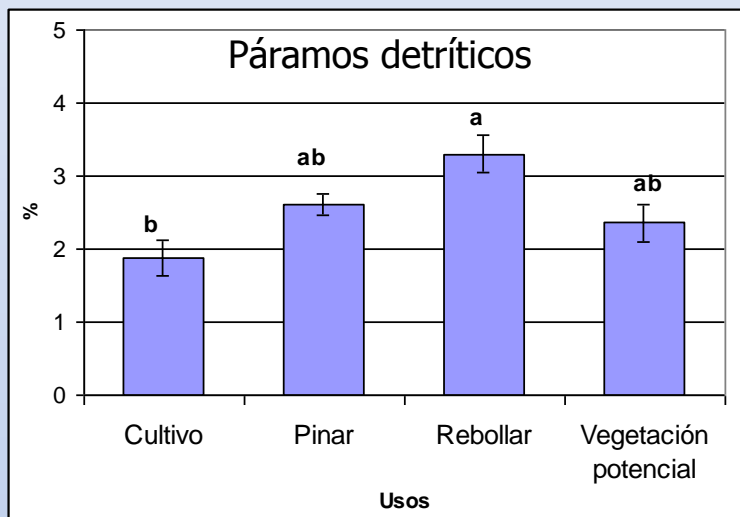


Profundidad: 0 - 10 cm

Entre otros:

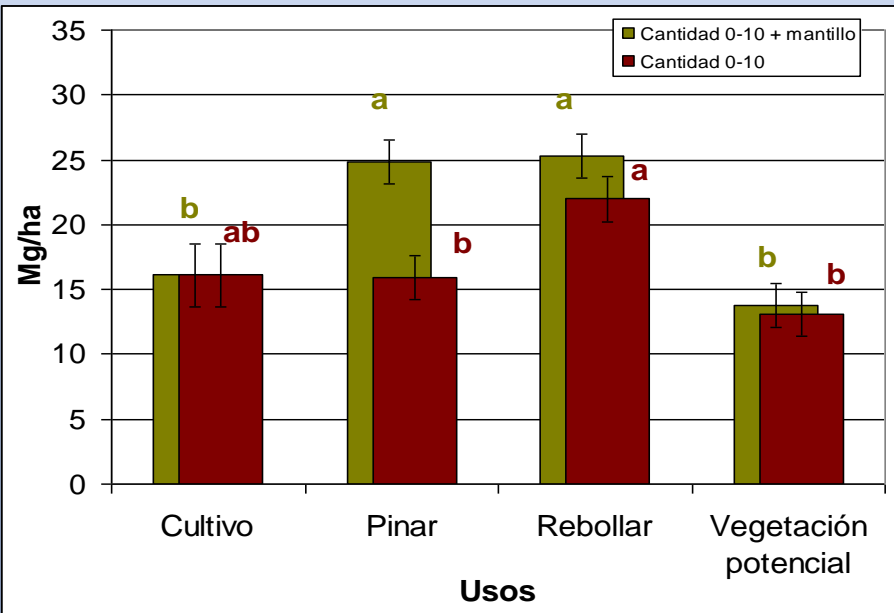
- C orgánico (combustión, *Leco CHN 2000*)
- C fácilmente oxidable (Walkley y Black)
- C microbiano (Vance et al.)
- C respirado (Isermeyer)
- Cinética de mineralización

Concentración de C orgánico por usos en cada zona

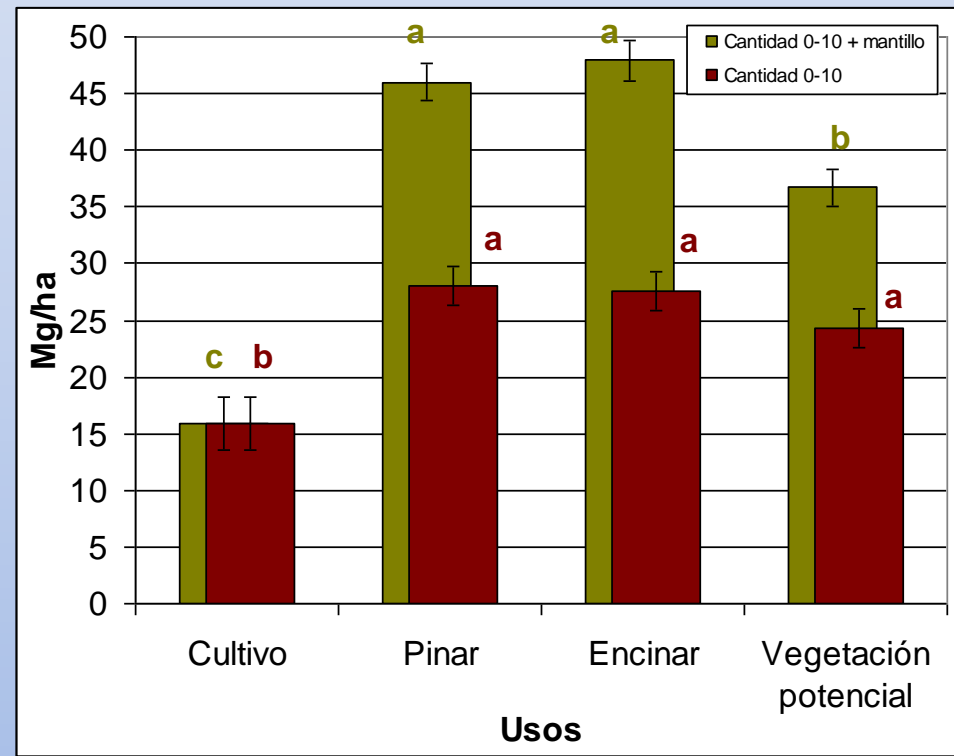


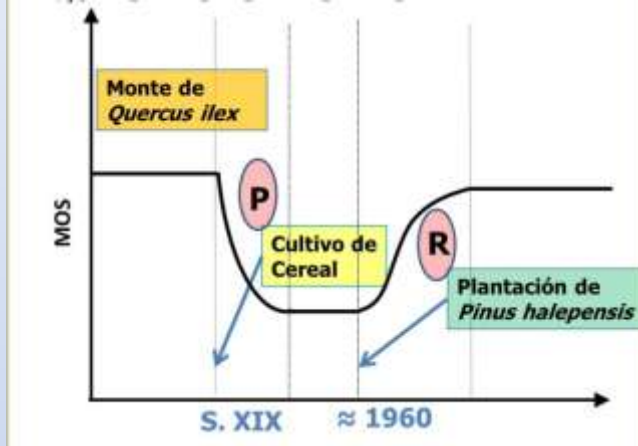
Cantidades de C orgánico por usos en cada zona

Páramos detríticos



Páramos calizos (Cerrato)





Páramo	Prof.	P (1)	R (2) *
Cerrato	0-10 cm	20-40 %	~ 68 %
Detrit.			~ 40 %

* En unos 40 años. Considerando el mantillo.

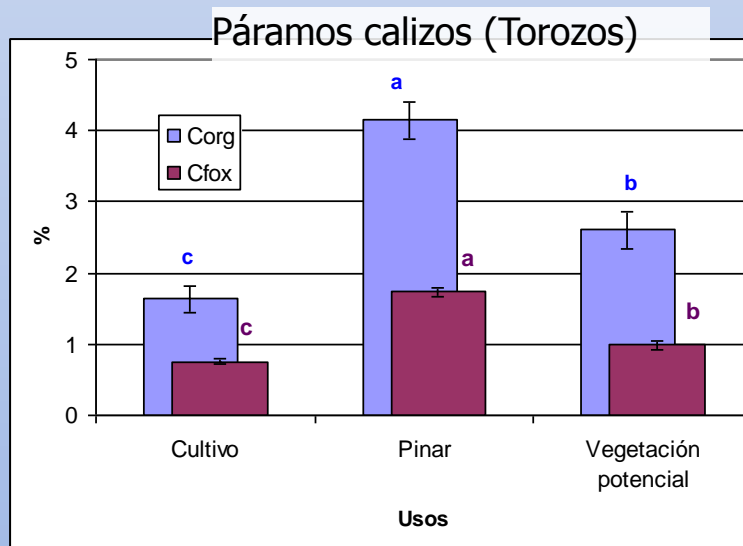
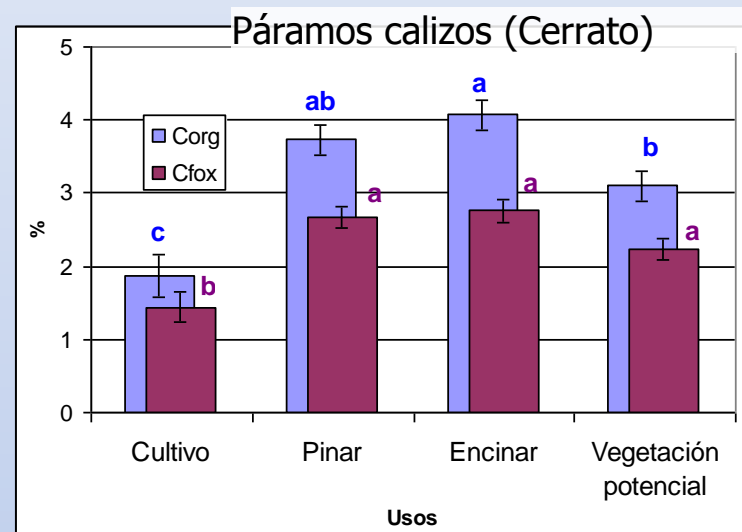
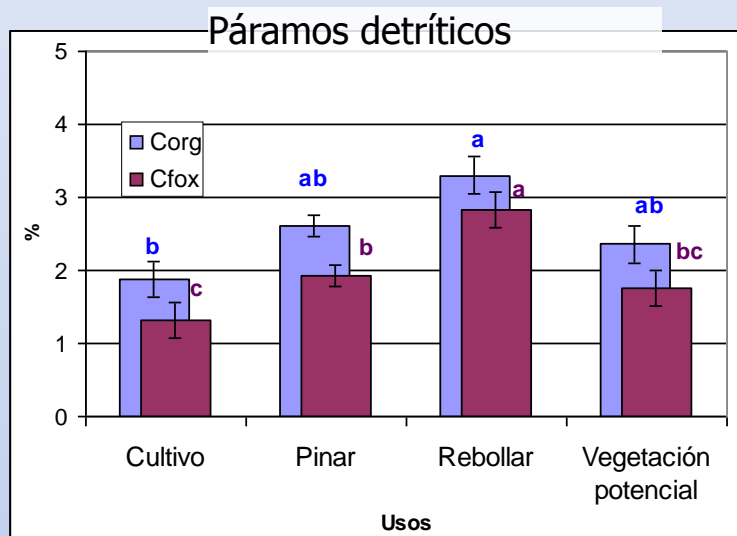
Resultados de Lorente en Páramos Calizos:

Prof.	P (1)	R (2)
0-10 cm	67 %	71 %
0-30 cm	47 %	90 %

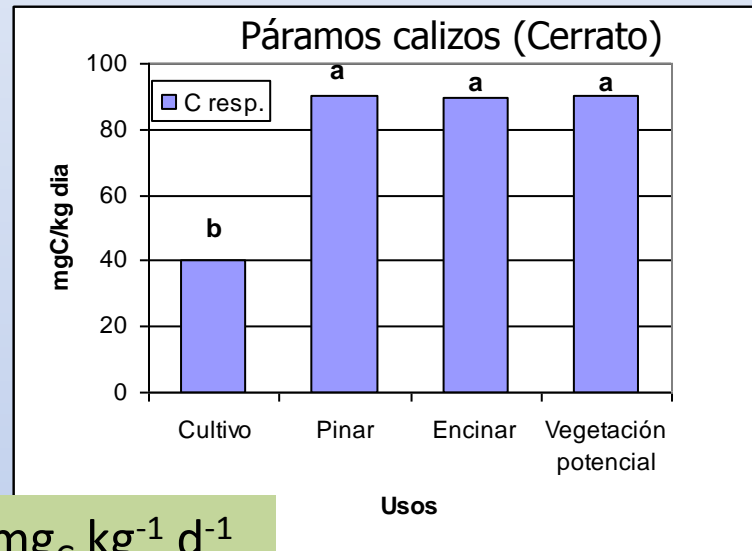
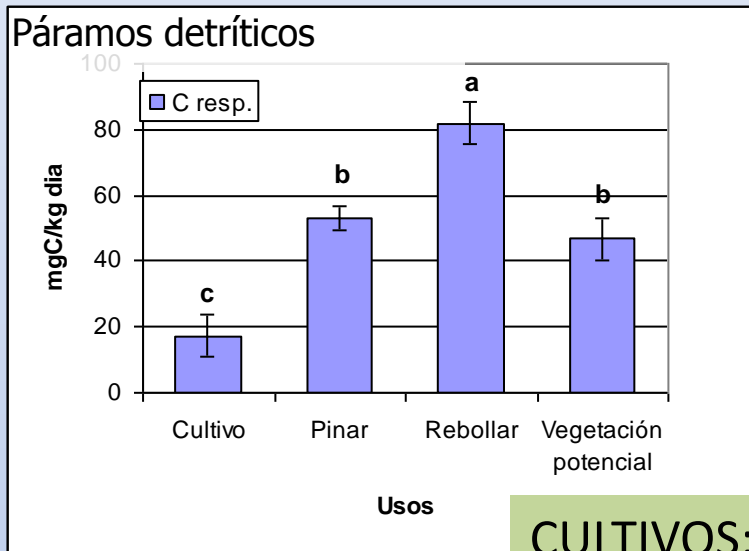
(1) P: Pérdida de C (sobre nivel inicial)

(2) R: Recuperación de C (respecto a lo perdido P)

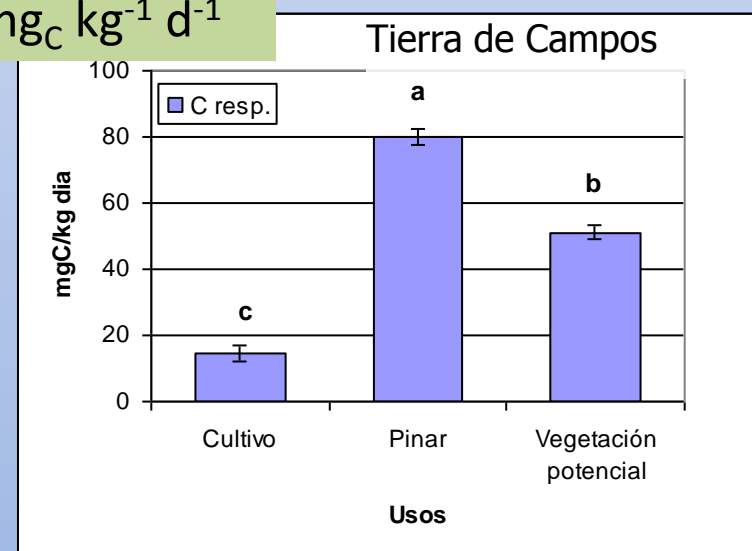
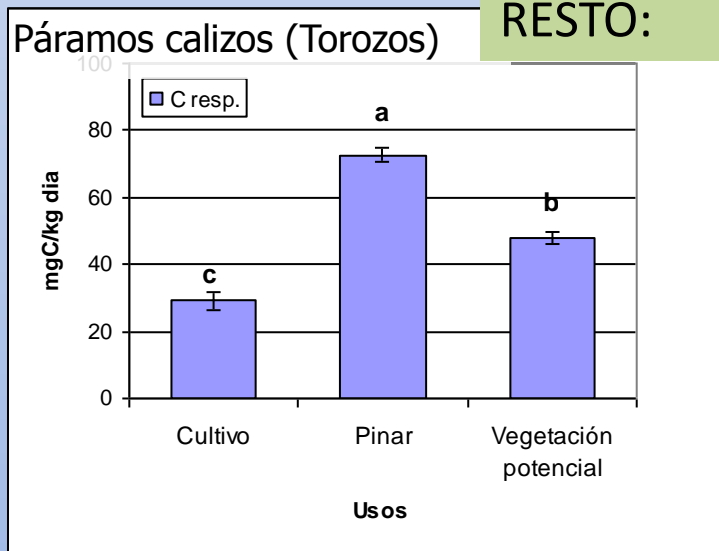
Concentración de C oxidable por usos en cada zona



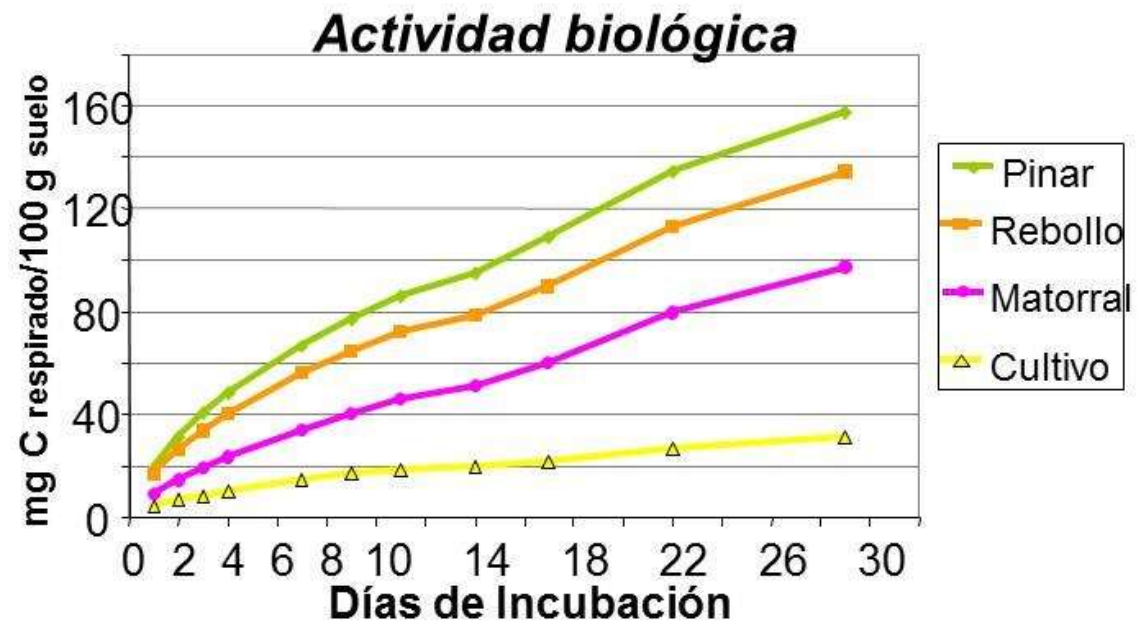
C de respiración por usos en cada zona



CULTIVOS: 17-40 mg_C kg⁻¹ d⁻¹
 RESTO: 47-90 mg_C kg⁻¹ d⁻¹

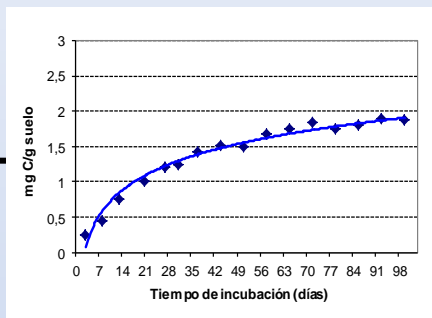


Localización:
Páramos Detríticos
 Profundidad: 2 – 5 cm



USOS	C total [%]	C f.ox. [%]	C microbiano [g C/kg suelo]	N total [%]
CULTIVO	3,6 ± 0,9 <i>b</i>	2,1 ± 0,7 <i>b</i>	0,09 ± 0,03 <i>c</i>	0,19 ± 0,02 <i>b</i>
PINAR	8,5 ± 1,9 <i>a</i>	4,9 ± 1,0 <i>a</i>	0,25 ± 0,05 <i>b</i>	0,32 ± 0,06 <i>ab</i>
REBOLLO	8,4 ± 1,1 <i>a</i>	5,1 ± 0,7 <i>a</i>	0,41 ± 0,11 <i>a</i>	0,40 ± 0,06 <i>a</i>
MATORRAL	9,1 ± 2,5 <i>a</i>	5,2 ± 1,2 <i>a</i>	0,38 ± 0,09 <i>ab</i>	0,38 ± 0,08 <i>a</i>

Cinética de mineralización de la materia orgánica



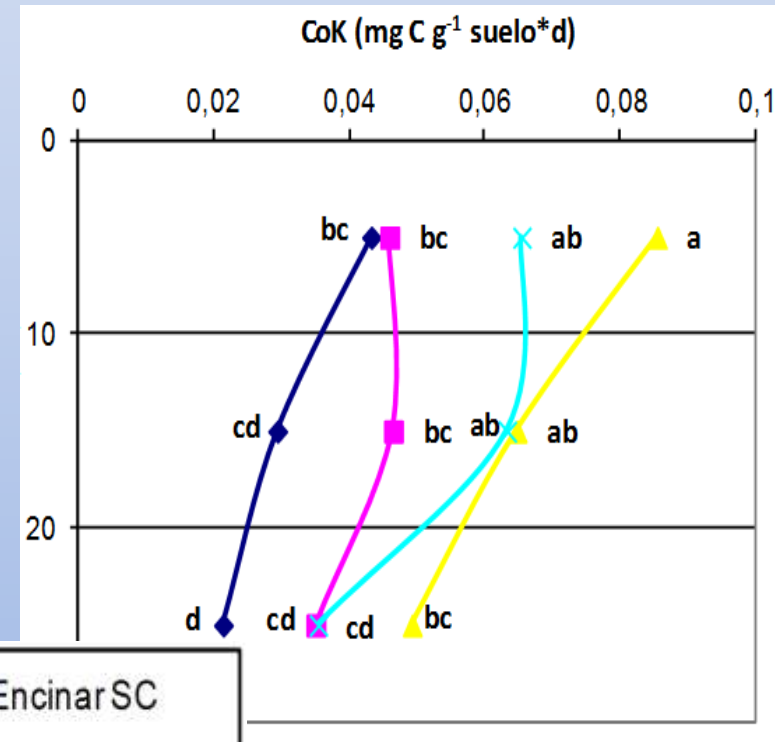
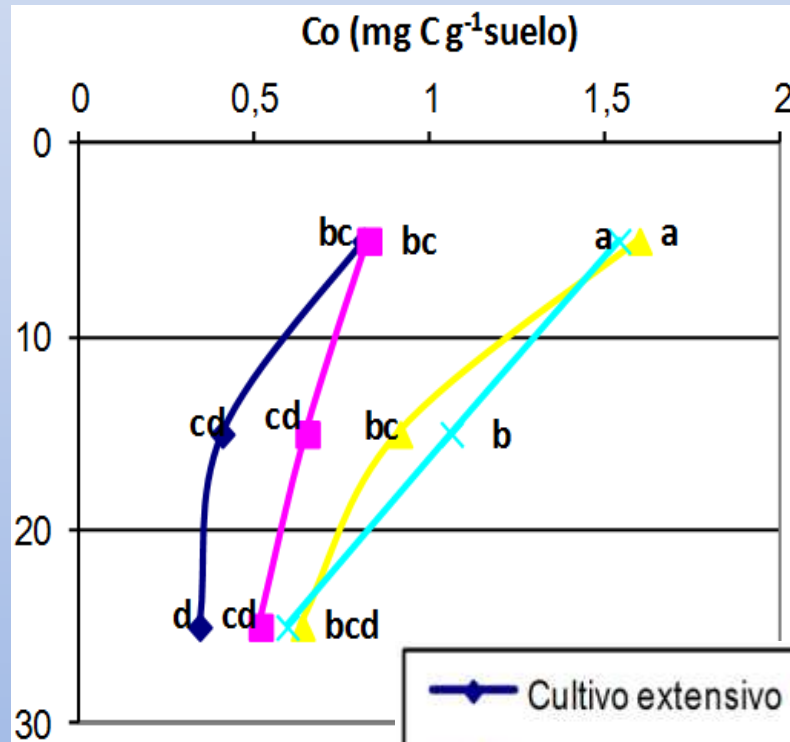
C_o : pool C mineralizable

k : tasa de mineralización

$C_o k$: tasa inicial de mineralización potencial

$$C_m = C_o (1 - e^{-kt})$$

→ $R^2 = 0.94-0.98$; $p < 0.001$



- Se han encontrado diferencias significativas entre los distintos usos del suelo, tanto en concentración de C_{org} como en su contenido para los 10 cm superficiales + hojarasca.
- La capacidad de acumular carbono es diferente para los suelos de las distintas comarcas naturales estudiadas.
- Resulta de interés considerar otros parámetros puesto que aportan información complementaria para conocer la estabilidad de distintos reservorios de carbono edáfico.

- Es importante para el mantenimiento de niveles de MO apropiados para la protección del suelo, el mantenimiento de sus funciones y la mitigación del cambio climático, la reforestación de tierras agrícolas poco productivas o cuyo cultivo se abandone.
- Es conveniente realizar estudios en cada zona de interés dada la clara dependencia de las pérdidas de C y de sus posibles recuperaciones de características climáticas y edáficas locales



Efecto del tiempo transcurrido tras la reforestación en el secuestro de C edáfico y en su calidad.

LOCALIZACIÓN

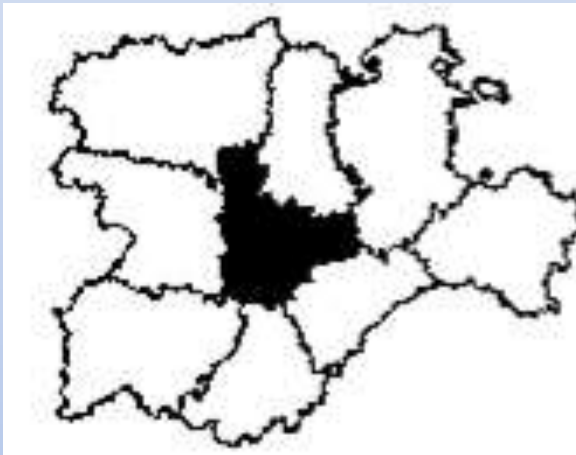
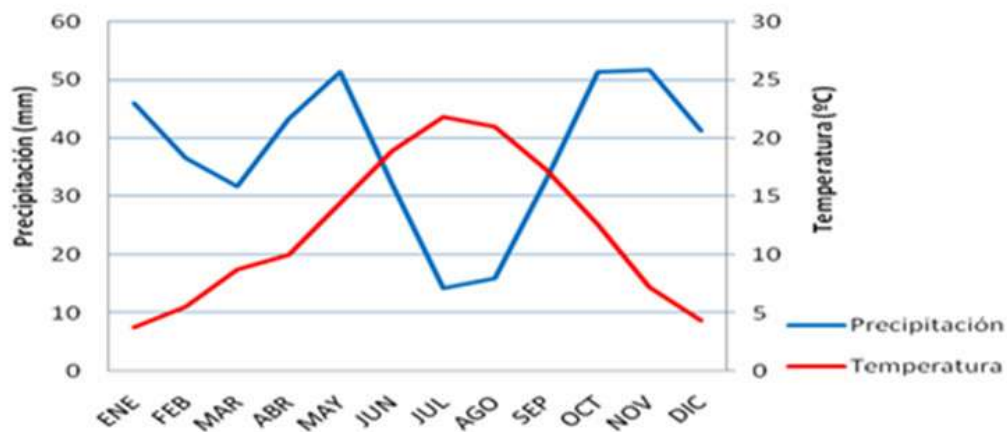


Diagrama ombrotérmico de Gausson



Material y métodos

CLIMA Y SUELOS DE LA ZONA

P anual: 450mm

Tm anual: 12°C

Tabla 8: Propiedades químicas de los horizontes del perfil

Hz	Prof (cm)	pH H ₂ O	C.E (μS/cm)	C _{org} (%)	N _T (%)	C/N	CaCO ₃ (%)	P (mg/kg)	CIC (cmol/kg)
A1	0-10	6,0	34,4	0,471	0,044	10,77	-	2,37	4,75
A2	10-20	6,5	27,3	0,215	0,042	5,10	-	1,45	3,75
C	20-55	6,9	22,4	0,160	0,039	4,17	-	1,05	4,00

Nota: P, fósforo asimilable obtenido por el método Olsen. CIC, capacidad de intercambio catiónico.

Tabla 9: Granulometría de los horizontes del perfil

Hz	Prof (cm)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural	E.G. (%)	E.F. (%)
A1	0-10	68,9	24,2	2,5	4,4	Arenoso	0,52	99,48
A2	10-20	31,0	60,2	3,7	5,1	Arenoso	0,26	99,74
C	20-55	58,4	33,6	4,5	4,5	Arenoso	0,83	99,17

Nota: Textura según USDA.

SELECCIÓN DE LAS PARCELAS



MUESTREO

Suelo:

- Profundidad 0-10 y 10-20
- Alterada
- Inalterada



Hojarasca:

- Marco de 25 x 25 cm
- Fresca + fragmentada
- Humificada

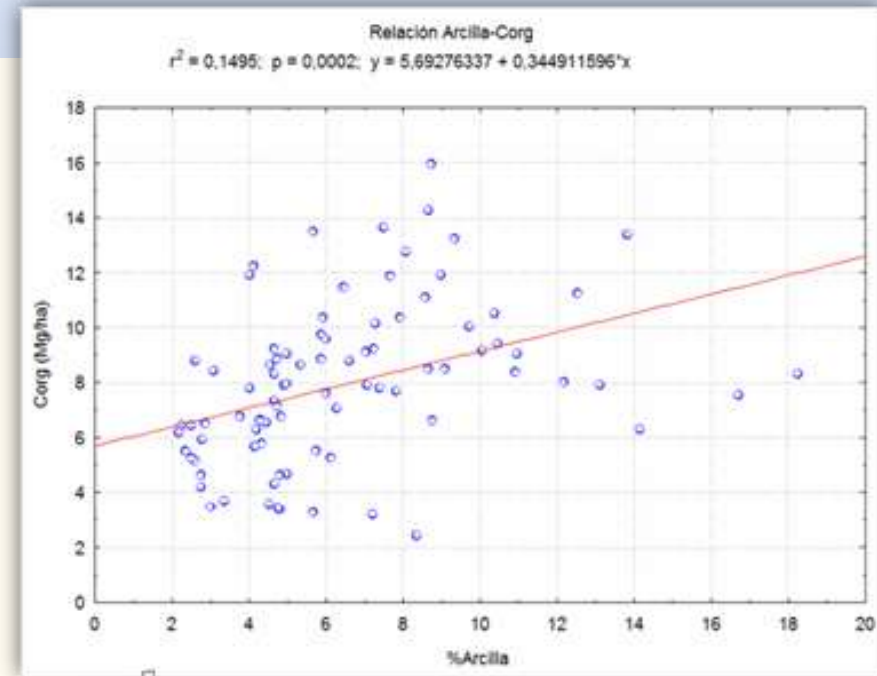
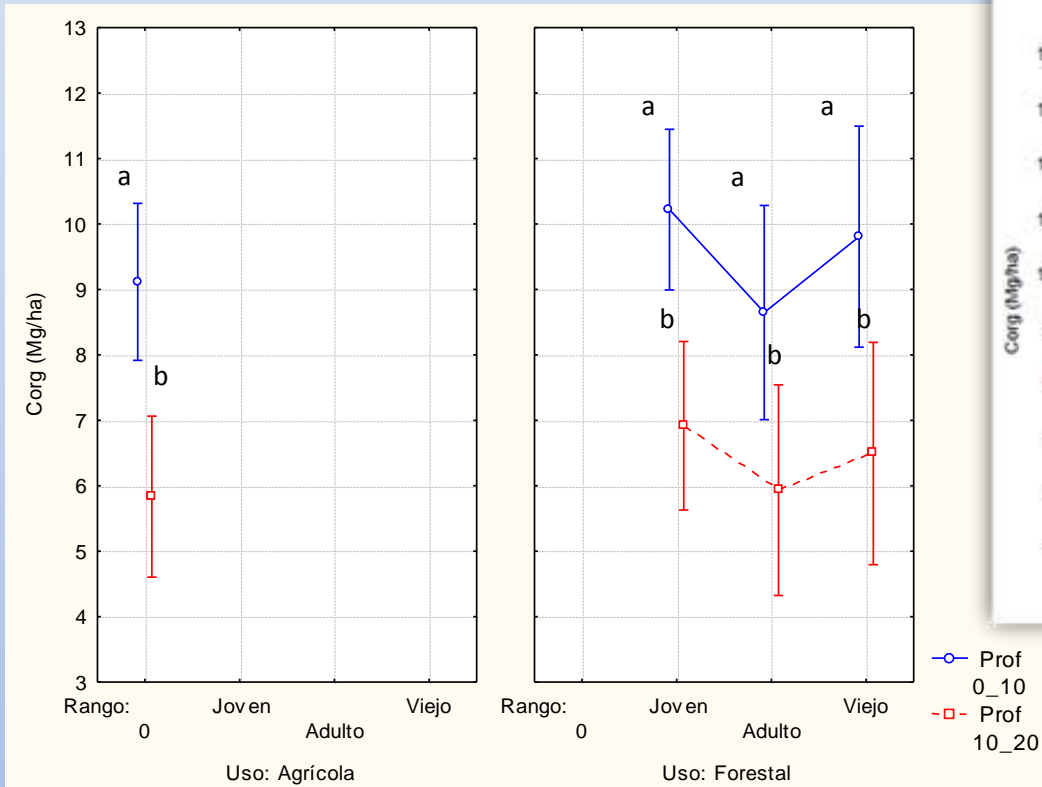


Material y Métodos

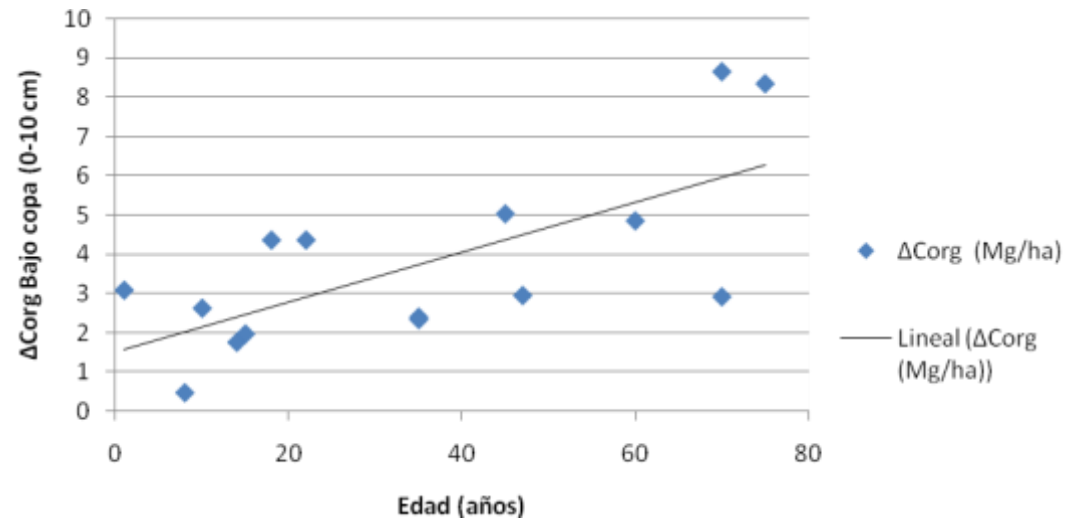
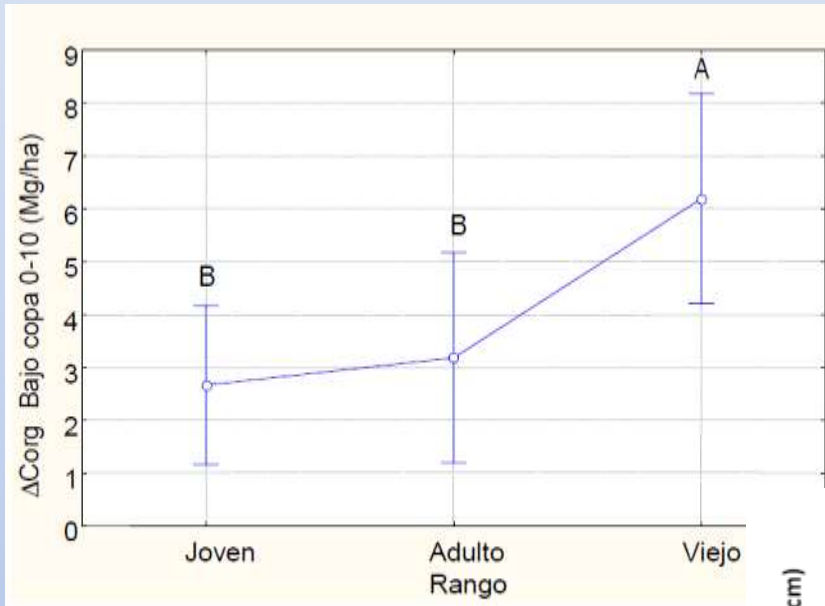
- Textura
- pH (con pHmetro en suspensión 1:2.5)
- C y N total (combustión seca LECO2000)
- C y N de la biomasa microbiana (Vance et al.,1987)
- C mineralizable (Alef, 1995)



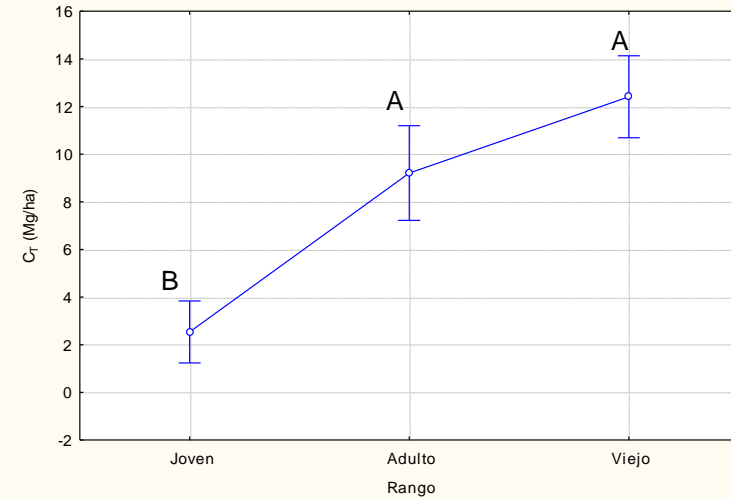
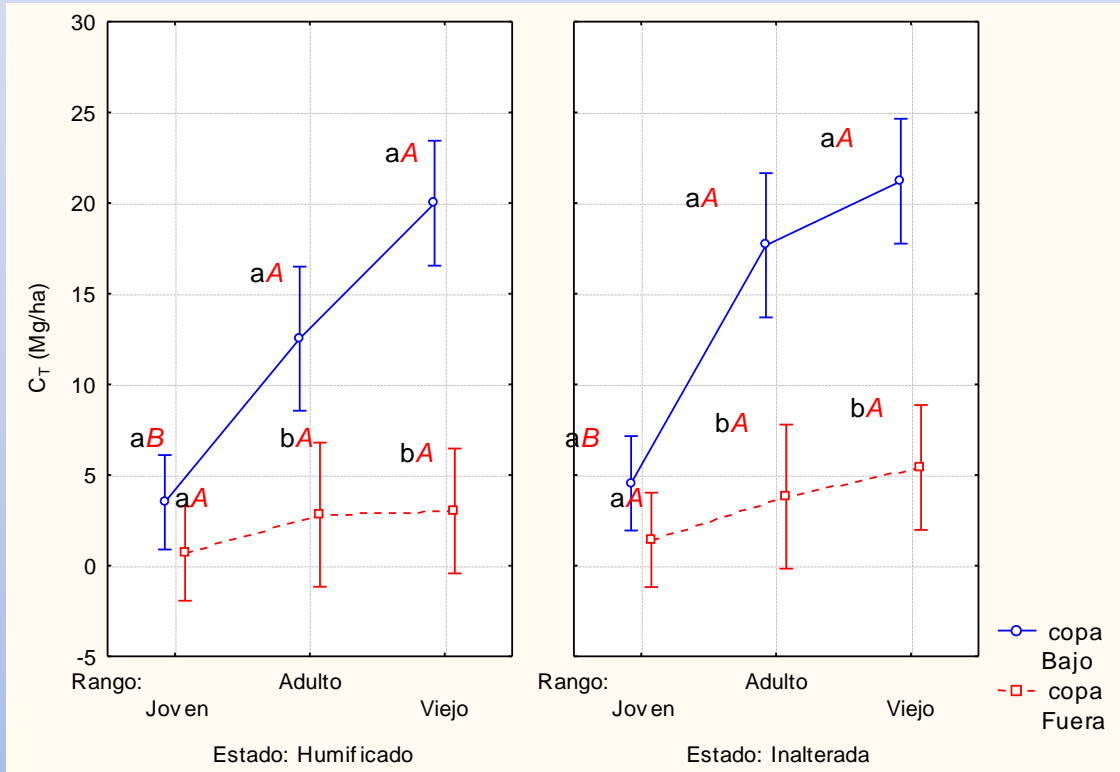
CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO



INCREMENTO DE CARBONO ORGÁNICO EDÁFICO RESPECTO AL CULTIVO

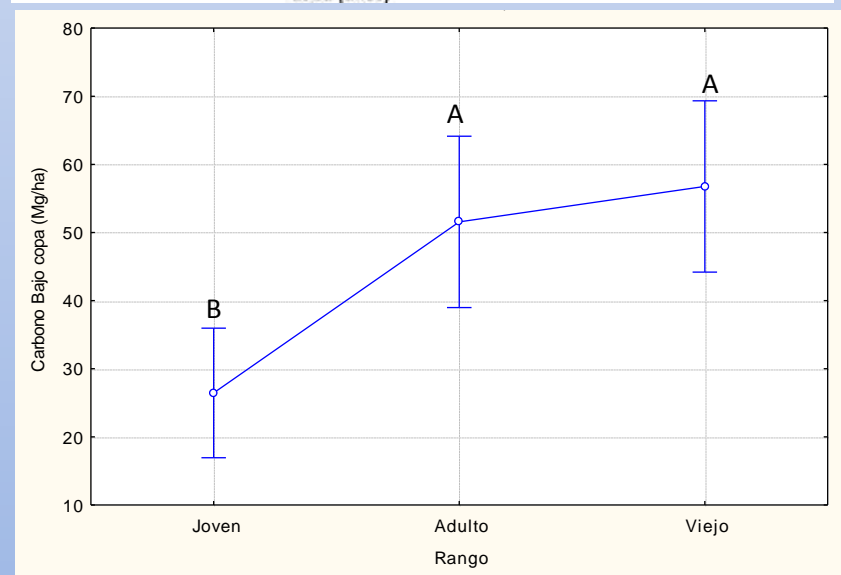
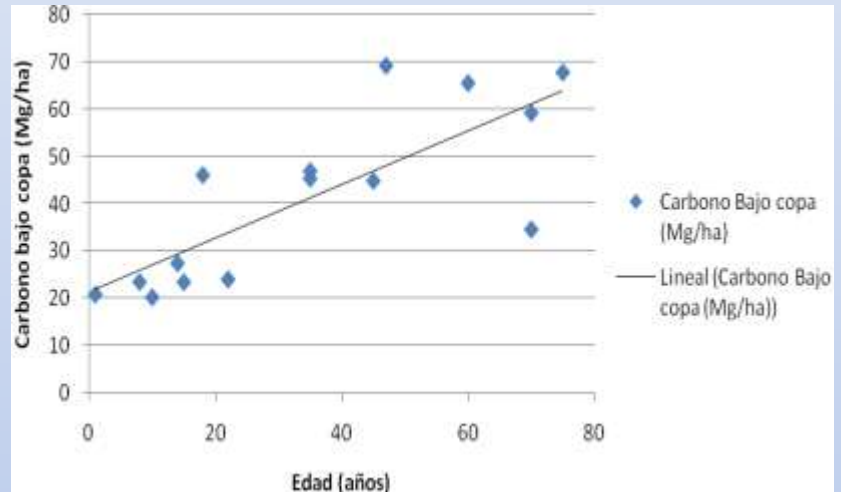


CARBONO TOTAL DE LA HOJARASCA

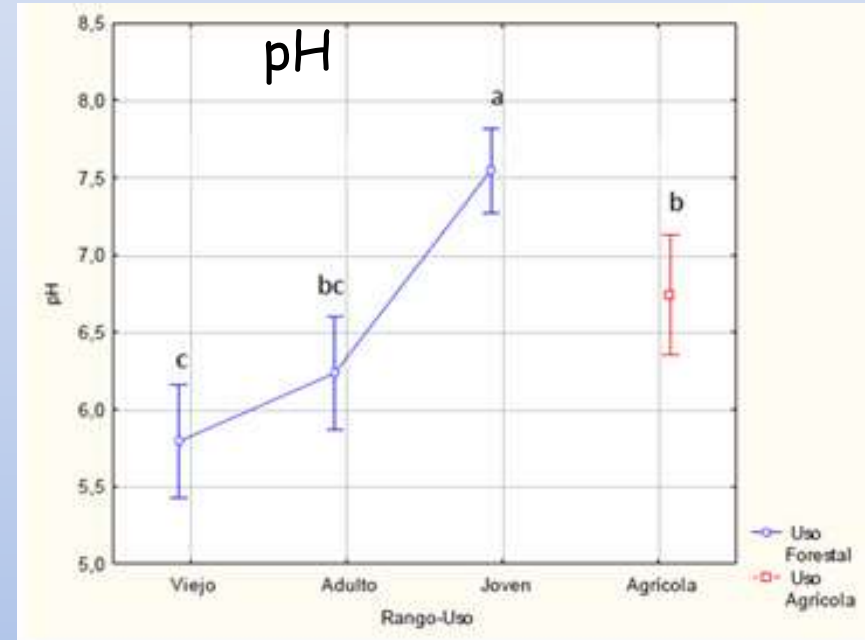
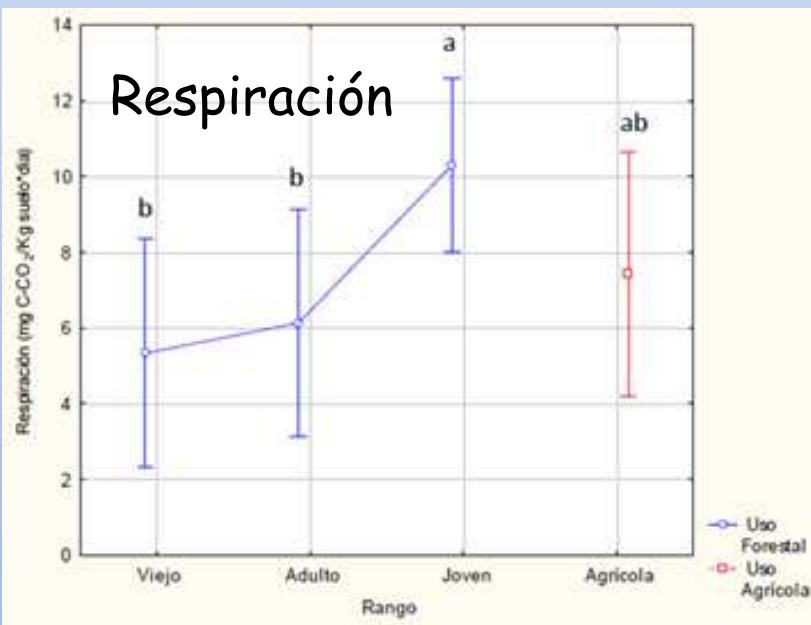
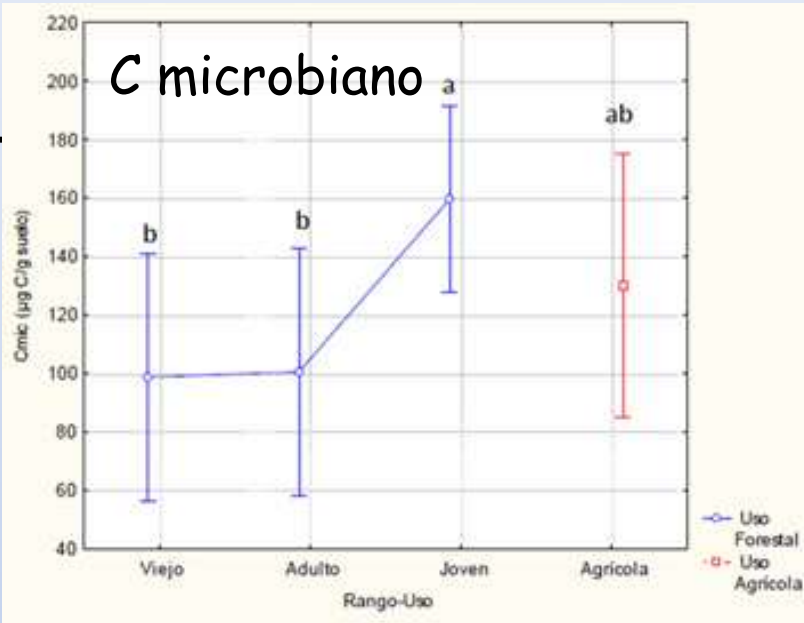


CARBONO SUELO MÁS HOJARASCA

Edad	Rango	C_{s+h} Bajo copa (Mg/ha)	C_{s+h} Fuera copa (Mg/ha)
1	Joven	20,76	22,65
8	Joven	23,42	27,13
10	Joven	20,18	16,70
14	Joven	27,39	21,49
15	Joven	23,38	17,15
18	Joven	46,05	21,28
22	Joven	23,98	19,97
35	Adulto	46,88	24,03
35	Adulto	45,31	16,40
45	Adulto	44,83	19,62
47	Adulto	69,22	16,12
60	Viejo	65,52	19,04
70	Viejo	34,54	19,46
70	Viejo	59,19	20,28
75	Viejo	67,80	24,09

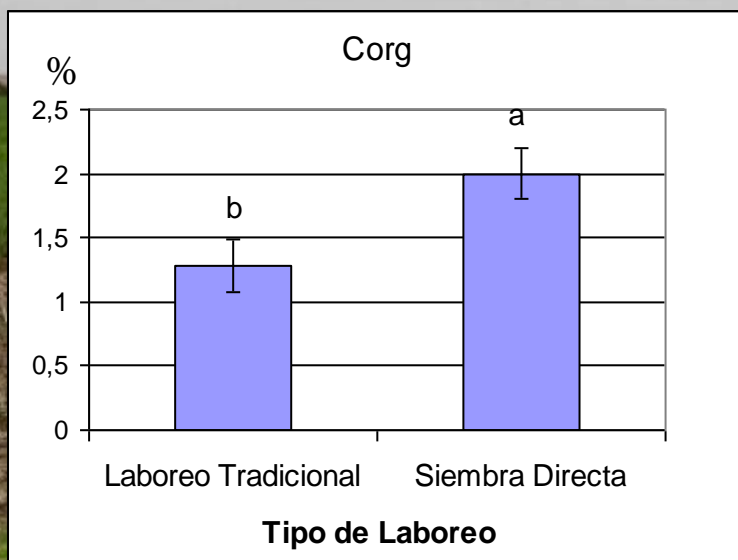


INDICADORES BIOQUÍMICOS

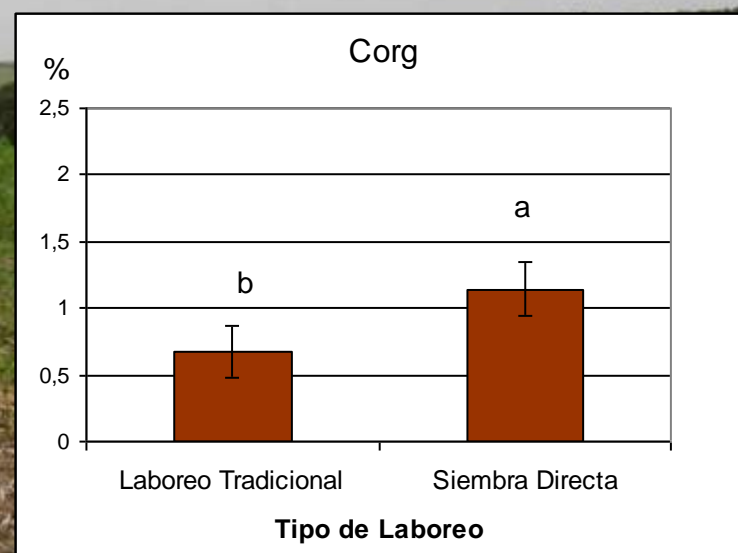


- La reforestación dio lugar a un incremento de C_{org} (ΔC_{org}) entre parcelas forestales y sus correspondientes agrícolas adyacentes, siendo mayor este incremento cuanto mayor es la edad de la repoblación.
- El C acumulado en la hojarasca fue mayor a medida que las parcelas reforestadas tuvieron más edad, produciéndose una estabilización de la acumulación de carbono total existente en suelo más hojarasca ($C_{suelo+hojarasca}$) a partir de los 20-30 años de edad.
- La reforestación con *Pinus pinea* provocó una acidificación del suelo que fue mayor en los suelos bajo masas de mayor edad y repercutió en la actividad y biomasa microbiana edáfica.

Influencia del tipo de laboreo sobre la concentración de C orgánico

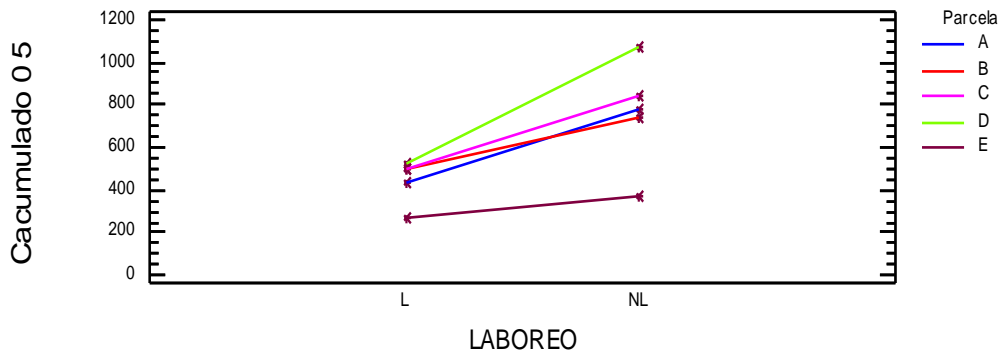


MONTES TOROZOS

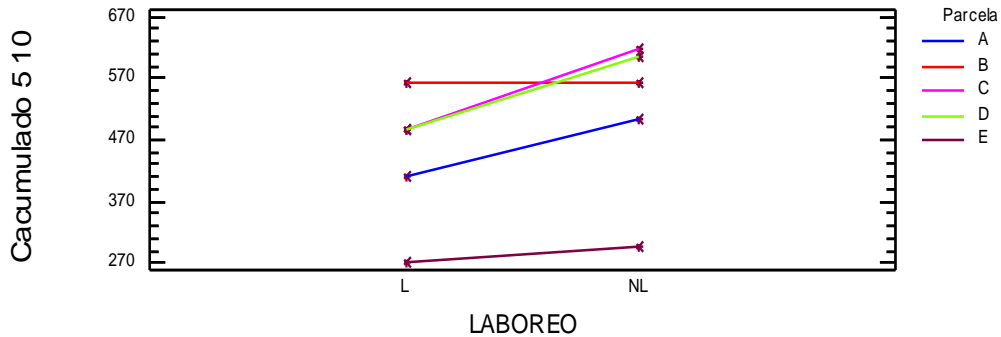


CAMPIÑA SEGOVIA

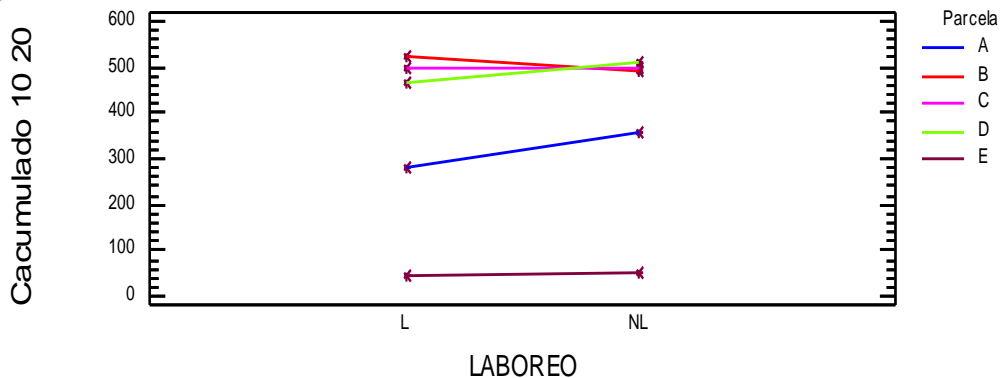
(g/m²), profundidad 0-5 cm.



(g/m²), profundidad 5-10 cm.



(g/m²), profundidad 10-20 cm.



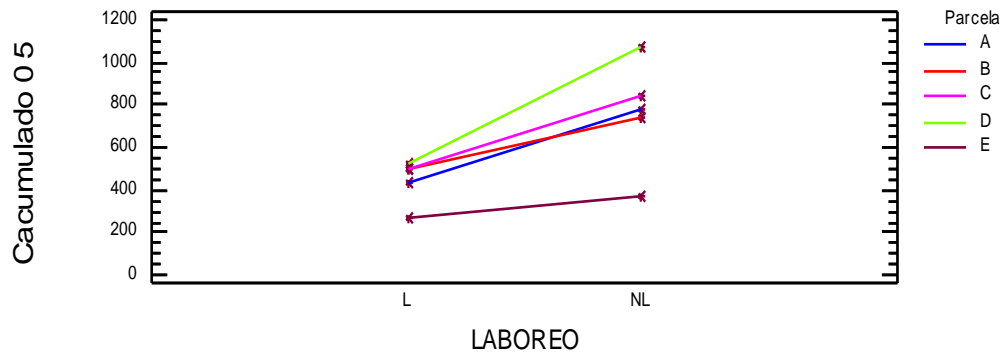
Tipo de laboreo y contenido de C orgánico



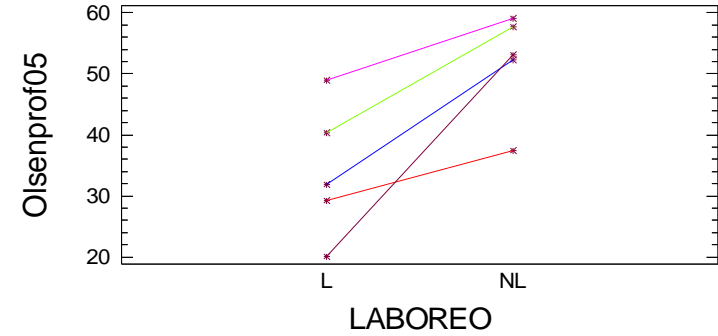
CAMPIÑA SEGOVIA



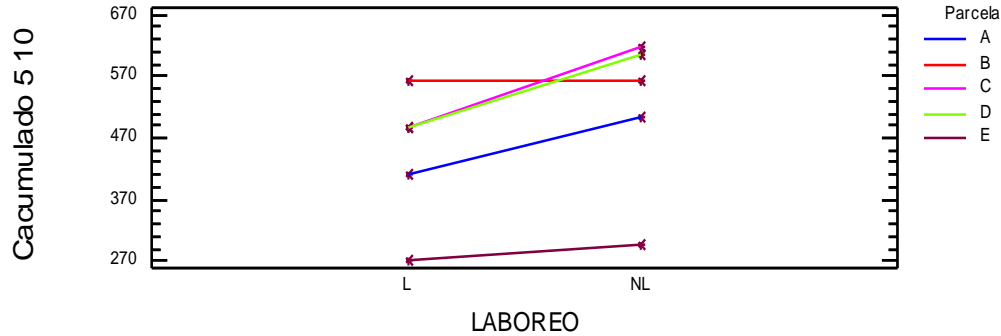
(g/m²), profundidade 0-5 cm.



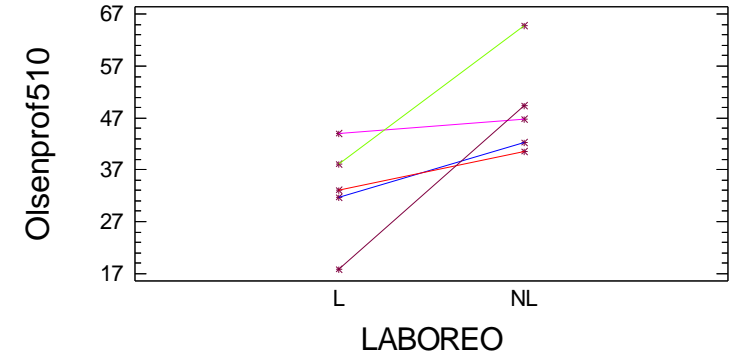
P (mg/kg), profundidade 0-5 cm.



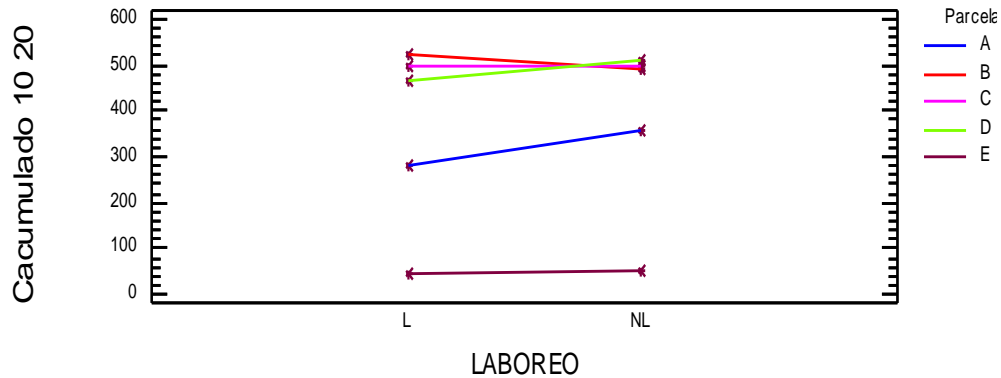
(g/m²), profundidade 5-10 cm.



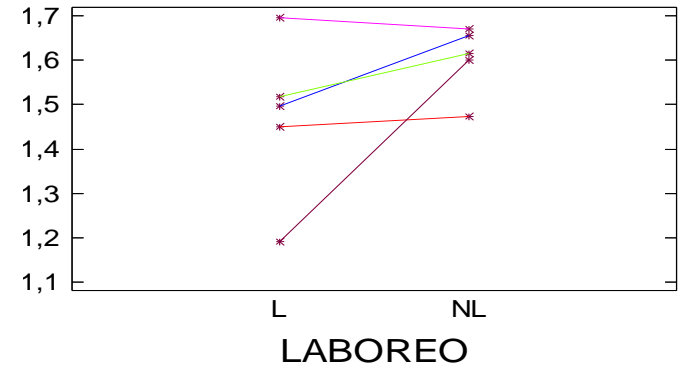
P (mg/kg), profundidade 5-10 cm.



(g/m²), profundidade 10-20 cm.



Log P (mg/kg), prof. 10-20 cm.



Influencia del Aporte de compost sobre la concentración de C orgánico

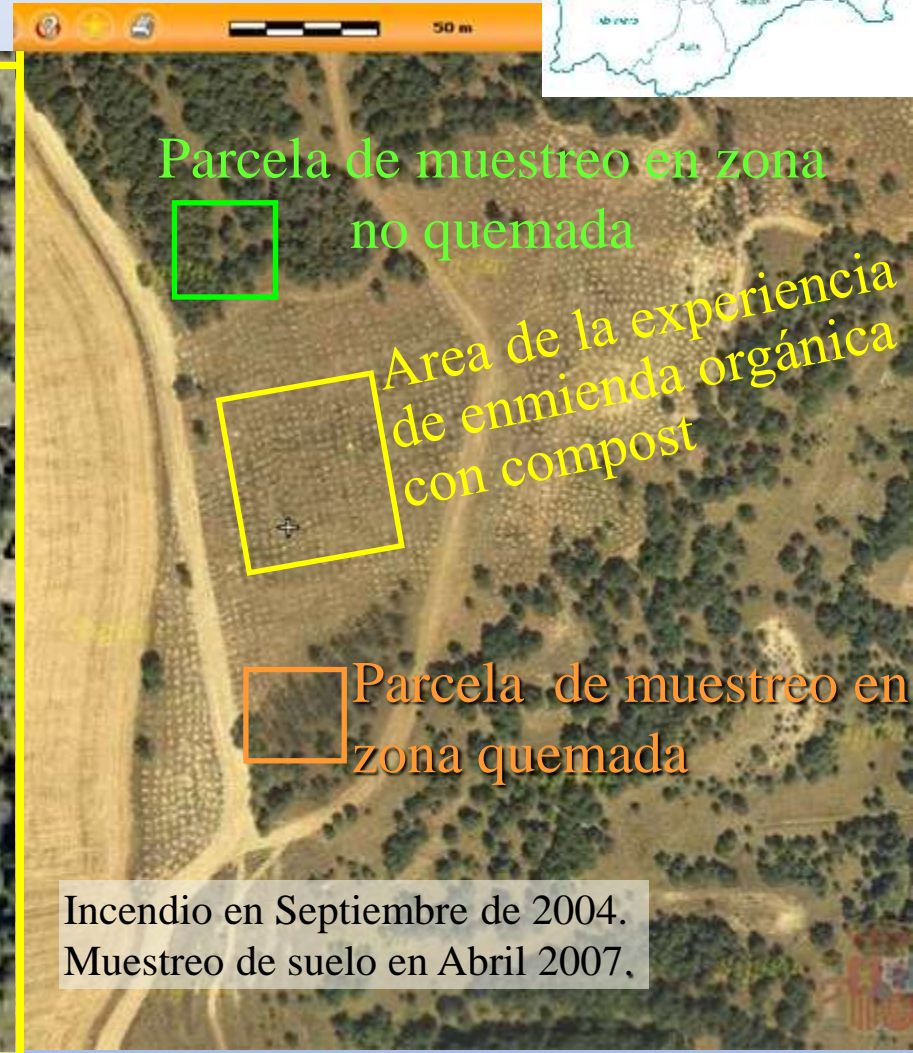




Area de *Pinus pinaster* quemada, reforestada con *Pinus Pinea* y aporte de compost en hoyo de plantación.



Situación antes del incendio



Parcela de muestreo en zona no quemada

Area de la experiencia de enmienda orgánica con compost

Parcela de muestreo en zona quemada

Incendio en Septiembre de 2004. Muestreo de suelo en Abril 2007,

SUELO

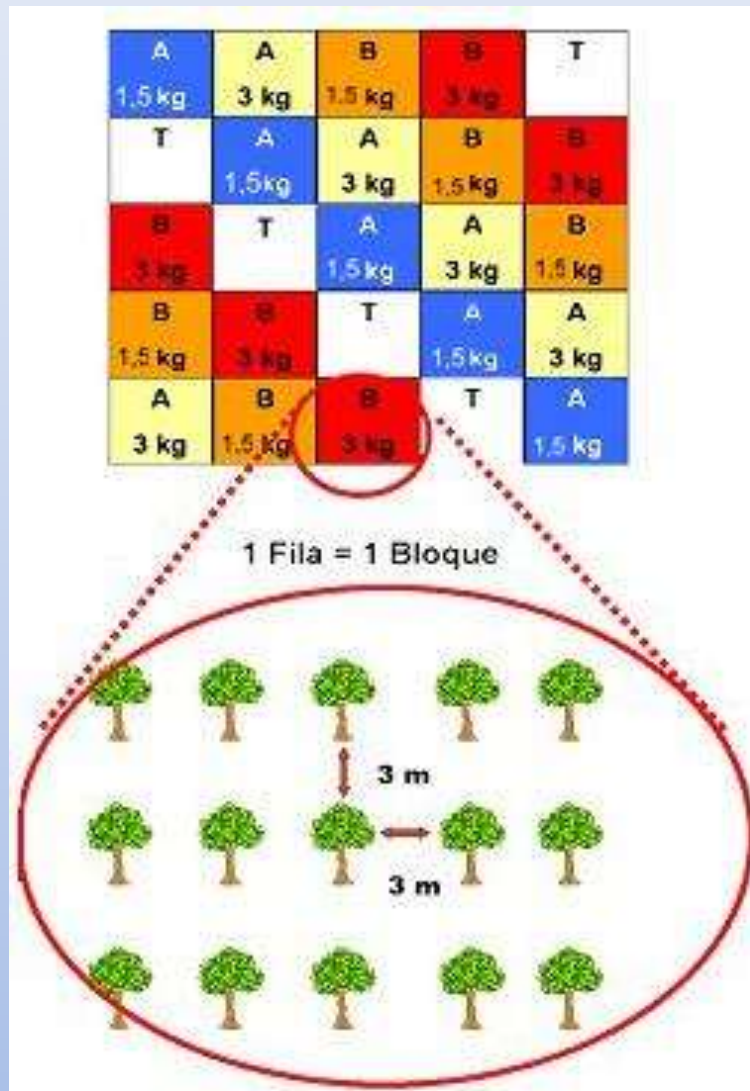


HORIZONTES	A	Bw
Profundidad (cm)	0-20	20-40
Arena gruesa (%)	44,0	14,7
Arena fina (%)	18,2	12,1
Limo (%)	11,4	16,1
Arcilla (%)	26,4	57,2
pH en H ₂ O	7,6	7,9
pH en KCl	7,2	7,1
C.E. (μS/cm)	323	333
C _{org} (g/kg)	25,09	13,25
N (g/kg)	1,53	1,13
C/N	16,4	11,7
MO _{fox} (%)	2,54	1,23
CaCO ₃ (%)	2,70	2,04

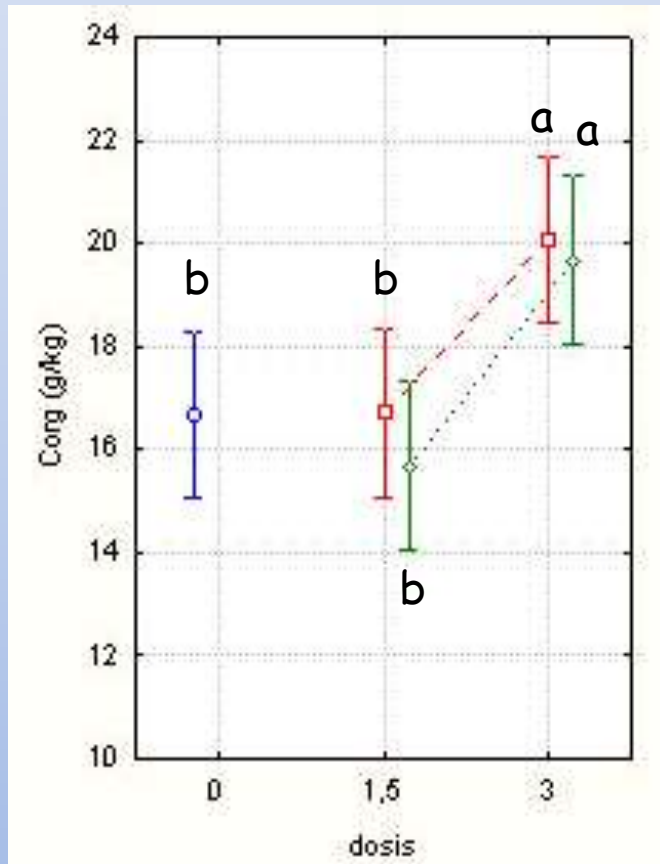
COMPOST

COMPOSICIÓN	
pH	7,55
Humedad	7,56 % (s.m. fresca)
Materia orgánica	52,26 % (s.m.seca)
Nitrógeno total	1,99 % (s.m.seca)

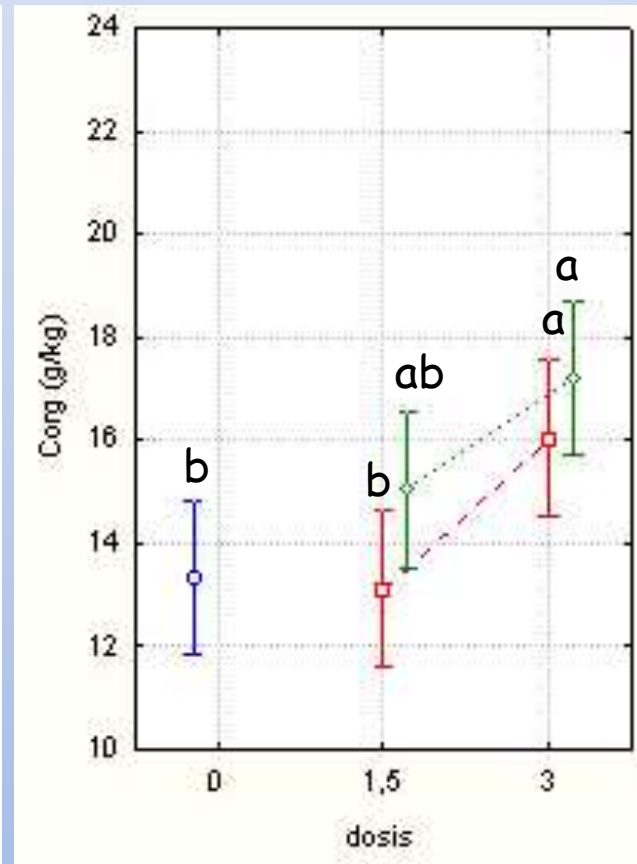
DISEÑO EXPERIMENTAL



Influencia del Aporte de compost sobre la concentración de C orgánico



SUPERFICIAL (0-20cm)



PROFUNDO (20-40cm)



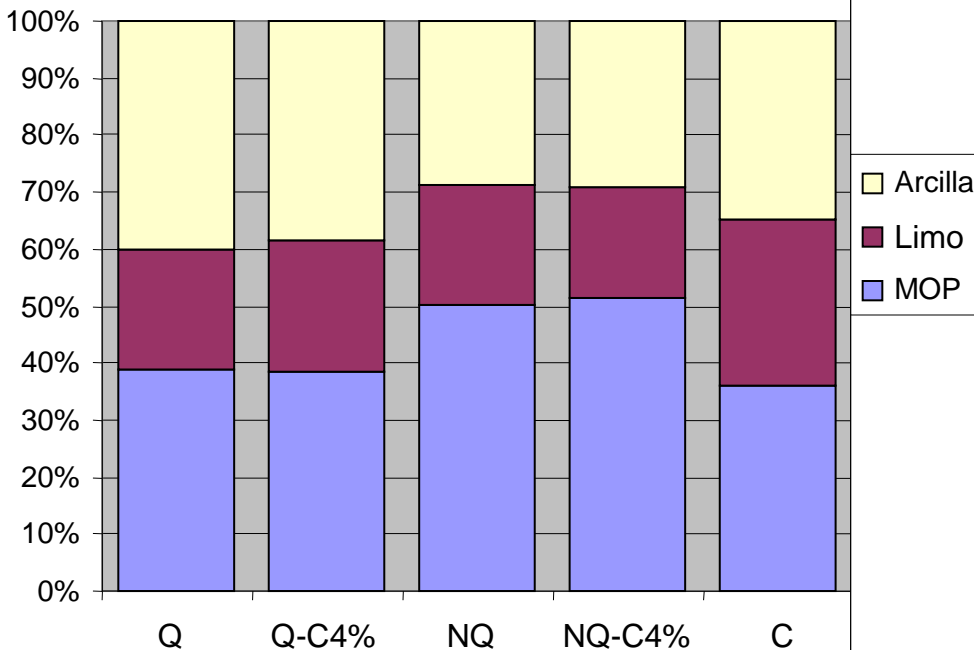
Influencia del Aporte de compost sobre la concentración de N orgánico

SUELO FRACCIONADO

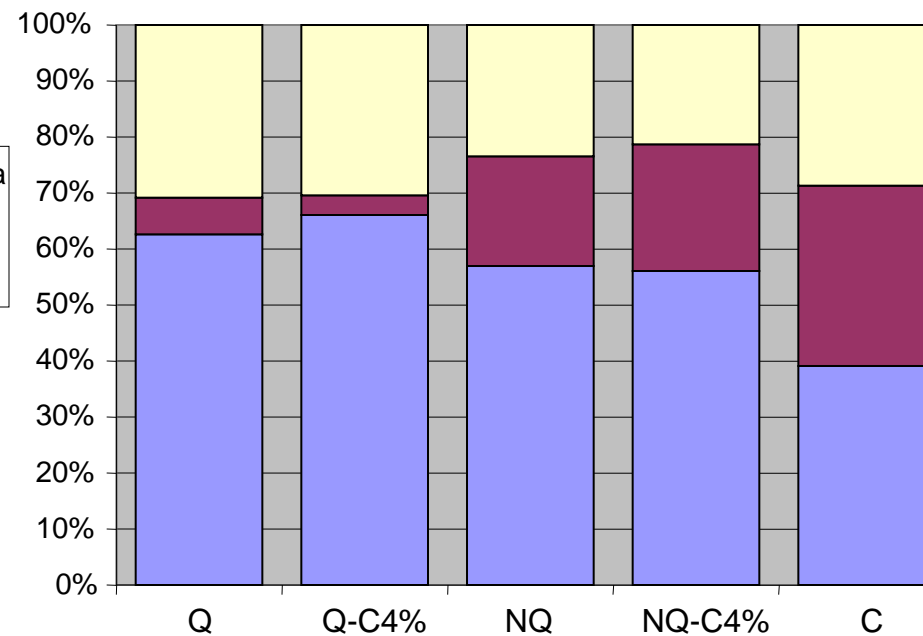
APLICACIÓN	DOSIS	PROFUNDIDAD	AG (g/kg)	AF (g/kg)	LIMO (g/kg)	ARCILLA (g/kg)
Testigo	0	Sup	1,13	1,00	1,39	2,43
Mezclado	3	Sup	1,00	1,58	1,51	2,30
Fondo	3	Sup	0,89	1,31	1,80	2,31
Testigo	0	Prof	0,68	0,89	1,11	2,08
Mezclado	3	Prof	1,16	1,17	1,13	2,04
Fondo	3	Prof	0,93	1,26	1,87	2,16

Influencia del Aporte de compost sobre la concentración de C orgánico

Proporción de **C** extraíble con agua caliente por tamaño de partícula



Proporción de **C** extraíble con NaOH-pirofosfato por tamaño de partícula



BIOMASA VEGETACIÓN ACOMPAÑANTE

APLICACIÓN	DOSIS	BIOMASA (g/m ²)	% COBERTURA	BIOMASA/SUP CUB (g/m ²)
Testigo	0	178,82	80	227,7
Mezclado	1,5	399,92	93,6	432,85
Fondo	1,5	304,44	94,2	320,77
Mezclado	3	350,15	95	367,98
Fondo	3	362,59	92,6	385,71

CONCLUSIONES

- La reforestación de suelos agrícolas permite recuperar en un plazo similar al de su uso los niveles originales de materia orgánica. El empleo de técnicas de laboreo de conservación provoca un efecto similar.
- La reforestación de suelos degradados sin cobertura arbórea favorece la acumulación de materia orgánica en el suelo. El aporte de materia orgánica residual estabilizada podría acelerar la recuperación de estos suelos.



