



BLACK CARBON
¿REALMENTE TAN ESTABLE?

Mireia Llorente Sánchez

**ASAMBLEA GENERAL DE LA
SECS**

Madrid, 2014



TERRA PRETA DO INDIO



Left a nutrient-poor *oxisol*; right an *oxisol* transformed into fertile *terra preta* - photo courtesy of Bruno Glaser

TERRA PRETA DO INDIO

- Alta fertilidad
- Resistencia de la MO a ser descompuesta
- Gran capacidad para almacenar agua
- Gran retención de los nutrientes
- ¿capacidad de autorregenerado?



TERRA PRETA DO INDIO

- Compleja mezcla:

- Suelo “natural” (oxisol, ultisol...)
- Carbón vegetal (Black Carbon)
- Fragmentos de cerámica
- Excrementos animales y humanos
- Multitud de microorganismos
- Huesos, espinas de pescado, conchas
- Restos vegetales (tanto terrestres como acuáticos)





Aspergillus niger

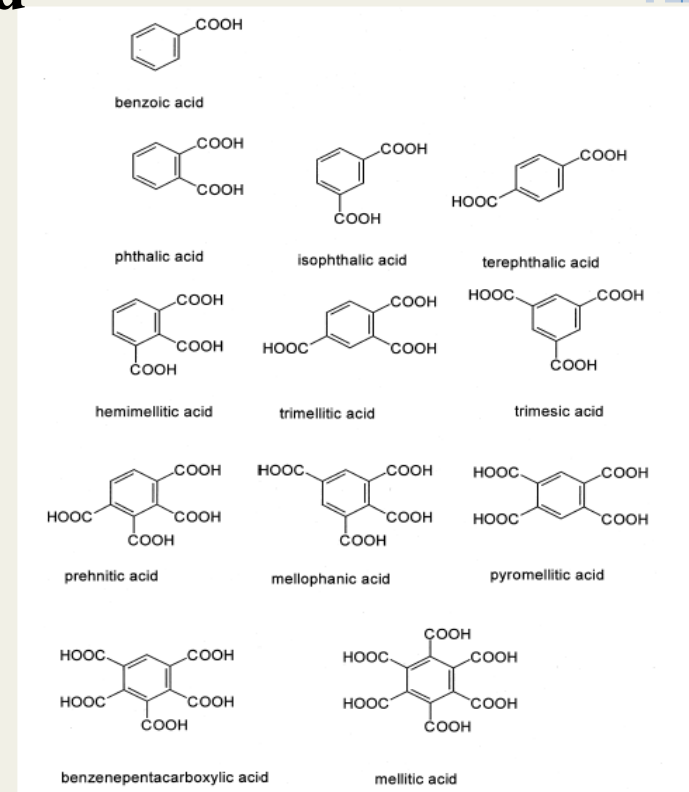
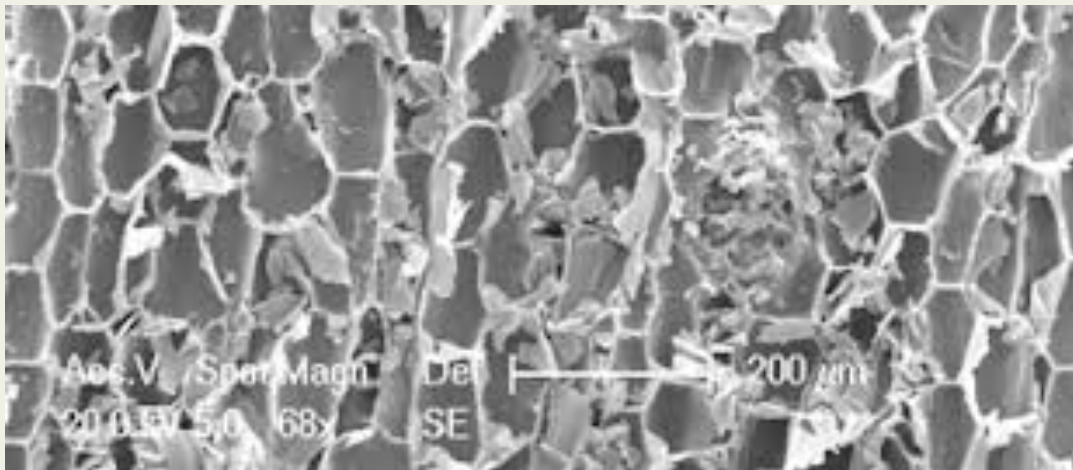


Pontoscolex corethrurus,



BLACK CARBON

- Anillos aromáticos policondensados
- Favorece crecimiento bacteriano
- Alta porosidad: retención de humedad
- Retención de nutrientes
- ¡también retiene pesticidas!

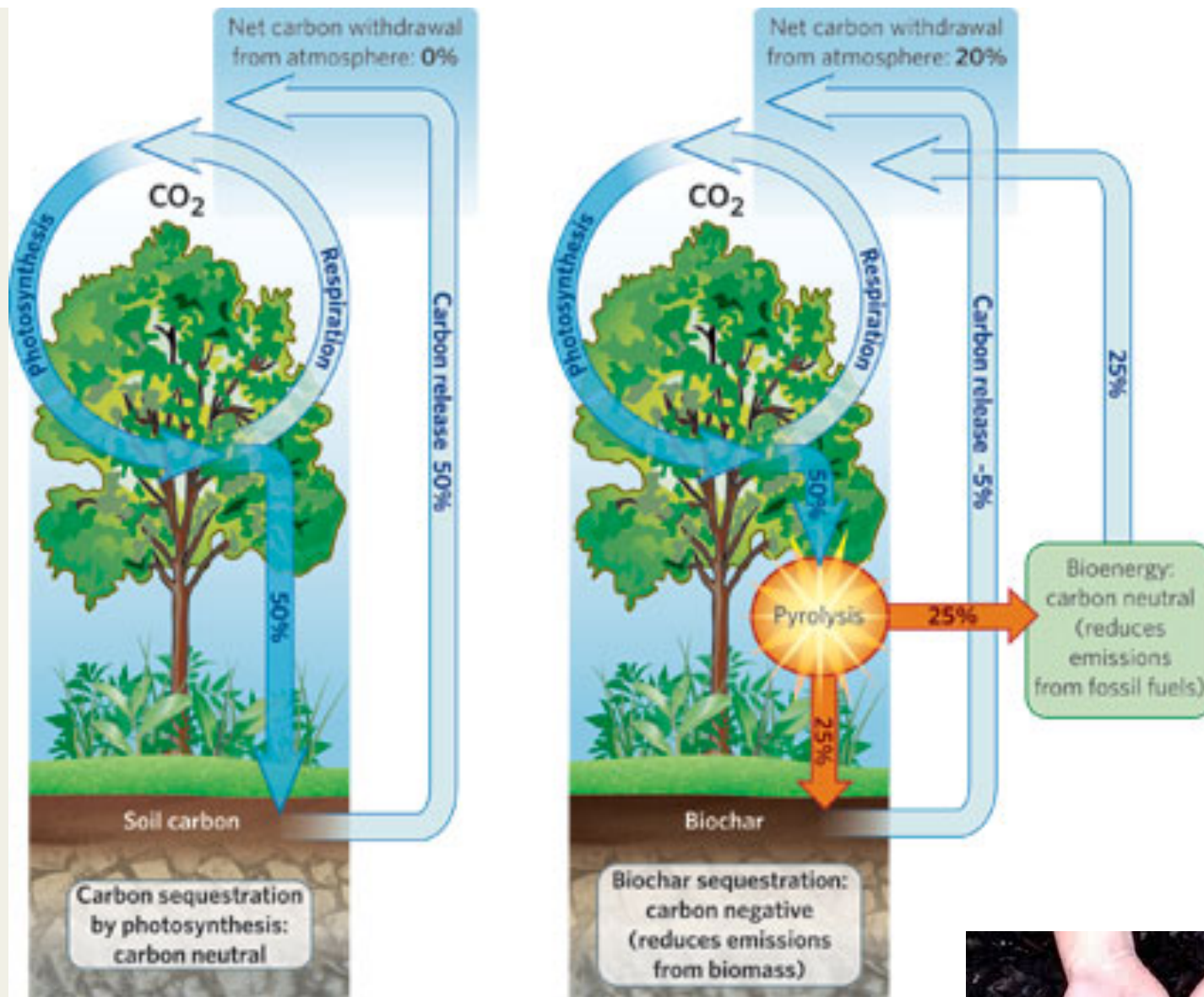


BLACK CARBON...COMO PRODUCTO COMERCIAL



BC: pirólisis de madera a baja temperatura con un aporte limitado de oxígeno





¿“Science-business”?



-¿“SCIENCE-BUSINESS”?

- Identificación de las cualidades de TP con las de BC**
- Líneas de investigación centradas en uso de BC y no en la reproducción de TP**
- ¿es lógico reproducir un método tradicional-local a escala industrial?¿y la complejidad ecosistémica?**
- ¿existe evaluación de riesgos y comprensión suficiente sobre el comportamiento de BC en los suelos como para aplicarlo de forma masiva?**



COMPLEJIDAD ECOSISTÉMICA...

- TP se hizo añadiendo diversos tipos de biomasa al suelo, favoreciendo la creación de humus. El uso industrial de 'biochar', supone utilizar residuos de la agricultura y silvicultura, lo que reduciría la presencia de humus. Si se hace a gran escala, significaría el reemplazo de cantidades de humus por carbón vegetal.
- El edafólogo Bruno Glaser sugiere que se demora entre 50-100 años para que las interacciones entre los microbios del suelo y el carbón vegetal generen suelos que se parezcan a los de Terra Preta



BC ¿ES REALMENTE UN BUEN “FERTILIZANTE”?

- El uso de BC puede, a corto plazo, o bien incrementar, o bien menguar el rendimiento de las plantas, dependiendo de las cantidades de carbón vegetal añadido, el tipo de suelo y el cultivo (*Kishimoto S and Sugiura G, 1985*).



SE CONSIDERA MUY BUEN SECUESTRO DE C POR SU ALTA ESTABILIDAD PERO ¿ESTO ES ASÍ?

- Rovira y Vallejo (2009): muestran pérdidas de BC durante los incendios.
- *Hamer et al (2004). La adición de BC al suelo parece acelerar la descomposición de la MO lábil.*
- Wardle et al (2008). BC sobre suelos boreales aumenta las emisiones de CO₂ de estos suelos.
- **Tasas de descomposición no tan lentas** (*p.e., Iswaran et al., 1980; Bird et al., 1999*)
- **Degradación biótica del BC** (*Cheng et al., 2006; Hammer et al., 2004*)
- **La adición de BC provoca aceleración de la actividad microbiana** (*Reijnders, 2009*)



¿CÓMO APLICAR BC EN LOS SUELOS?

- Hansen (2010) El hollín es el segundo mayor contribuyente al calentamiento global después del CO₂
- El transporte, almacenamiento y la adición de BC al suelo podría aumentar la presencia de hollín
¿cómo incorporar el BC?



MÉTODOS DIVERSOS Y DIFÍCILMENTE COMPARABLES PARA MEDIR BC

- **Como residuo tras la oxidación con HNO_3** (*Winkler, 1985; Verardo, 1997*)
- **Como residuo tras combustión a muy baja temperatura** (*Guftansson et al, 2001*)
- **Como OC tras combustion lenta y prolongada con dicromato** (*Wolbach and Anders, 1989;...;Rumpel et al., 2006*)
- **Cuantificación mediante ^{13}C CPMAS-NMR** (*Skjemstad et al., 1999*)
- **Uso de biomarcadores, como BPCA** (*Glaser et al., 1998*)
- Etc..



RESUMIENDO

- No confundir el todo por la parte.
- Recordar que la complejidad ecosistémica hace difícil la generalización de soluciones
- Son necesarios estudios críticos y a largo plazo así como una seria evaluación de riesgos antes de aplicar BC a nivel industrial.
- Sería fundamental cierto consenso en la metodología utilizada para evaluar BC a fin de que los estudios sean comparables.





Contents lists available at ScienceDirect

Geoderma

journal homepage: www.elsevier.com/locate/geoderma



Storage of organic carbon and Black carbon in density fractions of calcareous soils under different land uses

Mireia Llorente ^{a,*}, Bruno Glaser ^b, M. Belén Turrión ^a

^a Sustainable Forest Management Institute, University of Valladolid-INIA. Avda. Madrid 44, 34071 Palencia, Spain

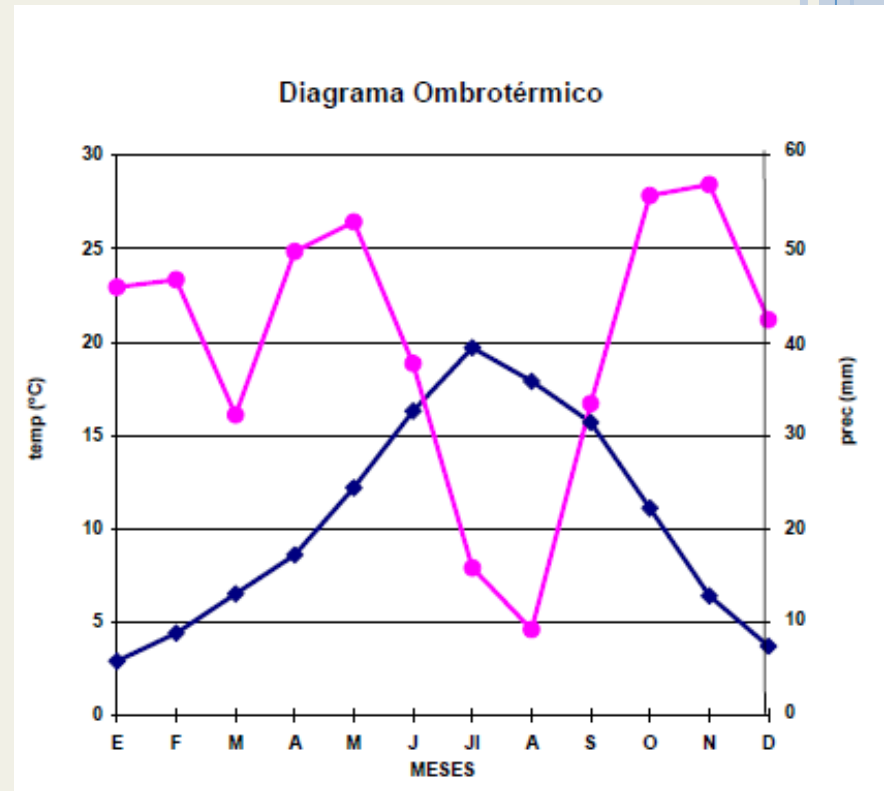
^b Institute of Soil Science and Soil Geography, University of Bayreuth, Universitätsstr. 30, D-95440 Bayreuth, Germany

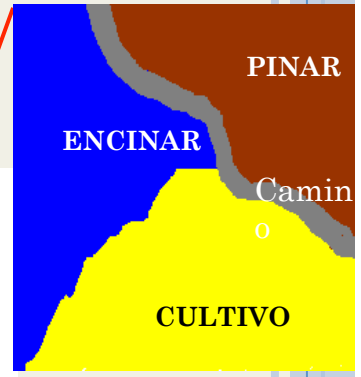
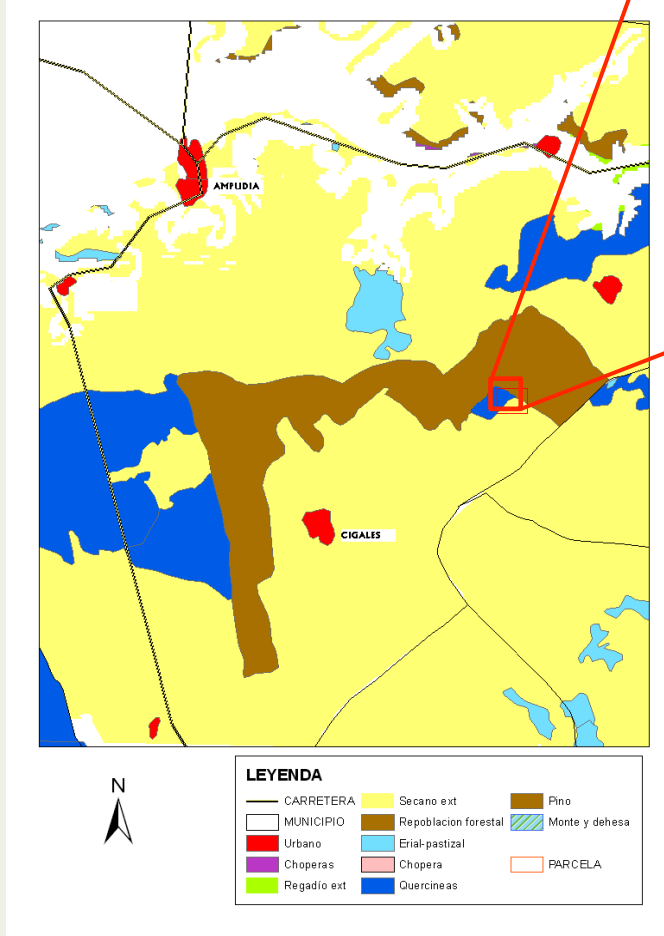
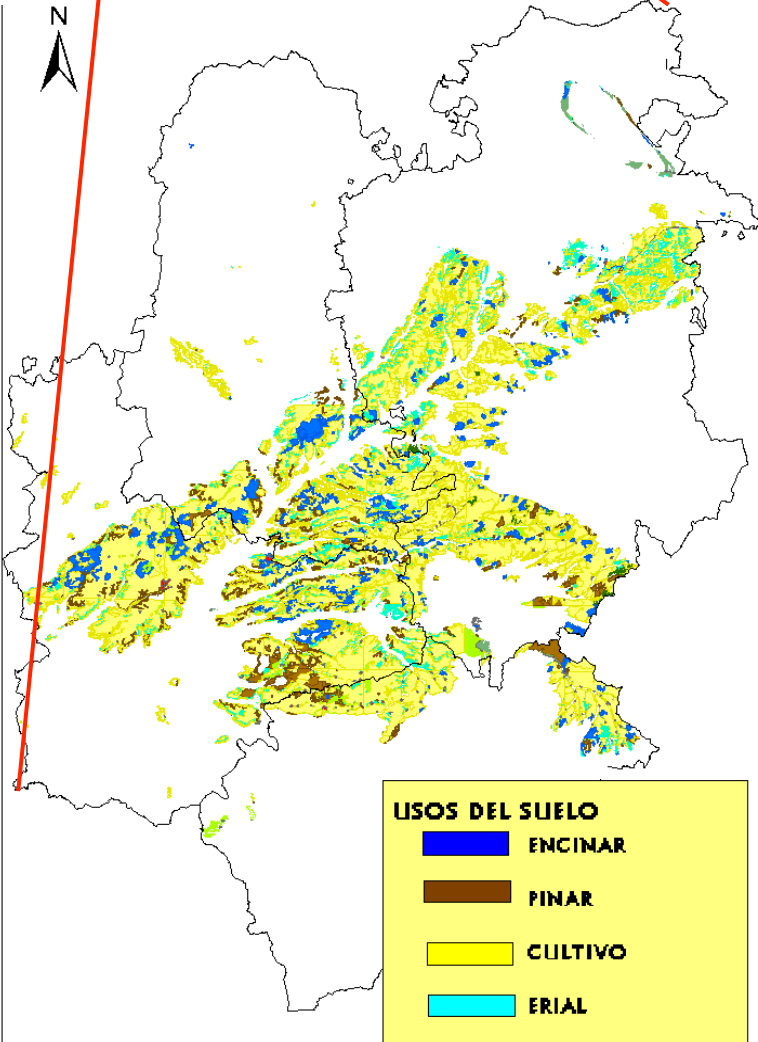
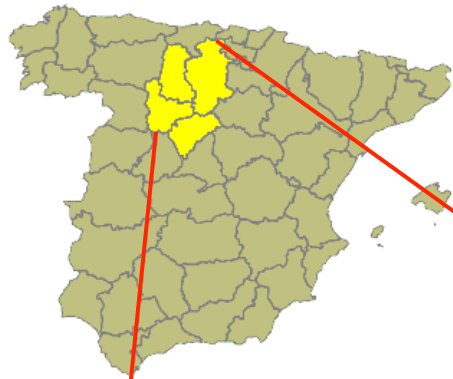


PÁRAMOS:

- Extensión $\approx 8.000 \text{ km}^2$
- Palencia, Valladolid, Segovia y Burgos.
- Precipitación media $\sim 450 \text{ mm}$
- Medias térmicas anuales $\sim 12,3^\circ\text{C}$
- Régimen de humedad Xérico
- Régimen de temperatura Mésico

**Superficies planas (pendiente $\leq 9\%$)
elevadas en el terreno (750-900
msnm), constituidas por estratos
calizos horizontales de origen
terciario**



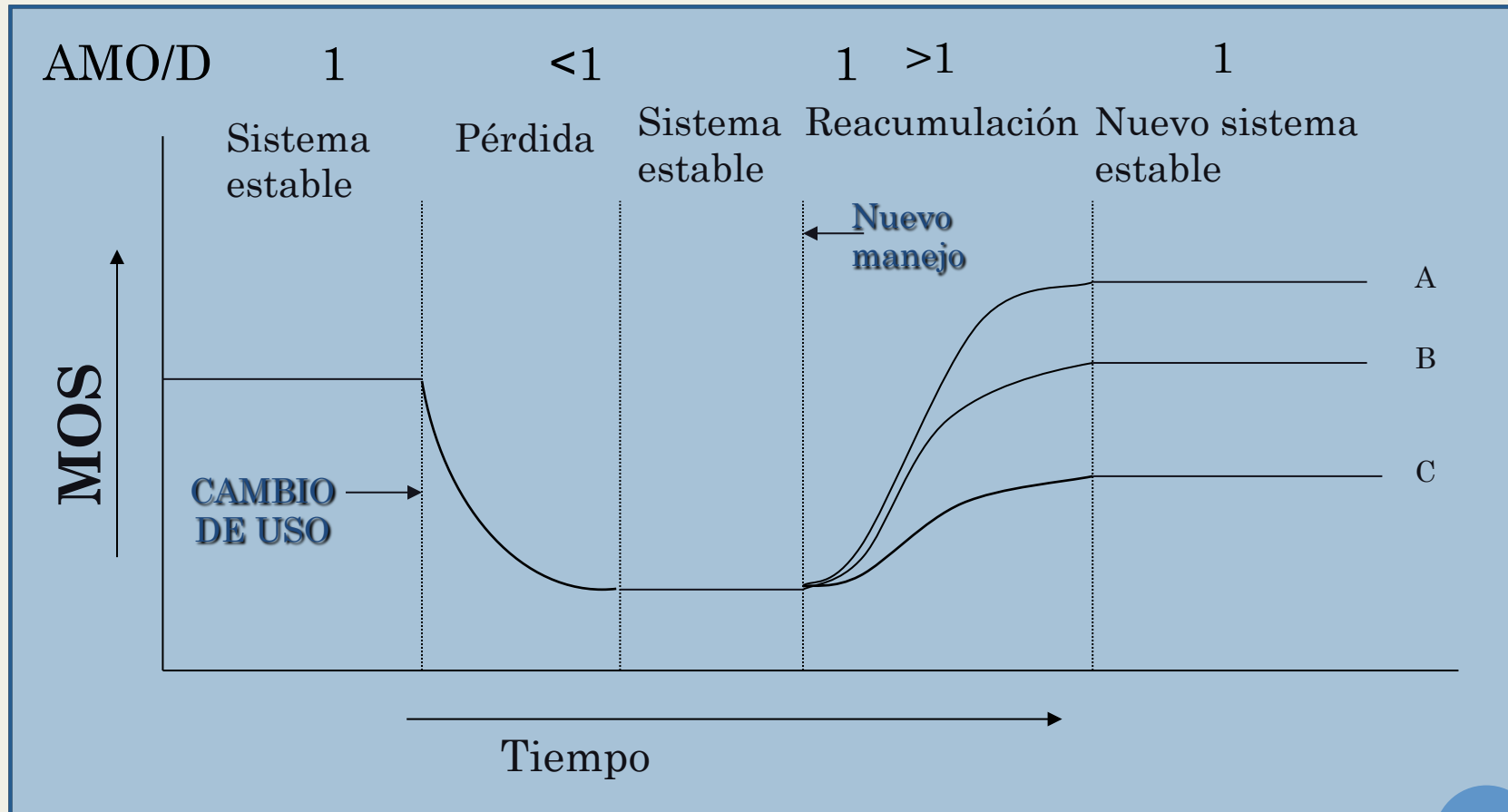


*DISEÑO MUESTRAL
ESTRATIFICADO*



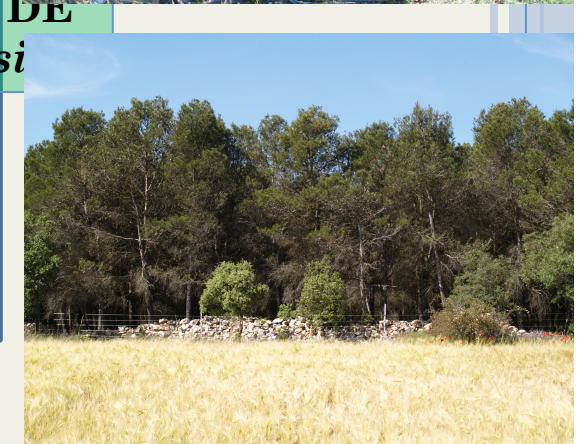
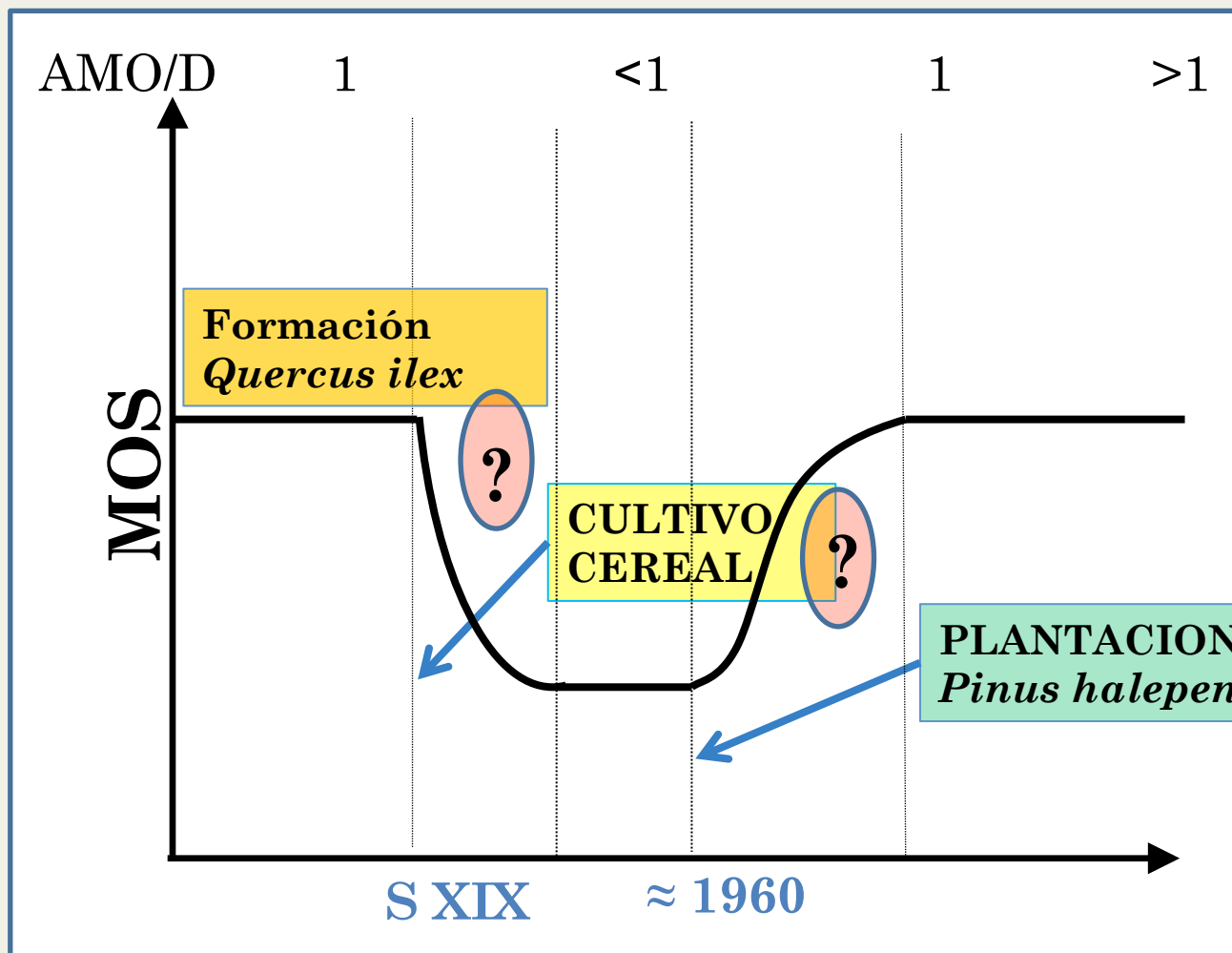
MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO ANTE UN CAMBIO DE USO...

Modelo de Johnson, 1995



AMO : Acumulación de Materia Orgánica
D : Descomposición

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



ESTABILIDAD FÍSICA

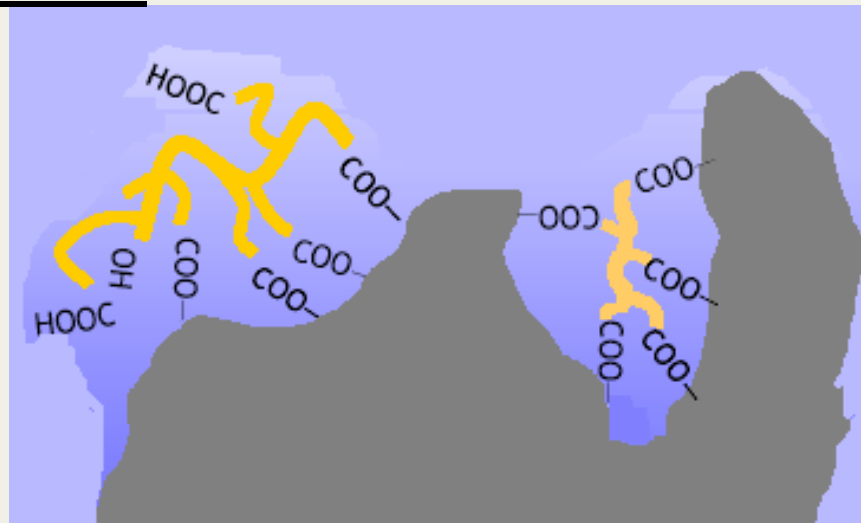
1. M.O. LIBRE:



2. M.O. OCLUIDA:

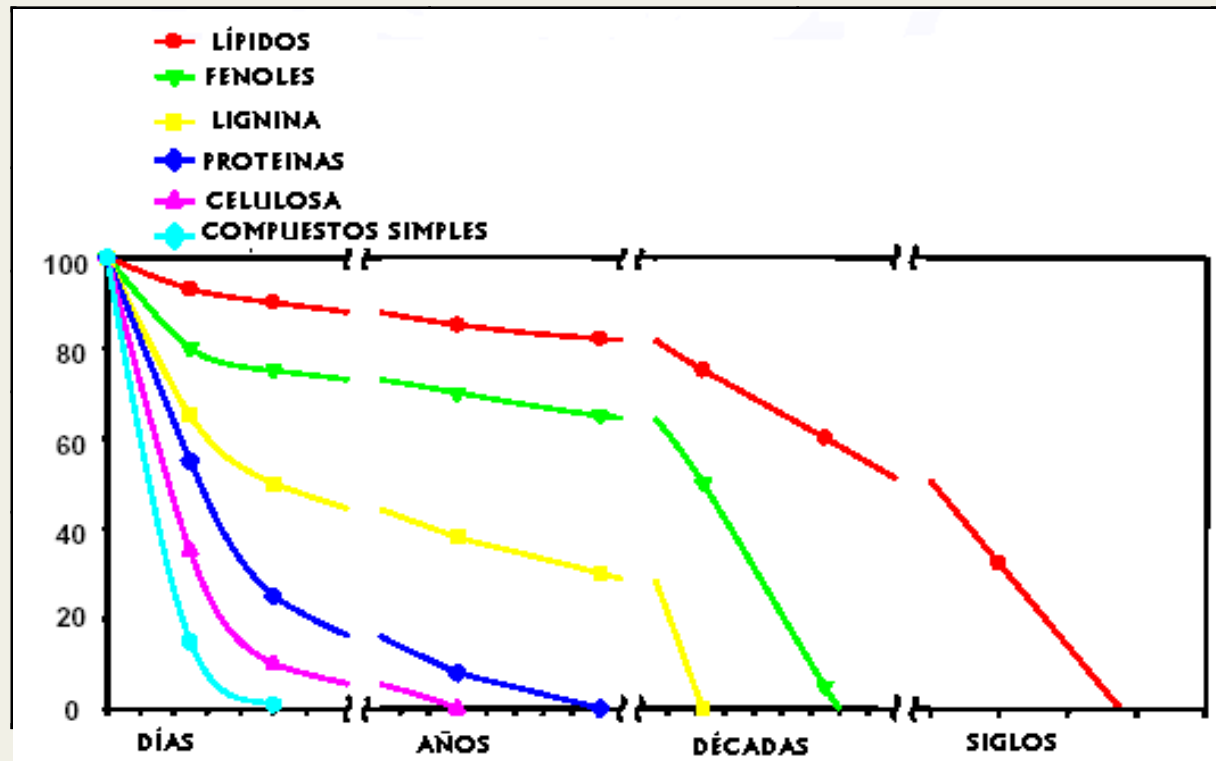


3. COMPLEJOS ORGANO-MINERALES



ESTABILIZACIÓN QUÍMICA

- Composición química de la hojarasca de partida
- Enriquecimiento progresivo en sustancias recalcitrantes



MOS: *UN COMPARTIMENTO HETEROGÉNEO*



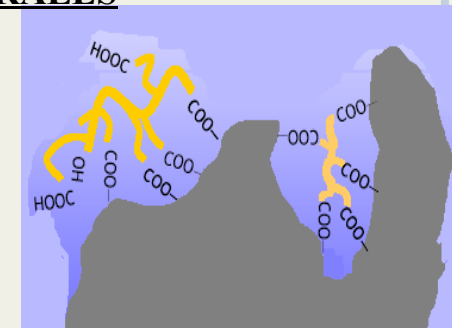
1. M.O. LIBRE:



2. M.O. OCLUIDA:



3. COMPLEJOS ORGANO-MINERALES



FRACCIONAMIENTO POR DENSIDAD

SUELO

NaI 1,8 g ml⁻¹
Agitación manual
Centrifugación

F. LIBRE

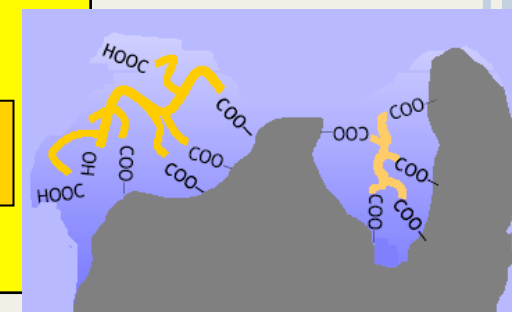
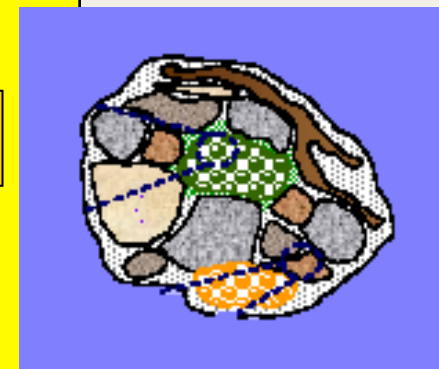
Residuo

NaI 1,8 g ml⁻¹
DISPERSIÓN ULTRASÓNICA
300 J ml⁻¹
Centrifugación

F. OCLUIDA

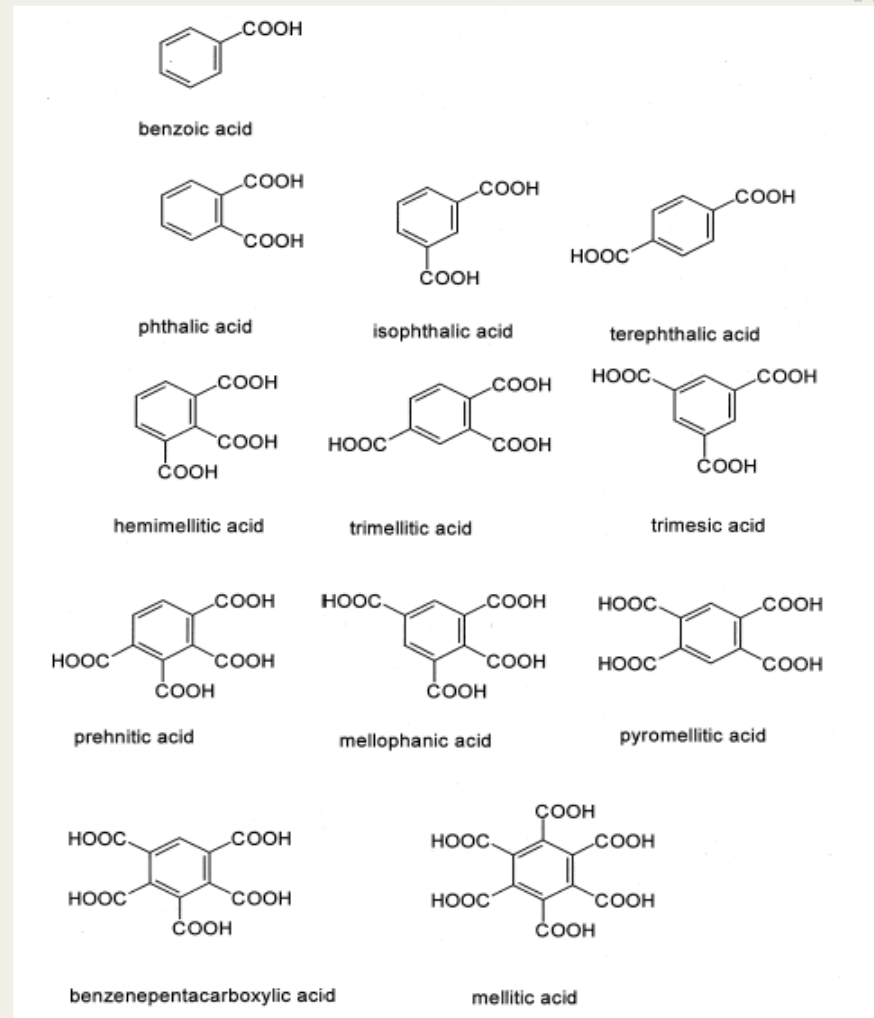
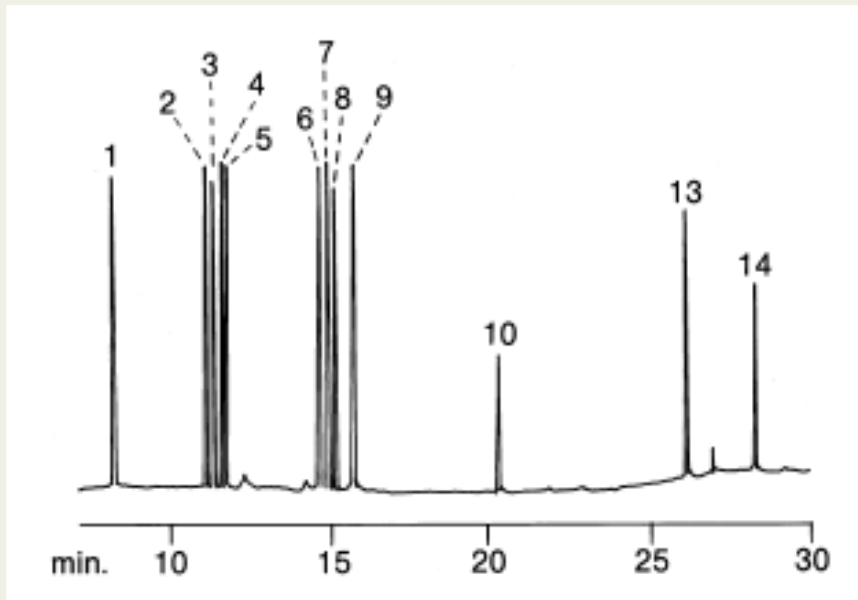
Residuo

F. ORGANO-MINERAL



ANÁLISIS DEL BLACK CARBON (BC)

● SE UTILIZAN BPCA
COMO MARCADORES
MOLECULARES

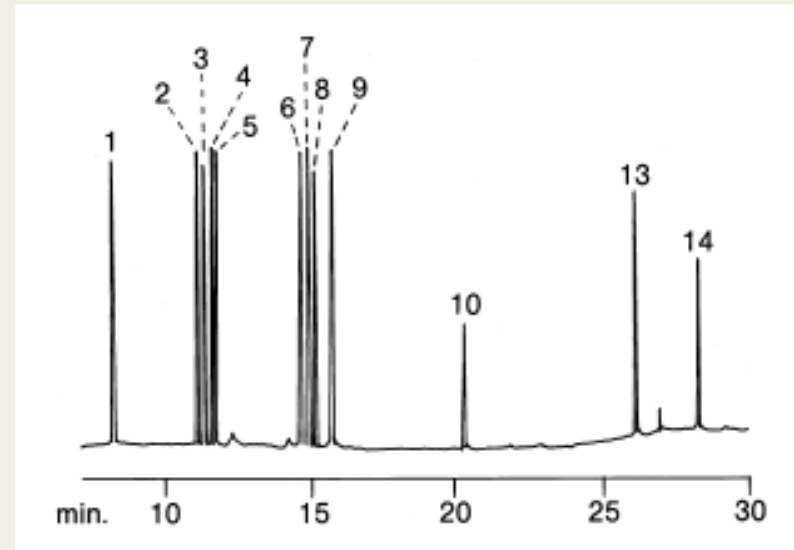


Glasser et al. (1998)

ANÁLISIS DEL BLACK CARBON (BC) →

BPCA COMO MARCADORES MOLECULARES

(Glaser et al., 1998)



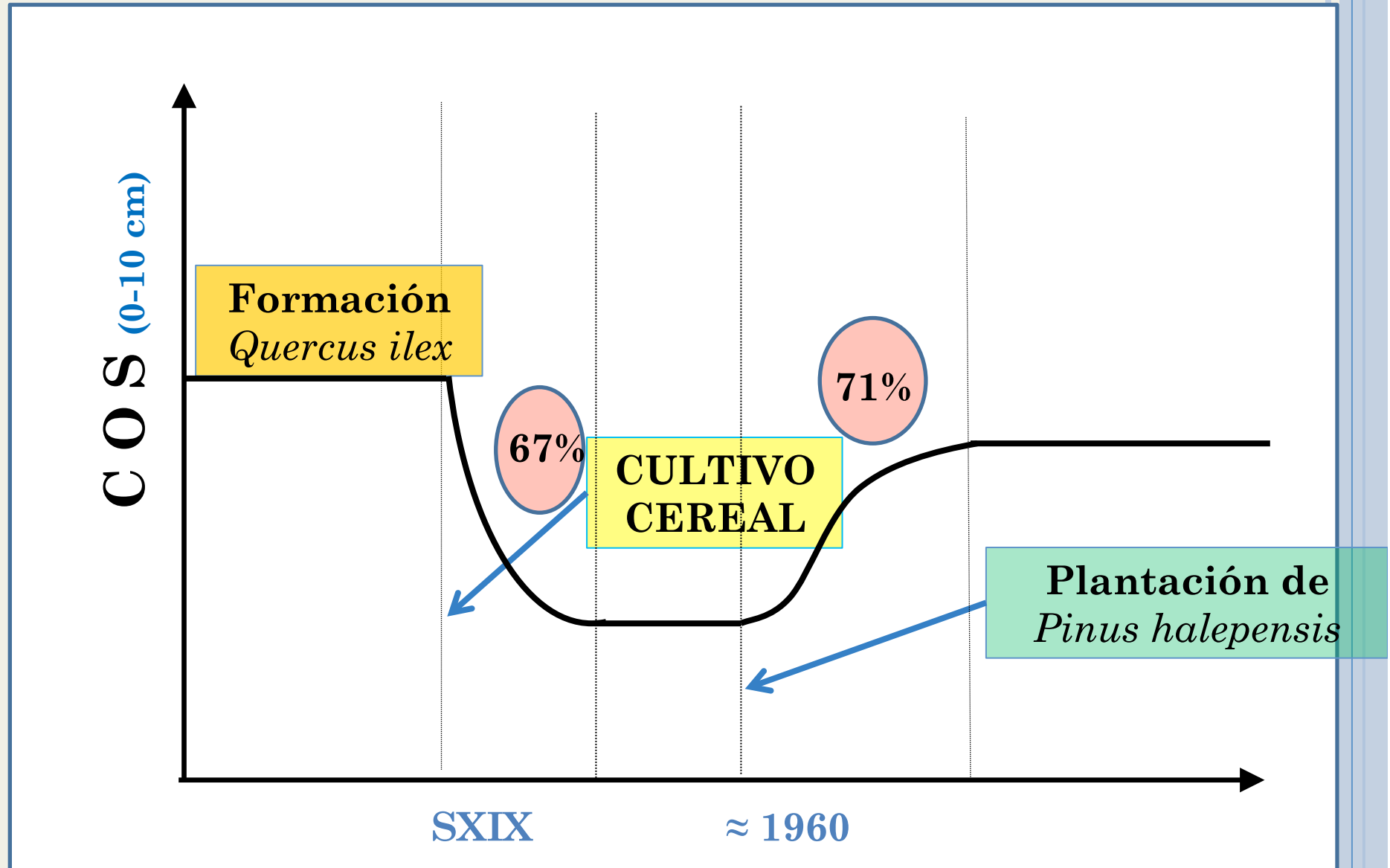
OBJETIVOS:

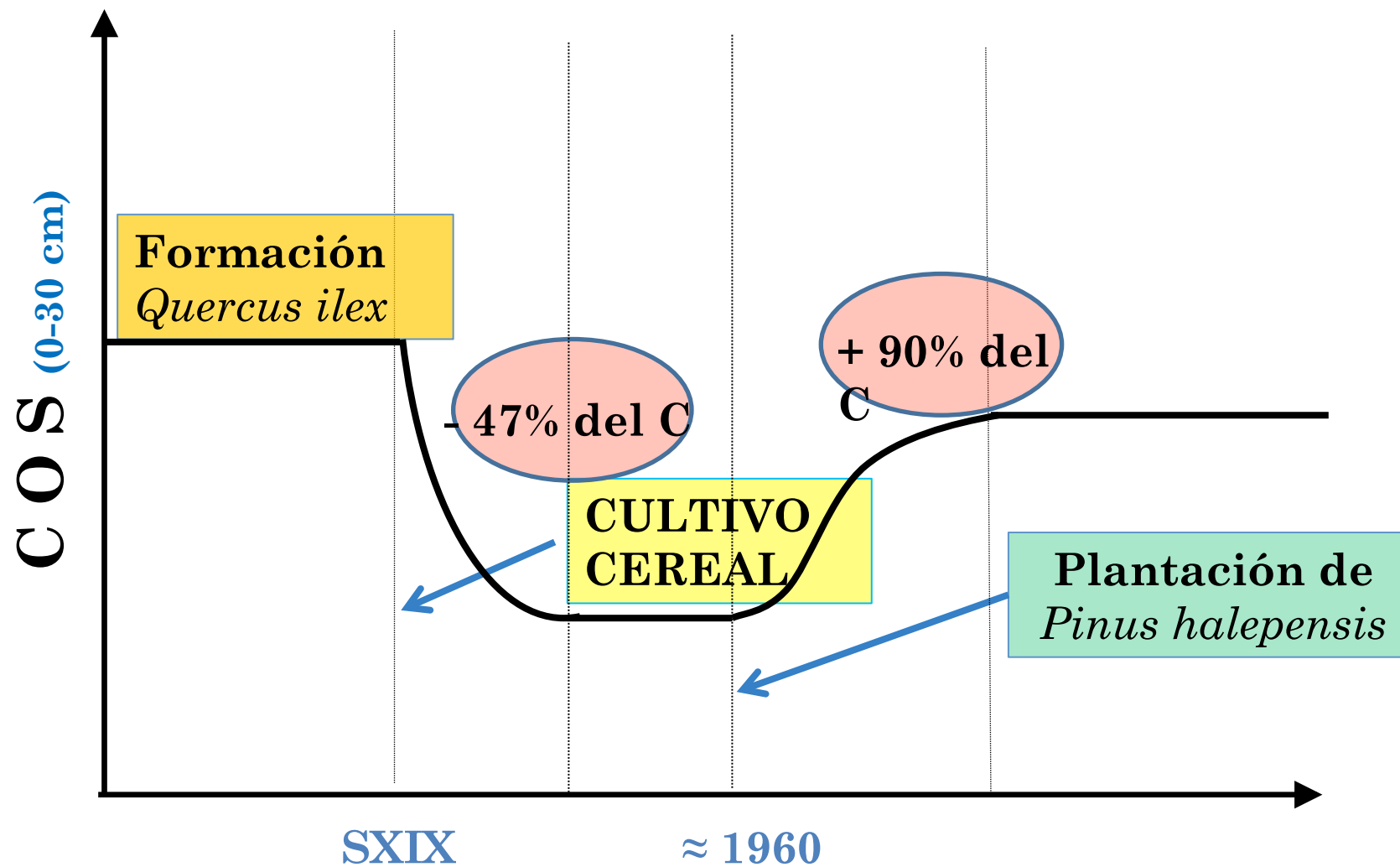
- a) Estudiar el efecto del uso del suelo en el contenido de CO y en los mecanismos de estabilización física de la CO.**

- b) Cuantificar el contenido en BC en los suelos y en sus fracciones de densidad y compararlo entre los distintos usos del suelo.**

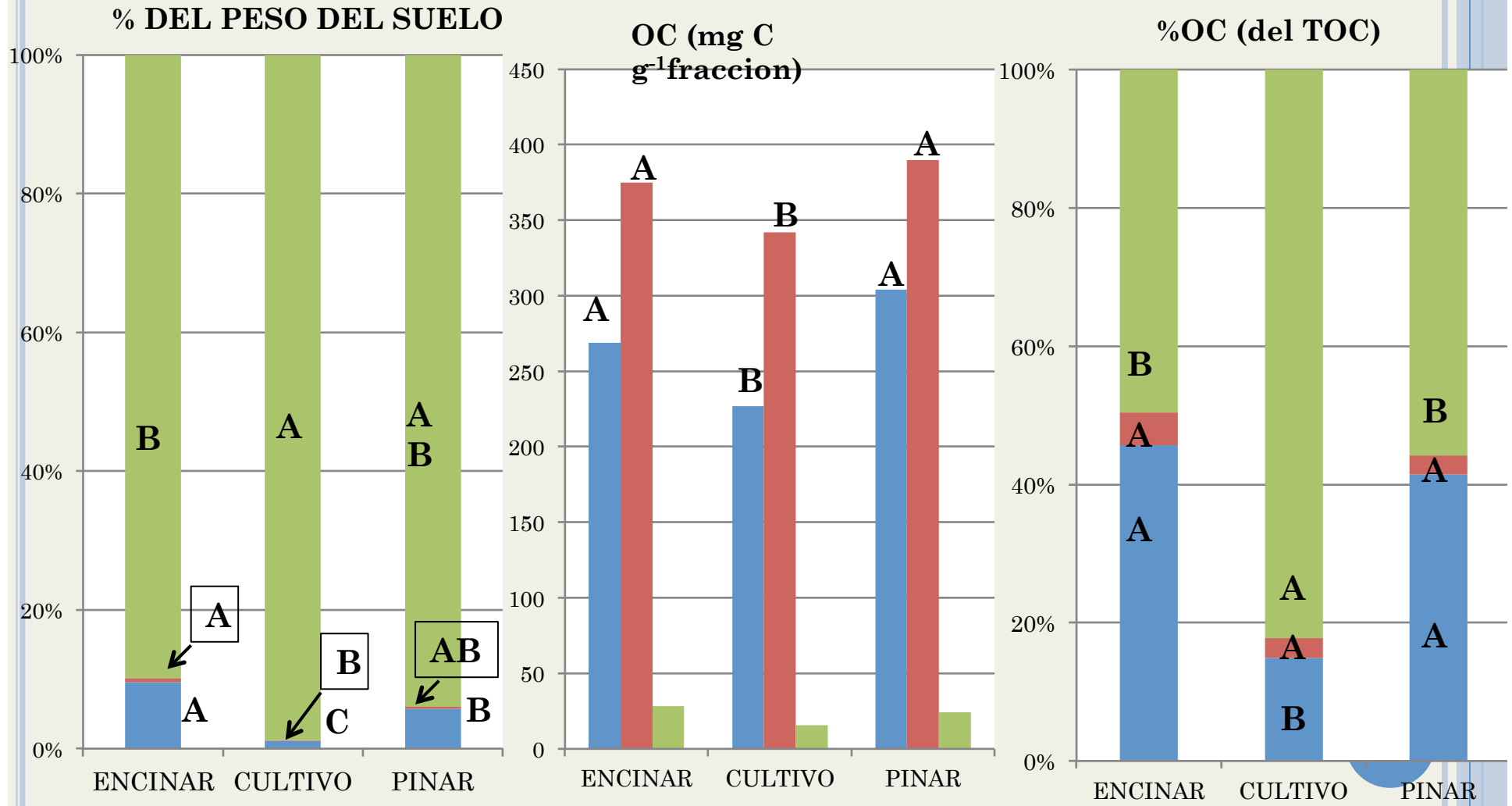
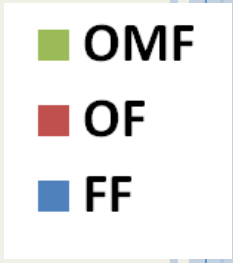


RESULTADOS Y DISCUSIÓN



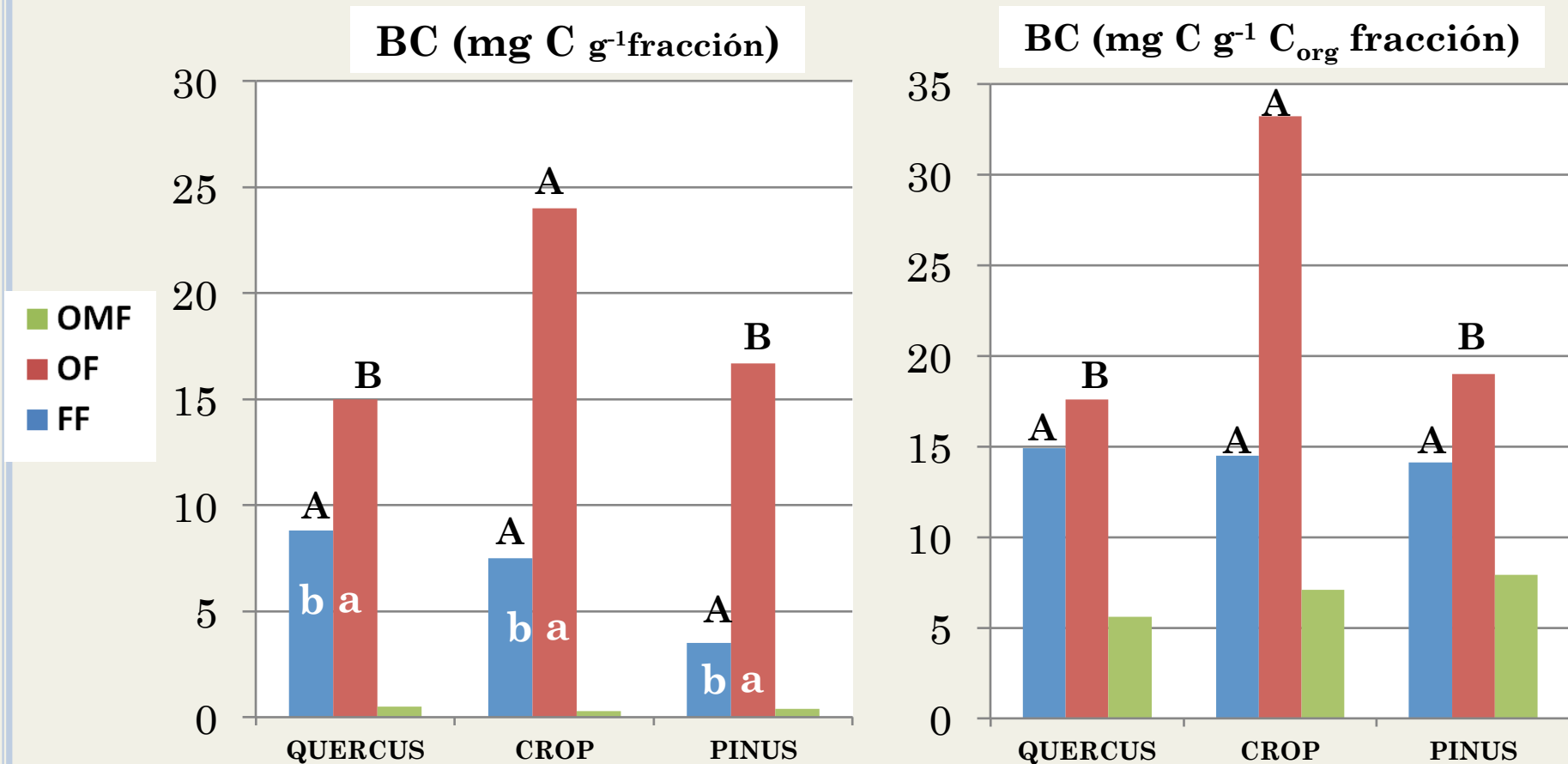


CUANTIFICACIÓN Y ESTUDIO DE LAS FRACCIONES...



CONTENIDO EN BLACK CARBON

Entre 1,2 y 2,3 % del C_{org} del suelo → Sin diferencias significativas entre usos



CONCLUSIONES:

La roturación del encinar para su conversión en tierra de cultivo, hace algo más de 100 años, supuso una pérdida del 67% del COS, si consideramos los 10 primeros cm del suelo, y del 47% considerando todo el perfil (0-30 cm).

La posterior reforestación con *Pinus halepensis* logró la recuperación del 71% (0-10 cm) y del 90% (0-30 cm) del Corg anteriormente perdida en un periodo aprox. de 50 años.

En estos suelos calcáreos la MO está principalmente estabilizada en complejos órgano-minerales.

El *Black Carbon* representa entre un 1,2 y un 2,3% del COT, principalmente localizado en los agregados del suelo, sin variaciones significativas de esta proporción entre usos del suelo lo que nos hace pensar que su estabilidad puede que no sea significativamente mayor respecto al conjunto de la MO.



**GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**