

Carbono orgánico en suelos forestales del Principado de Asturias: importancia de los horizontes subsuperficiales e influencia de la fisonomía de la cubierta vegetal

Rodríguez Rastrero, M.¹; Yunta Mezquita, F.²; Guirado Torres, M.¹; Ortega Martos, A.³; Cuevas Rodríguez, J.³, Gumuzzio Fernández, J.³

¹ Unidad de Conservación y Recuperación de Suelos. Dpto. de Medio Ambiente. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, CIEMAT, Madrid.

² Departamento de Química Agrícola y Bromatología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid

³ Departamento de Geología y Geoquímica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid



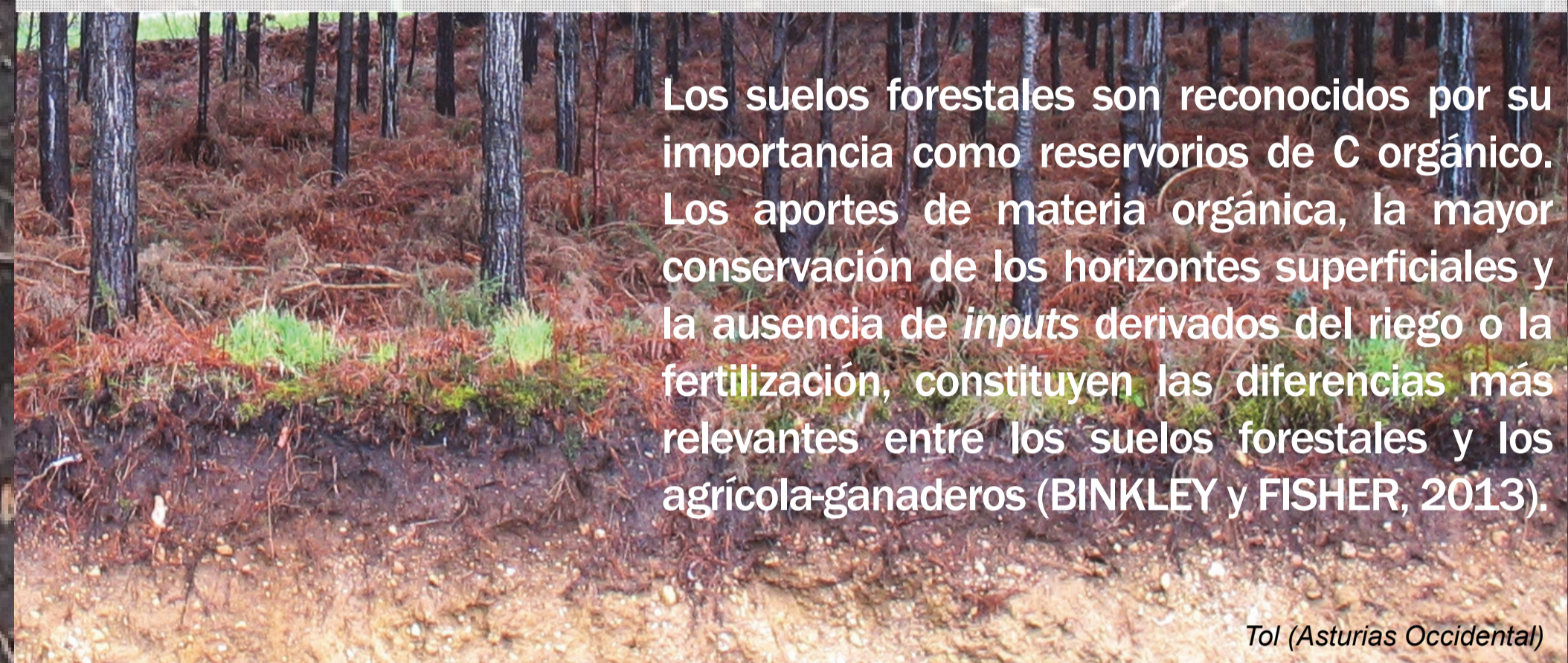
Introducción

La distribución vertical del carbono orgánico en los suelos muestra, con frecuencia, valores elevados en horizontes profundos. Es el caso, entre otras, de regiones de clima templado-húmedo, como el Principado de Asturias.

Tales horizontes resultan determinantes para la cuantificación del C orgánico total presente en el suelo.



En general, los modelos en uso para la cuantificación del C orgánico del suelo, sólo son satisfactorios en los 50 primeros centímetros del suelo (McBRATNEY *et al.*, 2014). Los mapas resultantes de dichos modelos expresan generalmente el porcentaje de C orgánico en los 30 cm superficiales y no recogen, por tanto, el stock total de C orgánico edáfico (CALVO DE ANTA *et al.*, 2015). Para ello es necesario aplicar el concepto de "Densidad de C Orgánico del Suelo" (SOCD), que permite establecer la masa total por unidad de superficie (generalmente expresada en Mg C.ha⁻¹).



Los suelos forestales son reconocidos por su importancia como reservorios de C orgánico. Los aportes de materia orgánica, la mayor conservación de los horizontes superficiales y la ausencia de *inputs* derivados del riego o la fertilización, constituyen las diferencias más relevantes entre los suelos forestales y los agrícola-ganaderos (BINKLEY y FISHER, 2013).

Metodología

En este estudio, la Densidad de C orgánico del Suelo (SOCD) ha sido cuantificada sobre un total de 105 perfiles edáficos. Los trabajos de campo y caracterización físico-química han sido realizados en el marco de diversos proyectos de cartografía y evaluación de suelos promovidos por el Gobierno del Principado de Asturias y desarrollados por los Drs. Gumuzzio y Rodríguez entre los años 2001 y 2013.

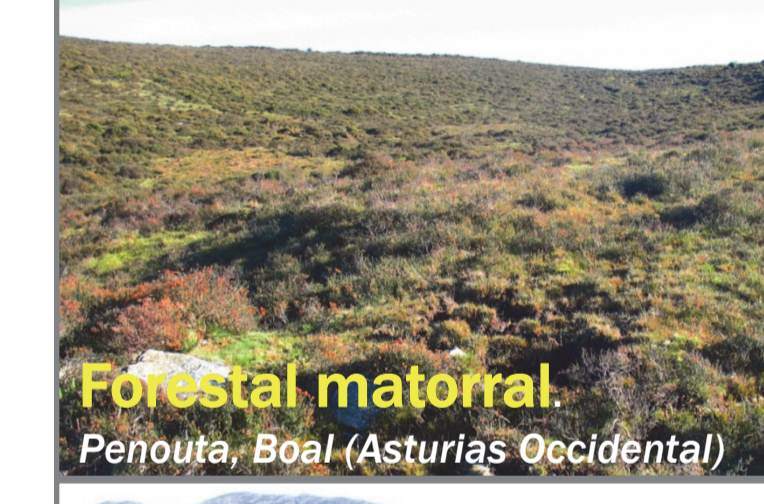
Para cada uno de los horizontes de dichos perfiles (al menos, uno superficial -S- y hasta cinco subsuperficiales -SS₁ a SS₅-), la SOCD ha sido calculada según la expresión (MAO *et al.*, 2015):

$$SOCD = (1 - \delta_p) \times \rho_p \times C_p \times T_p$$

donde: δ_p % fracción >2mm; ρ_p densidad aparente (g.cm⁻³); C_p C orgánico (g.kg⁻¹); T_p espesor del horizonte (cm), según la descripción del perfil edáfico.

Los horizontes "S" corresponden a horizontes genéticos "A", mientras que los "SS₁₋₅" corresponden a una amplia variedad de horizontes "B" y "C". Por tanto, la profundidad sobre la que se ha cuantificado la SOCD, no ha sido prefijada, sino que depende del espesor de cada uno de los horizontes del suelo.

Paralelamente, sobre cada perfil edáfico, ha sido definida su cobertura vegetal, agrupada finalmente en 5 tipos diferentes: 2 de uso agrícola-ganadero y 3 de uso forestal.



El análisis estadístico entre la SOCD de cada perfil (SOCD_{total}) en conjunto y la SOCD de los horizontes subsuperficiales (SOCD_{ss}), ha permitido evaluar la importancia relativa del C existente en los niveles inferiores del suelo. En concreto, se ha llevado a cabo un análisis de la varianza (test no paramétrico para p<0.1), de los valores obtenidos a partir de la relación (SOCD_{ss} / SOCD_{total}) x 100, para cada perfil edáfico.

La influencia de los distintos tipos de cubierta vegetal en la distribución vertical del C orgánico edáfico se ha evaluado tomando como variable dependiente la SOCD de cada horizonte edáfico, y como variables independientes, el espesor de cada horizonte y el tipo de cubierta vegetal.

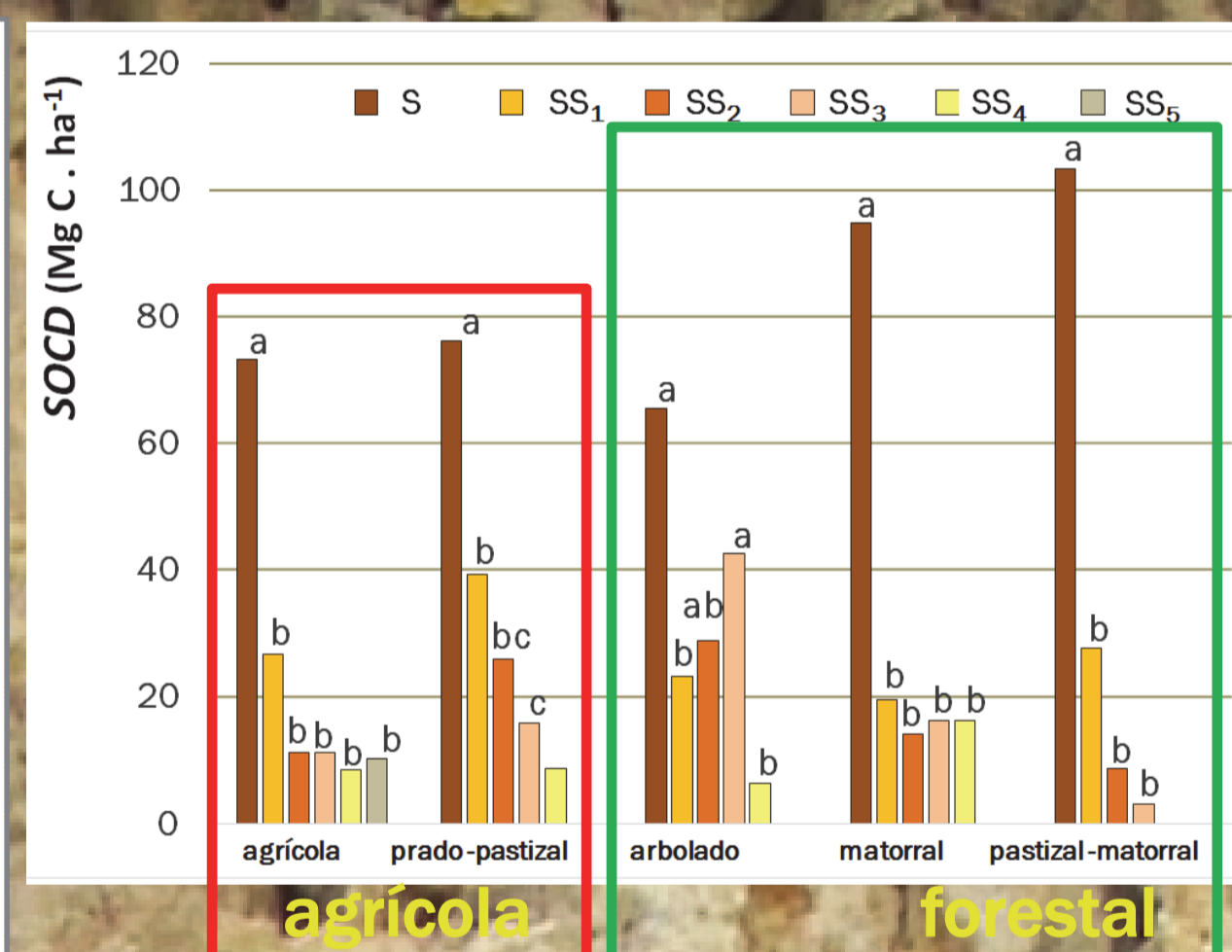
El análisis estadístico se ha llevado a cabo con el programa IBM-SPSS v. 23.

Resultados

Los parámetros edáficos determinantes de la SOCD (espesor de horizontes, densidad aparente, % de C orgánico y % de fracción >2mm), muestran una elevada heterogeneidad entre los distintos horizontes que conforman los perfiles edáficos estudiados.

Los perfiles bajo usos forestales presentan valores promedio de SOCD significativamente más altos que los asociados a usos agrícola-ganaderos, incluso mostrando estos últimos un espesor promedio notablemente mayor (103±42 cm, frente a 65±42 cm en los forestales).

Para todos los tipos de cubierta vegetal, el horizonte superficial (S) comprende una parte minoritaria del espesor total del suelo. No obstante, es clave en la cuantificación de la SOCD_{total} del perfil en todos los usos considerados. La importancia de la SOCD en los horizontes subsuperficiales (SS₁₋₅), es variable según los distintos tipos de cubierta vegetal.

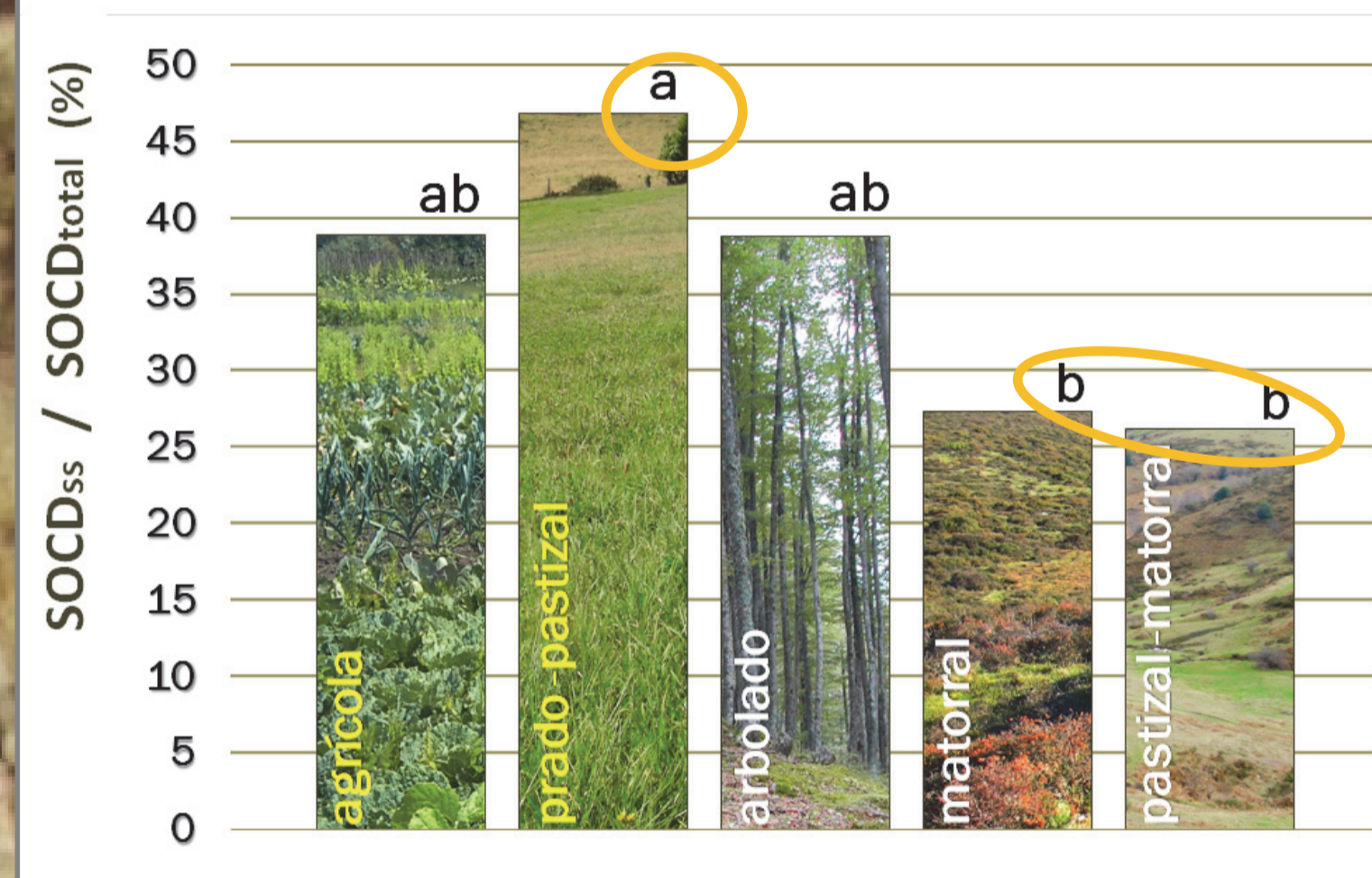


Letras distintas muestran diferencias significativas en SOCD entre distintos horizontes, dentro de cada uso. Prueba post-hoc de Duncan para p<0.1.

Un 21% de los perfiles estudiados muestran, como consecuencia de diversos procesos edafogenéticos, un decrecimiento irregular del C orgánico con la profundidad.

En relación con los suelos forestales, se constatan diferencias significativas entre la SOCD de los horizontes subsuperficiales bajo coberturas de *pastizal-matorral mixto* y *matorral*, y los perfiles bajo cobertura arbolada, lo que es coherente con la distribución de raíces en el perfil (JOBAGY y JACKSON, 2000). Estos últimos presentan un comportamiento más similar al de los perfiles obtenidos bajo usos agrícola-ganaderos.

Entre un 26 y un 47% del C orgánico está contenido en los horizontes subsuperficiales de los perfiles analizados.



Letras distintas muestran diferencias significativas en la relación SOCD_{ss} / SOCD_{total}, dentro de cada uso. Prueba post-hoc de Duncan para p<0.1.

Conclusiones

Los resultados obtenidos inciden en la necesidad de un mayor conocimiento acerca del contenido en C orgánico presente en los horizontes subsuperficiales, como base para la elaboración de los modelos destinados a evaluar los stocks de C edáfico.

La existencia de suelos cuyo contenido en carbono orgánico se distribuye irregularmente con la profundidad, ha de ser considerada en tales modelos.

La fisonomía de las formaciones forestales se relaciona estadísticamente con la densidad de C orgánico en los horizontes edáficos profundos, presentando valores más altos en las formaciones arboladas.

En el ámbito de estudio, los suelos forestales presentan, respecto a los suelos de uso agrícola-ganadero, valores totales de C orgánico más elevados.

El cálculo de la SOCD sobre la base de los horizontes edáficos favorece el uso de la información edafológica disponible, y en particular, la cartografía de suelos, como herramienta para cuantificar los stocks edáficos de C orgánico.

Referencias

McBRATNEY, A. B., STOCKMANN, U., ANGERS, D.A., MINASNY, B., FIELD, D.J. (2014). Challenges for Soil Organic Carbon Research. In: *Soil Carbon. Progress in Soil Science, Chapter 1*, pp. 3-16. Hartemink A. E., McSweeney, K. (Eds.). Springer. International Union of Soil Sciences.

CALVO DE ANTA R., LUIS E., CASAS F., GALIÑANES J.M., MATILLA N., MACÍAS F., CAMPS M., VÁZQUEZ N. (2015). *Soil organic carbon in northern Spain (Galicia, Asturias, Cantabria and País Vasco)*. Spanish Journal of Soil Science, Vol. 5, Issue 1, pp. 41-53.

JOBAGY, E. G., JACKSON, R.B. (2000). The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Below-ground processes and global change. Ecological applications*, 10(2), 2000, pp. 423-436.

MAO, D.H., WANG, Z.M., LI, L., MIAO, Z.H., MA, W.H., SONG, C.C., REN, C.Y., JIA, M.M. (2015). *Soil organic carbon in the Sanjiang Plain of China: storage, distribution and controlling factors*. *Biogeochemistry*, 12, pp. 1635-1645.

BINKLEY, D.; FISHER, R.F. (2013). *Ecology and Management of Forest Soils*. 4th edition. Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons, 362 pp.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Ricardo Pérez-Ochoa, del Centro de Cartografía de la Consejería de Infraestructuras y Territorio del Gobierno de Asturias, las facilidades para el uso de la información edafológica básica.

