

## Las fracciones orgánicas del suelo: ¿Por qué y cómo separarlas?

Juan A. Galantini y Julio O. Iglesias

*La materia orgánica es un componente de la biosfera vinculado a funciones ecológicas esenciales y es indispensable para definir la calidad del suelo. Su importancia depende de la cantidad y de la estructura. Por ello, separar las fracciones orgánicas funcionalmente semejantes es clave para conocer mejor el sistema productivo.*



### Importancia de la materia orgánica

La materia orgánica (MO) es un importante componente de la biosfera vinculado a funciones ecológicas esenciales. Entre ellas, la provisión de nutrientes para los cultivos, el mantenimiento de la calidad del agua, el almacenamiento de Carbono y mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero. Sin duda, la MO resulta de vital importancia para definir la calidad del suelo.

La MO es una mezcla compleja de materiales orgánicos derivados de las plantas y animales, junto con sus productos de la transformación biológica. El aporte que hace a las diferentes funciones en las que participa depende de la cantidad y estructura de esa mezcla de componentes.

La MO sido definida como “la fracción orgánica del suelo, excluido los residuos animales y vegetales aun no descompuestos (SSSA, 1997) y se ha utilizado como sinónimo del humus (Schnitzer, 2000). Está compuesta principalmente por C, H, O, N, P y S en cantidades variables, lo que hace difícil una evaluación directa de su contenido en el suelo (Rosell et al., 2001). La mayoría de los métodos analíticos cuantifican el carbono orgánico (CO), con el que se puede estimar la MO utilizando factores adecuados para cada suelo (Galantini et al., 1994). Esta mezcla heterogénea se encuentra constituida por una variedad importante de compuestos de complejidad variable en un continuo estado de transformación. Este material varía desde los residuos de cultivos y animales recientemente incorporados hasta la compleja estructura del humus alcanzada luego de siglos de transformación. Este proceso de transformación de los materiales orgánicos en el suelo es continuo y dinámico. Su característica varía sistemáticamente con tiempo. Los materiales más jóvenes son los biológicamente más activos, aquellos de edad intermedia contribuyen notablemente al estado físico edáfico,

mientras que los más antiguos presentan una marcada influencia sobre la reactividad físico-química del suelo.

### **Fraccionamiento de la materia orgánica**

El contenido de materia orgánica total no es un buen indicador de la calidad o de la fertilidad del suelo, debido a que la mayor parte del material orgánico es estable y a que existen diferencias importantes en su calidad.

Podemos encontrar los más diversos materiales y en todas sus etapas de transformación, y si bien dentro de esta mezcla heterogénea no existen límites definidos, desde el punto de vista conceptual y práctico es importante definirlos.

Es posible definir varios compartimentos discretos con una relación inversa entre su tamaño y su velocidad de descomposición, donde las fracciones más abundantes se descomponen más lentamente. La disponibilidad para los cultivos de cada uno de estos compartimentos dependerá de su composición química, relación C:N, estado de humificación y ubicación dentro de la matriz del suelo (Solins et al., 1999, Balesdent et al., 2000).

En este sentido de la región semiárida pampeana Galantini et al. (1992) observaron sistemas de producción contrastantes tenían pequeñas diferencias en el contenido materia orgánica total pero diferencias significativas en la materia orgánica "joven" o lábil, lo que se reflejaba en un aumento del rendimiento en grano y la cantidad nitrógeno tomada por el cultivo.

Numerosos trabajos han encontrado que el fraccionamiento de la materia orgánica ayuda a detectar diferencias debidas al sistema de labranza, a la rotación de cultivos, cultivos de cobertura, a la fertilización, época del año, etcétera (Galantini y Rosell, 1998; Galantini et al., 2004, 2016; Duval et al., 2015, 2016).

### **El método ideal**

Una separación útil debería permitir aislar fracciones de la MO de forma tal que tengan un significado funcional diferente, que sean sensibles para detectar efectos de corto plazo de los diferentes sistemas de producción, que aporten información relevante sobre el ciclado y la disponibilidad de nutrientes, que permita detectar cambios en el corto plazo en diferentes suelos. Este método aún no existe. Podemos encontrar una amplia variabilidad de métodos destinados a separar fracciones orgánicas con características semejantes. Estos pueden ser químicos, físicos o biológicos.

El fraccionamiento químico se basa en las diferencias en las propiedades de los compuestos orgánicos, como la solubilidad a diferentes pH, la resistencia a diferentes oxidantes o susceptibilidad a la hidrólisis (Tabla 1).

La separación por la diferente solubilidad a pH ácido o básico con la obtención de las sustancias húmicas, es el fraccionamiento químico clásico y utilizado por más tiempo. Desde los primeros trabajos de Achard en 1786 (Hayes, 2009) ha sido ampliamente aplicado y evolucionó en busca de una caracterización cada vez más precisa de la composición de los materiales obtenidos. Sin embargo, existen muchos métodos químicos destinados a separar fracciones orgánicas lábiles o las resistentes.

Entre las más frecuentemente utilizadas están la separación de los carbohidratos solubles o totales (Bongiovanni y Lobartini, Duval et al., 2014; Galantini et al., 2016), Oxidaciones parciales, modificando el método clásico de Walkley y Black (Chan et al., 2001) o utilizando permanganato de potasio (Blair et al., 1995).

En el caso de las fracciones resistentes, la hidrólisis ácida permite separar los materiales orgánicos más recalcitrantes del suelo (Paul et al., 2006).

Tabla 1. Bases para la separación química y las fracciones orgánicas obtenidas

<b>Fraccionamiento químico</b>		
<b>Solubilidad</b>	En agua caliente	CO soluble
	En diferente pH	•Acido Húmico •Acido Fúlvico •Huminas
<b>Resistencia a la oxidación</b>	Dicromato de K H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	CO fácilmente oxidable
	Permanganato de K	
<b>Resistencia a la hidrólisis</b>	Hidrólisis ácido H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CO recalcitrante

### **Tipos de fraccionamiento físico**

Se basa características físicas deferenciales de los materiales orgánicos, como el tamaño o la densidad. Desde el punto de vista de su tamaño y densidad la relación entre las partículas orgánicas e inorgánicas se puede esquematizar en la Figura 1. En cuanto a las fracciones orgánicas, en la medida el tamiz utilizado tiene una abertura de malla más grande, el material orgánico será menos transformado, disminuye su complejidad y su tiempo de residencia en el suelo (ciclado más rápido). El limite puede ser fijado arbitrariamente en 50, 100, 200 µm, según los objetivos de la evaluación que se realiza (Galantini, 2005).

Desde el punto de vista de la densidad, el límite puede ser fijado entre 1,8 y 2,2 g cm<sup>-3</sup>, obteniendo material con características diferentes. A menor densidad (el material orgánico tiene una densidad alrededor de 1,5 g cm<sup>-3</sup>), la cantidad de material orgánico es menor y más lábil, se obtiene material menos transformado y libre. Al aumentar la densidad se obtiene mayor cantidad de material orgánico, ya que se incluyen minerales (que tienen densidad alrededor de 2,65 g cm<sup>-3</sup>) que se encuentran en complejos órgano-minerales.

Estos métodos físicos son químicamente menos destructivos y sus resultados directamente relacionados con la estructura y función de la MO in situ.

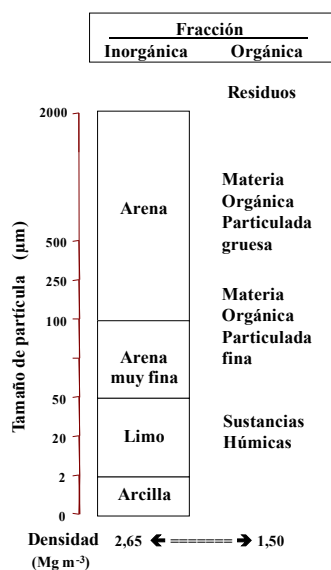


Figura 1. Relación de la fracción orgánica e inorgánica con la densidad y el tamaño de las partículas

Cada uno de los tipos de fraccionamiento tiene sus ventajas y desventajas, por lo que el más adecuado dependerá de los objetivos planteados, de la disponibilidad de recursos, de la realización de análisis complementarios, entre otros. En cada caso se evalúa un aspecto diferente de la MO del suelo, por ello la combinación entre ellos aporta una visión más amplia de los cambios que se producen en el suelo ante diferentes prácticas de manejo (Duval et al., 2016; Galantini et al., 2004, 2014, 2016).

La importancia del conocimiento más detallado de las características de los materiales orgánicos presentes en el suelo será la posibilidad de servir de indicadores o de generar índices para caracterizar el estado del suelo y los efectos de las diferentes prácticas de manejo (Duval et al., 2016). En este sentido, la búsqueda de índices funcionales, precisamente vinculados al funcionamiento del sistema, serán de suma utilidad como herramienta de diagnóstico y monitoreo (Toledo et al., 2014).

## Bibliografía consultada

- Balesdent J., C. Chenu, M. Balabane. 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil Till. Res.* 53, 215-230.
- Blair G.J., D.B. Lefory, L. Lise. 1995. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation and the development of a carbon management index for agricultural system. *Aust. J. Agric. Res.* 46, 1459-1466.
- Bongiovanni M., J.C. Lobartini, 2006. Particulate organic matter, carbohydrate, humic acid contents in soil macro- and microaggregates as affected by cultivation. *Geoderma* 136: 660-665
- Chan K.Y., D.P. Heenan, A. Oates. 2001. Soil carbon fractions and relationship to soil quality under different tillage and stubble management. *Soil Till. Res.* 63, 133-139.
- Duval M.E., J.A. Galantini; J.O. Iglesias; S. Canelo; J.M. Martínez, L.G. Wall. 2013. Analysis of organic fractions as indicators of soil quality under natural and cultivated systems. *Soil Till. Res.* [131, 11-19](#).
- Duval M.E., E. de Sa Pereira, J. Iglesias, J.A. Galantini. 2014. Efecto de diferentes manejos sobre las fracciones orgánicas en un Argiudol. *Ciencia del Suelo* [32\(1\) 105-115](#).
- Duval M.E., J.A. Galantini, J.M. Martínez, F.M. López, L. Wall. 2016. Sensitivity of different soil quality indicators to assess sustainable land management: Influence of site features and seasonality. *Soil Till. Res.* [159: 9-22](#).
- Galantini J.A., M.E. Duval; J.O. Iglesias, H. Kruger. 2014. Continuous wheat in semiarid regions: Long-term effects on stock and quality of soil organic carbon. *Soil Sci.* [179, 284-292](#).
- Galantini J.A., N. Senesi; G. Brunetti, R.A. Rosell. 2004. Influence of texture on the nitrogen and sulphur status and organic matter quality and distribution in semiarid Pampean grassland soils. *Geoderma* [123, 143-153](#).
- Galantini J.A., R.A. Rosell, J.O. Iglesias. 1994. Determinación de materia orgánica en fracciones granulométricas de suelos de la región semiárida bonaerense. *Ciencia del Suelo* [12, 81-83](#).
- Galantini J.A., R.A. Rosell, A.E. Andriulo, A.M. Miglierina, J.O. Iglesias. 1992. Humification and N mineralization of crop residues in semi-arid Argentina. *Sci. Total Environ.* [117/118, 263-270](#).
- Galantini J.A., M. Duval, J.M. Martínez, V. Mora, R. Baigorri, J.M. García-Mina. 2016. Quality and quantity of organic fractions as affected by soil depth in an argiudoll under till and no-till systems. *International Journal of Plant & Soil Science* 10(5): doi: [10.9734/IJPSS/2016/25205](#)
- Galantini J.A., N. Senesi, G. Brunetti, R. Rosell. 2004. Influence of texture on the nitrogen and sulphur status and organic matter quality and distribution in semiarid Pampean grassland soils. *Geoderma* [123: 143-152](#).
- Galantini J.A., R.A. Rosell, G. Brunetti, N. Senesi. 2002. Dinámica y calidad de las fracciones orgánicas de un Haplustol durante la rotación trigo-leguminosas. *Ciencia del Suelo* [20 \(1\) 17-26](#).
- Hayes M.H.B. 2009. Evolution of concepts of environmental natural nonliving organic matter. *Biophysico-Chemical Processes Involving Natural Nonliving Organic Matter in Environmental Systems*. Wiley, Hoboken, 1-39.
- Paul E.A., S.J. Morris, R.T Conant, A.F. Plante. 2006. Does the acid hydrolysis-incubation method measure meaningful soil organic carbon pools? *Soil Science Society of America Journal*, 70(3), 1023-1035.
- Rosell R.A., J.C. Gasparoni, J.A. Galantini. 2001. Soil organic matter evaluation. In *Assessment Methods for Soil Carbon* (Ed. R. Lal et al.). [Chapter 21, pp. 311-322](#).
- Schnitzer M., 2000. A lifetime perspective on the chemistry of soil organic matter. *Adv. Agron.* 68: 1-58.
- Soil Science Society of America. 1997. Glossary of soil science terms. Rev. SSSA, Madison, WI.
- Toledo M., J.A. Galantini, S. Vazquez, E. Ferreccio, S. Arzuaga, 2013. Indicadores e índices de calidad en suelos rojos bajo sistemas naturales y cultivados. *Ciencia del Suelo* [31\(2\) 201-212](#).