

LA IMPORTANCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO Y SU MANEJO EN PRODUCCIÓN FRUTÍCOLA

Roberto Docampo

1. INTRODUCCIÓN

Para lograr la viabilidad de la agricultura moderna, el desafío se centra en aumentar la productividad, asegurar el crecimiento económico y mantener los recursos naturales para las futuras generaciones.

El desarrollo de sistemas de producción sustentables comienza indefectiblemente por un conocimiento de los sistemas productivos existentes para luego desarrollar estrategias que permitan lograr mayor estabilidad de los nuevos sistemas. Ello está estrechamente asociado a una mayor conservación de los recursos naturales, particularmente el suelo.

El suelo es la capa de materiales minerales y orgánicos que cubre la superficie terrestre y en la cual las plantas se desarrollan y toman los alimentos necesarios. Está formado por sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso. La parte sólida es en su mayor parte mineral, formada por los residuos de la descomposición de la roca madre. Pero comprende siempre una fracción orgánica de una importancia esencial para la productividad del suelo. Esa fracción orgánica está constituida de plantas y animales vivos o muertos, así como de sus productos. El suelo entonces, es un organismo dinámico, un organismo “vivo” sujeto a permanentes cambios y evolución naturales.

Cuando el equilibrio natural no es perturbado, los procesos se desarrollan con un ritmo tal que las remociones y modificaciones se equilibran en términos generales y finalizan con la formación de suelo nuevo, al cual la naturaleza le suministra procesos de defensa contra la erosión y degradación.

Pero cuando el hombre comienza a explotar el suelo en su provecho, quita la vegetación protectora y destruye con el laboreo la superficie del terreno, eliminando así las barreras naturales contra la erosión. Por un lado el proceso erosivo adquiere velocidad y se torna extremadamente perjudicial; por otro lado, el proceso natural de formación del suelo sigue su lenta evolución.

La materia orgánica del suelo (MOS) y, específicamente, el carbono orgánico del suelo (COS) juegan un papel relevante en el mantenimiento y la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas. Siendo importante destacar el carácter dinámico e interactivo del sistema suelo, por lo que los cambios en una propiedad probablemente afectarán a otras propiedades del suelo.

2. MATERIA ORGANICA DEL SUELO

El suelo tiene cuatro componentes principales: la fracción mineral, la fracción orgánica, aire y agua. *La fracción mineral* está formada por partículas de arena, limo y arcilla, la textura básica del suelo. El *agua del suelo* contiene minerales disueltos y es la principal fuente de agua y nutrientes para los vegetales. El *aire del suelo* es necesario para que las raíces de las plantas y los microorganismos del suelo tengan oxígeno. *La fracción orgánica (materia orgánica)* incluye vegetales y animales en varios estados de descomposición.

Los animales muertos y los restos vegetales comienzan a descomponerse tan pronto caen al suelo o son adicionados. La macro y mesofauna comienza a fraccionar los restos, al tiempo que la población de microorganismos se incrementa rápidamente. Los microorganismos consumen los restos de animales y vegetales, luego mueren y pasan a formar parte de la MOS.

Una parte de la materia orgánica se descompone más rápidamente que otras, el producto final de la descomposición es el *humus*; materia orgánica negra o marrón oscuro que es altamente resistente a la descomposición.

Podemos definir entonces la materia orgánica del suelos de acuerdo con Baldock y Skjemstad (1999) como:

“todos los materiales orgánicos que se encuentran en los suelos independientemente de su origen o estado de descomposición”

La mayor parte de la materia orgánica se encuentra cerca de la superficie del suelo, la parte aéreas de las plantas que no se cosechan quedan en superficie y las raíces se convierten en materia orgánica cuando sus células pierden funcionalidad o mueren. La mesofauna del suelo (lombrices, insectos) incorporan los residuos más profundamente en el suelo por lo que la mayor concentración de MOS se da en los primeros 15-20 centímetros de suelo.

Desde que la MOS describe todos los componentes orgánicos que se encuentran en el suelo y por tanto comprende un sinnúmero de elementos - por ejemplo: carbono, nitrógeno, fósforo hidrógeno, oxígeno, azufre – presenta ciertas dificultades medir el contenido real de MOS. Por ello, el desarrollo analítico está centrado en métodos para determinar el carbono orgánico del suelo (COS) y estimar el contenido de MOS a través de factores de conversión. Como existe variación entre diferentes suelos (incluso horizontes), así como en los métodos analíticos y en el factor de conversión, tradicionalmente se informa el valor de COS sin transformar. Esto se ha acentuado en los últimos años en virtud del alcance que han tomado todos los aspectos relativos a cambio climático, emisión de gases de efecto invernadero, balance de carbono, bonos de carbono.

El contenido de carbono en un suelo depende de las características de este y del equilibrio entre la tasa de entrada de carbono orgánico (animales, vegetales, raíces) y la tasa de salida (CO_2 desprendido por el metabolismo microbiano). Por tanto, existen diversos factores y las interacciones entre ellos que afectan la cantidad de COS total en un perfil, así como su distribución en profundidad. Podemos citar: tipo de suelo, clima, composición mineral, topografía y la biota del suelo. Algunos de estos factores son características fijas del suelo, otros están determinados por el clima y otros son influenciados por las prácticas de manejo.

La cantidad total potencial de carbono que un suelo podría contener depende de factores tales como el contenido de arcilla, la profundidad y densidad del suelo y la vegetación que soporta. No influyen en ese contenido total potencial las prácticas de manejo del suelo.

El contenido de carbono en gran medida está determinado por el tipo de material que compone la entrada del carbono al suelo, no toda la materia orgánica que ingresa es igual y por tanto varían los niveles de descomposición de la misma. Por ejemplo, los residuos de frutas, verduras y restos vegetales frescos se degradan fácilmente pues contienen mayormente carbohidratos. Por el contrario, las hojas secas, tallos, cortezas y ramas se descomponen más lentamente debido a que contienen altas proporciones de lignina, celulosa y hemicelulosa.

La facilidad con la que los compuestos se degradan está determinada por la complejidad molecular de los compuestos carbonados y en general el orden es: carbohidratos > hemicelulosa > celulosa/quitina > lignina. Es por ello que en la MOS (COS) se pueden diferenciar fracciones en función de su disponibilidad para la descomposición microbiana:

- La fracción activa o carbono activo con un alto índice de rotación (1 a 2 años).
- La fracción intermedia con una rotación de dos a cinco años.
- Y la fracción estable o carbono estable (recalcitrante) que es materia orgánica bien descompuesta con más de 5 años, Esta fracción, si bien no brinda mayor cantidad de nutrientes para las plantas y para los microorganismos del suelo como la fracción activa, juega un rol imprescindible en la mejora y mantenimiento de las propiedades físicas y químicas del suelo.

Factores que afectan las salidas de COS.

Las pérdidas de carbono del suelo resultan de la descomposición y la conversión del carbono de los residuos orgánicos del suelo en dióxido de carbono; por lo tanto, los procesos que aceleran la descomposición incrementan las pérdidas.

La tasa de pérdida está determinada por:

- Tipo de material vegetal y animal que entra al suelo
- Las condiciones climáticas (precipitaciones, temperatura, radiación)
- Contenido de arcilla del suelo.

Algunas prácticas de manejo que reduzcan las entradas de carbono y / o aumentan la descomposición de materia orgánica del suelo también pueden influir en las pérdidas de carbono. Estas incluyen:

- El barbecho
- El cultivo
- La quema de rastrojos o el retiro
- El exceso de pastoreo.

Factores que afectan las entradas de COS

Las entradas de carbono al suelo son controladas por el tipo y la cantidad de material vegetal y animal que se añade al suelo; cualquier práctica que mejore la productividad y el retorno de los residuos vegetales al suelo contribuye para acercarse o alcanzar su potencial de contenido de carbono.

La mayor parte del carbono entra al suelo como residuos de los vegetales y por lo tanto, las entradas son más afectados por:

- Tipo de plantas que se cultivan
- Cantidad de materia seca que las plantas acumulan a lo largo de la temporada de crecimiento
- Los factores ambientales que regulan la producción vegetal.

Diversas prácticas de manejo pueden incrementar los niveles de carbono en el suelo por el aumento de las entradas del mismo; en teoría, la maximización de la productividad también maximiza el retorno de los residuos orgánicos al suelo.

Las prácticas que incrementan la productividad son:

- La aplicación de fertilizantes
- La rotación de cultivos
- El laboreo reducido y/o siembra directa.
- Las prácticas de gestión del rastrojo y/o restos de la cosecha para regresar el carbono al suelo, también pueden mejorar los niveles del COS.
- El riego.
- Intensificación de los cultivos.

El carbono del suelo también puede ser recuperado o aumentado mediante la aplicación directa de materiales orgánicos al suelo (enmiendas orgánicas) como por ejemplo: estiércol, restos vegetales, compost, biochart y biosólidos.

3. IMPORTANCIA DE LA MATERIA ORGANICA DEL SUELO

A pesar de ser la fracción menor de la composición del suelo, la materia orgánica es el componente principal que determina la calidad y productividad del suelo. La fertilidad, la disponibilidad de agua, la susceptibilidad a la erosión, la compactación, e incluso la resistencia de las plantas a los insectos y las enfermedades, dependen en gran medida de la materia orgánica del suelo.

LA MOS (COS) es el elemento de enlace de las propiedades biológicas, químicas y físicas de un suelo, se asocia y cumple roles esenciales en numerosas funciones del mismo como el ciclo de los nutrientes, la retención de agua y el drenaje, el control de la erosión, la supresión de enfermedades y la remediación de la contaminación.

La *MATERIA ORGANICA DEL SUELO* afecta la calidad de este pues:

- Almacena y suministra los nutrientes para las plantas (macro y micronutrientes, incrementa la capacidad de intercambio catiónico, la capacidad de intercambio aniónico y estabiliza la acidez del suelo).
- Estabiliza y mantiene las partículas del suelo en forma de agregados.
- Ayuda a minimizar la compactación del suelo, favorece la infiltración de agua y reduce el escurrimiento.
- Facilita el crecimiento de los cultivos mediante la mejora de la capacidad del suelo para almacenar agua. Mejora la dinámica del agua y del aire en el suelo mediante la incremento de la porosidad, la capacidad de retención de agua y la resistencia a la sequía.
- Aumenta la friabilidad del suelo que lo hace más fácil de trabajar y permite que las raíces de las plantas puedan penetren mejor en el perfil y con menor gasto de energía.
- Es la fuente de carbono y energía para los microorganismos del suelo que reciclan los nutrientes.
- Reduce los efectos ambientales negativos de los agroquímicos, metales pesados y otros contaminantes.

4. PAUTAS DE MANEJO DE LA MATERIA ORGANICA DEL SUELO

La intervención en el sistema suelo por la producción agropecuaria, la explotación de la biota así como eventos naturales extremos pueden reducir o reducen gradualmente la cantidad de materia orgánica en los suelos. Sin embargo, es posible mantener e incluso aumentar un nivel dado de carbono orgánico en el suelo mediante una gestión o manejo adecuado del mismo.

Si el suelo tiene poca cantidad de materia orgánica o su nivel desciende por algún factor, la productividad del mismo disminuye; por lo tanto, es fundamental preocuparnos por mantener e incluso mejorar el contenido de COS. En la producción frutícola es aconsejable:

- Mantener en nivel mínimo el área con suelo descubierto, tanto en la fila como en la entrefila.
- Incorporar periódicamente carbono orgánico al suelo, tanto producido *in situ* como *ex situ*.
- Realizar el menor número de laboreos posibles.
- Procurar al máximo posible el reciclaje o utilización de toda la materia orgánica producida en el sistema de producción o predial - por ejemplo: aprovechamiento de los restos de podas -.

Como se deduce de la descripción y conceptos vertidos respecto del ciclo del carbono en el suelo, no hay una fórmula única que pueda aplicarse en todos los casos, es el técnico asesor que debe combinar los factores de producción para lograr la mejor performance en el establecimiento.

La mayor parte de los suelos donde se asienta la producción de frutales de pepita no son los más apropiados para la misma, por lo que pueden presentarse condiciones que impidan alcanzar el potencial productivo en cantidad y calidad. Para minimizar la ocurrencia de tales condiciones, es imprescindible considerar un manejo adecuado del suelo con un uso reducido, programado y organizado de las labores, al tiempo de establecer como metas “construir” o reconstituir el contenido de materia orgánica del suelo rápidamente y/o mejorar la estructura del suelo gradualmente.

La incorporación periódica de materia orgánica (restos vegetales, estiércol, abonos verdes, compost, etc.) al suelo para mejorar sus propiedades físicas permite reducir los problemas de erosión, compactación y encostramiento. Provoca un aumento de la actividad biológica, el incremento tanto de las poblaciones de la microfauna como de la mesofauna (principalmente lombrices) que redundará en la mejora de la porosidad del suelo y por tanto en su aireación.

Si bien tradicionalmente el manejo de la fila es con herbicida y suelo desnudo la mayor parte del año; dadas las características de los suelos, las modificaciones en las

propiedades del mismo que tal manejo significa y la alta probabilidad de pérdida del contenido de COS, es recomendable la utilización de coberturas o mulch vegetales. La cubierta orgánica puede ser de restos o chips de árboles forestales o los restos de poda fragmentados (excepto que existan riesgos de enfermedades o plagas que obliguen a retirarlos), paja de cereales o materiales de enfardado, las mismas hojas caídas (salvo en casos de problemas fitosanitarios). Además de controlar las malezas, un mulch orgánico reduce la temperatura superficial del suelo, contribuye a conservar la humedad del mismo, minimiza el riesgo de erosión y degradación, y aporta materia orgánica (mejora la calidad del suelo).

Estas medidas recomendadas para la fila de plantación se deben complementar con la utilización de una cubierta vegetal permanente en la entrefila en función de los mismos objetivos: protección y conservación del suelo, control de malezas y aporte de materia orgánica. Los beneficios de las cubiertas vegetales serán mayores cuanto mayor sea su desarrollo, siempre que no compita con el cultivo y no interfiera en las labores.

Tanto en el país como a nivel internacional se ha demostrado que los abonos verdes, adecuadamente integrados a un conjunto de prácticas, pueden ser utilizados con éxito intercalados a los frutales para alcanzar buenos resultados en términos económicos, así como mantener o mejorar el potencial productivo del suelo. Las principales especies usadas como abonos verdes corresponden a las familias de las gramíneas y leguminosas; ya sea puras o consorciadas.

La pastura se mantendrá baja mediante cortes sucesivos, volcando los mismos a la fila de modo de contribuir a la cobertura orgánica y procurar minimizar el uso de herbicidas. De todas formas, es conveniente a partir de setiembre u octubre prestar suma atención a la demanda actual y futura de agua, tanto del frutal como de la cobertura. Si ésta compite por el agua con el frutal, es recomendable realizar la quema con herbicida. En este caso se debe prestar especial cuidado a los riesgos de incendio.

Una alternativa a los abonos verdes, o un adecuado complemento cuando se han alcanzado las mejores condiciones de suelo ante aportes importantes de materia orgánica, es la implantación de una pastura más permanente o la siembra directa de pasturas anuales. Para nuestras condiciones la siembra de una pastura mixta de festuca (*Festuca arundinacea*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) aseguran alcanzar con un buen manejo de la misma alta implantación y persistencia en la mayor parte de los suelos bajo frutales de pepita. Una cobertura de ese tipo permite controlar y minimizar los riesgos de erosión hídrica, mejorar las posibilidades de pasaje de la maquinaria y, al mismo tiempo, tener una fuente de nitrógeno.

Ya sea en los casos de condiciones muy desfavorables del suelo, como en las situaciones que se pretenda disminuir los plazos para la mejora de la calidad del suelo, los aportes importantes y periódicos de materia orgánica mediante la incorporación de

estiércol (puro, en cama o compostado), compost y/o biosólidos es altamente recomendable.

En todos los casos el conocer las características de los materiales que se están aportando y el manejo nutricional del sistema productivo y no exclusivamente del árbol frutal, contribuirá a alcanzar el objetivo de la mejora y sostenibilidad de la producción.

Bibliografía Consultada

- Asociación Española Agricultura de Conservación/Suelo Vivo. 1999. Cubiertas vegetales en arboricultura frutal. Ficha Técnica Nº 5. Córdoba, España. 15 pp.
- Baldock, J. A. and Skjemstad, J. O. (1999). Soil organic carbon/soil organic matter. In 'Soil Analysis: an Interpretation Manual. (Eds K. I. Peverill, L. A. Sparrow, and D. J. Reuter.) pp. 159-170. (CSIRO Publishing: Collingwood.)
- Center for Integrated Agricultural Systems (CIAS). 2002 Building Soil Organic Matter with Organic Amendments. CIAS, College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin-Madison – USA.
- Docampo R. 2010. Importancia de la nutrición mineral en olivo. En: Resultados Experimentales en Olivos – Jornada de Divulgación. INIA Serie Actividades de Divulgación Nº 626 Octubre 2010.
- Davet P. 1996. Vie microbienne du sol et production végétale. INRA, Paris, France. ISBN: 2-7380-0648-5
- Durán, A. y García Préchac F.. 2007. Suelos del Uruguay. Origen, clasificación, manejo y conservación. Editorial Hemisferio Sur. Vol 2. 354 pp.
- FAO. 2005 Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. The importance of soil organic matter. FAO Soils Bulletin 80 ISBN 92-5-105366-9
- FAO. 2002 Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Institut National de Recherche Agronomique (INRA) Paris, Francia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. ISBN 92-5-304690-2
- Krull E.S., Skjemstad J.O & Baldock J.A. 2011. Functions of Soil Organic Matter and the Effect on Soil Properties. Grains Research and Development Corporation (GRDC). CSIRO Land & Water PMB2 Glen Osmond SA 5064
- Martínez H.E., Fuentes J.P. y Acevedo H.E. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. J. Soil Sc. Plant Nutr. 8 (1) 2008 (68-96).
- Peñalva, M. y Calegari, A. 1999. Abonos verdes como integrantes de sistemas de producción hortícolas y frutícolas. MGAP-JUNAGRA-GTZ. Canelones, Uruguay 154 pp.
- Ritz K. and Young I. 2011. The Architecture and Biology of Soils: life in inner space. CAB International Cambridge, MA 02139, USA. pp 244.
- Roberto M. 1996. Le Sol: intrfase dans l'environnement ressource pour le développement. INRA. Masson, Paris, France. ISBN 2-225-85177-8
- Rufato L.; De Rossi Rufato A.; Kretschmar A.A.; Picoletto L.; Fachinello J.C. 2007. Coberturas vegetais no desenvolvimento vegetativo de plantas de pessegueiro. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 29, n. 1, p. 107-109, Abril.

COSTOS DE PRODUCCIÓN Y MECANIZACIÓN

MGAP / DIGEGRA

Roberto Zeballos, Reinaldo De Lucca, Fernando Martínez,

Marcelo Buschiazzo, Avelino Casas, Eduardo Díaz.

La Dirección General de la Granja procesa y actualiza periódicamente la información económica de los diferentes rubros granjeros, en base a coeficientes técnicos elaborados con la colaboración de productores y técnicos privados.

A continuación se presenta y analiza el costo de producción de dos especies frutales de hoja caduca, con el fin de identificar los componentes principales, sobre los cuales poder accionar para reducirlo.

Costo de producción de manzanos Red Delicious				
Mayo 2012, 28 ton/há de rendimiento comercial, 667 pl/há, con riego, sin empalizada.				
I) Gastos variables / há		8501	66,6 %	
1) Insumos	Fertilizantes	345	2,7	
	Fitosanitarios	2075	16,3	
	Comb. y energía	1899	14,9	
2) Mano de obra zafral		3174	24,9	
3) Uso maquinaria		406	3,2	
4) Seguros		109	0,9	
5) Gastos generales		494	3,9	
II) Gastos fijos / há		4257	33,4 %	
6) Amortiz. maquinaria		685	5,4	Total mano de obra: 40 % Fertilizante + fitosanitarios: 19 % Combustible + energía: 15 %
7) Amortiz. Monte		971	7,6	
8) Amortiz. Mejoras fijas		159	1,2	
9) Mano de obra permanente		1983	15,5	
10) Asistencia técnica		200	1,6	
11) BPS/DISSE		117	0,9	
12) Renta de la tierra		143	1,1	
III) Costo total / há		12759	100 %	
	Costo variable US\$/kg		0,30	
	Costo fijo US\$/kg		0,15	
	Costo total US\$/kg		0,46	
	Costo total \$U/kg		9,15	