

Conservación del suelo: una tarea de todos y todas

Teresa V. Barrera Ch.

*Investigadora. INIA-CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
Área de Recursos Agroecológicos. Maracay, estado Aragua.
Correo electrónico: tvbarrera@gmail.com.*

Los usuarios y usuarias del recurso suelo, deben tener en cuenta que este componente del ecosistema no escapa del impacto ambiental generado por las actividades agrícolas, incluso si estas son a pequeña escala. El suelo cumple funciones de medio para el crecimiento de las plantas, de hábitat para una inmensa diversidad biológica (bacterias, hongos, insectos, entre otros), de filtro ambiental, y de reservorio de agua, por lo que es importante su conservación.

En la agricultura familiar, donde generalmente no se dispone de grandes extensiones de terreno, es esencial la conservación del suelo cultivable. Considerando que su formación le llevó a la naturaleza miles de años a partir de la roca madre, su pérdida es prácticamente irrecuperable.

La práctica de una agricultura improvisada, llevada a cabo con un enfoque explotador y no desde un punto de vista conservacionista, sin control de los fertilizantes o abonos, derrochando el recurso agua y descuidando el recurso suelo, considerándolo sólo un “aguanta todo”, conlleva a baja productividad de los cultivos, procesos degradativos del suelo, y contaminación. En la Figura se muestran algunos procesos degradativos del suelo que ocurren en los agrosistemas; en las fotos 1 y 2 se muestran algunos ejemplos.

Para mitigar el impacto ambiental sobre el suelo es necesaria la implementación de prácticas agroecológicas que permitan conservar la “salud” del mismo. Esta “salud” del suelo, la cual asociada a la producción de cultivos es llamada fertilidad, puede

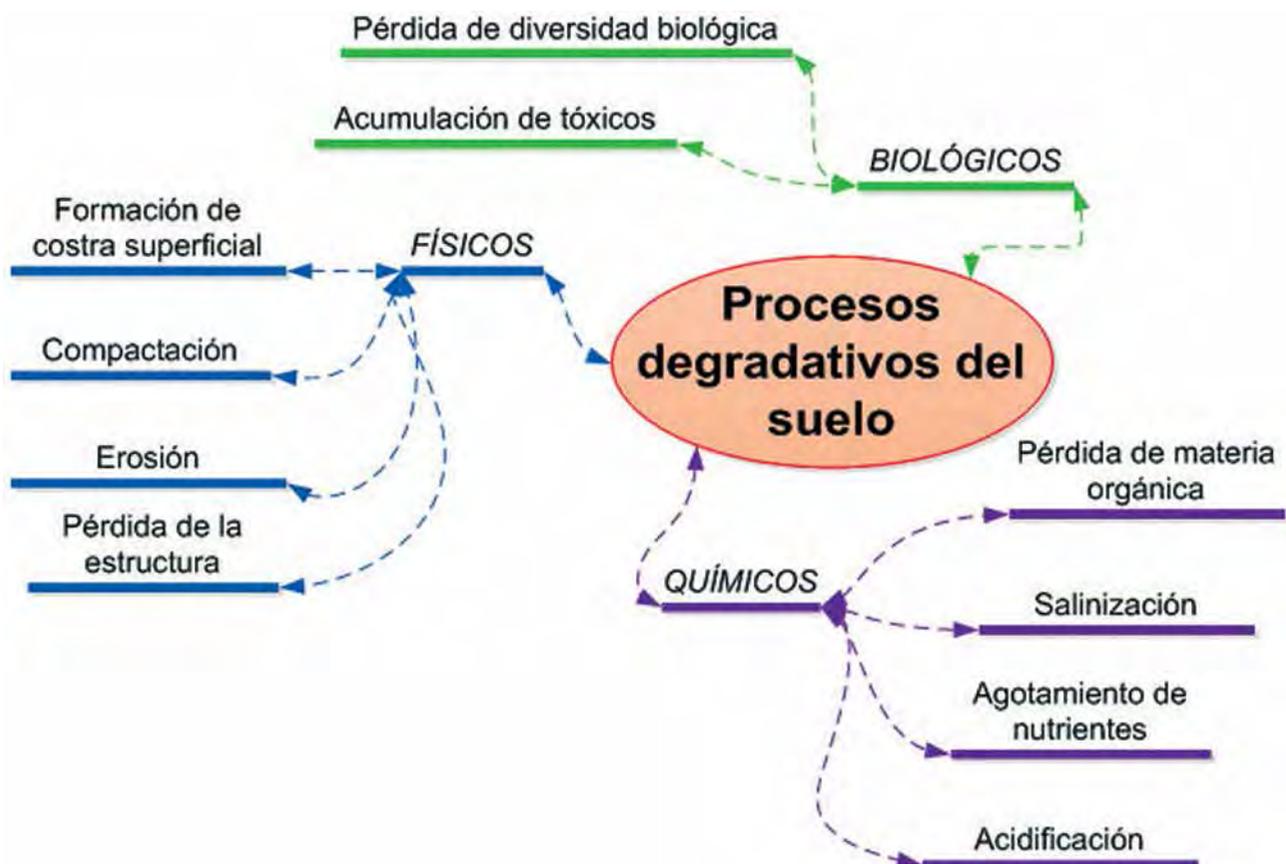


Figura. Procesos degradativos del suelo en los agrosistemas.

ser enmarcada en aspectos químicos, físicos y biológicos. *La fertilidad química* se relaciona con el contenido y disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas, *la fertilidad física* a las condiciones estructurales del suelo que sostienen el crecimiento de las raíces y le brindan cantidades adecuadas de agua y oxígeno, y *la fertilidad biológica* se refiere a la conservación de la diversidad biológica del suelo como protagonista en la degradación de la materia orgánica y en el ciclo de los nutrientes (carbono, nitrógeno, fósforo, entre otros) en la naturaleza.



Foto 1. Suelo desnudo sujeto a la erosión y formación de costra superficial.

¿Cuáles prácticas agroecológicas debo aplicar para conservar el suelo?

La selección de las prácticas agroecológicas más convenientes a utilizar para conservar el suelo dependerá de la evaluación de las condiciones propias de terreno, suelo y clima, de la disponibilidad de agua y de la viabilidad económica de su implementación. Es importante resaltar la complementariedad entre estas prácticas, y que sus efectos benéficos son mayores al combinarlas.

Algunas de estas prácticas agroecológicas se resumen en el Cuadro 1.

Entre algunos aspectos del terreno a tomar en cuenta se tienen: pendiente, relieve, drenaje externo (si es o no un suelo inundable en alguna época del año), cobertura vegetal superficial y abundancia de piedras.

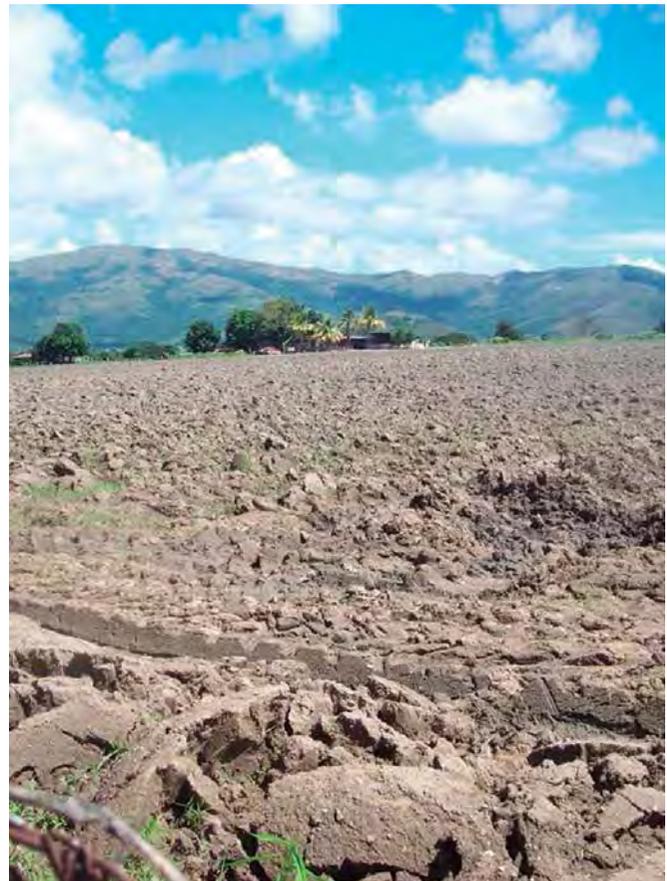


Foto 2. Efectos de la labranza intensiva sobre el suelo desnudo.



Foto 3. Cultivos intercalados con suelo cubierto en finca del estado Aragua.

La evaluación del suelo comprende tanto aspectos observables en campo como profundidad de alcance de penetración de las raíces (Foto 4), nivel freático, compactación, presencia de costra blanca en la superficie, indicadora de suelos salinos, y de manchas

Cuadro 1. Resumen de las prácticas agroecológicas dirigidas a conservar el suelo y disminuir el uso de insumos externos.

Práctica	Características y ventajas principales	Aplicación
Labranza mínima y siembra directa	<ul style="list-style-type: none"> - Los rastrojos de cultivos se mantienen en la superficie. - Mantiene el suelo cubierto y protegido del efecto de los elementos (lluvia, viento y sol). - Reducción de las temperaturas del suelo. - Incremento de la conservación del agua en el suelo. - Conservación de la estructura del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Suelos de baja fertilidad natural. - Suelos poco profundos.
Asociación de cultivos	<ul style="list-style-type: none"> - Optimización del uso del espacio (físico y temporal) y de los recursos por parte de las especies cultivadas. - Pueden cumplir funciones de fuente de nitrógeno (leguminosas), mejoradores de la estructura y de la actividad microbológica del suelo, conservación del agua, y control de malezas y plagas. - Diversificación de la producción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando la cooperación supera a la competencia entre los cultivos involucrados. - Asociaciones cereal-leguminosa y pasto-leguminosa. - Un ejemplo se puede observar en la Foto 3.
Rotación de cultivos	<ul style="list-style-type: none"> - Evita que el suelo quede desnudo después de la cosecha del cultivo comercial. - Contribuye al control de malezas, plagas y enfermedades. - Adición de nitrógeno al suelo en el caso de las leguminosas. - Reducción de las pérdidas de nutrientes, e incremento de la retención del carbono en el suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rotaciones cereal-leguminosa.
Siembra en contorno o en curvas a nivel	<ul style="list-style-type: none"> - Consiste en hacer las hileras del cultivo en contra de la pendiente siguiendo las curvas a nivel. - Aumenta la infiltración de agua en el suelo. - Reducción de las pérdidas de nutrientes por lavado y erosión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Suelos en pendiente.
Leguminosas	<ul style="list-style-type: none"> - Estos cultivos (frijol, caraota y quinchoncho, entre otros) captan el nitrógeno del aire en colaboración con bacterias del suelo llamadas rizobios. - Contribuyen al mejoramiento de la fertilidad del suelo y al ahorro en fertilizantes nitrogenados. - Aporte de nitrógeno para los cultivos siguientes. 	<ul style="list-style-type: none"> - En asociación o en rotación con otros cultivos. - Como abonos verdes. - Suelos de mediana y baja fertilidad.
Abonos verdes	<ul style="list-style-type: none"> - Son abonos de origen vegetal con un alto contenido de nitrógeno, incorporados al suelo o dejados sobre la superficie antes de sembrar el cultivo siguiente. - Generalmente se utilizan fuentes de poca inversión como las leguminosas. - Proporcionan nutrientes y cobertura superficial al suelo. - Contribuyen al mejoramiento y la estabilización de la fertilidad física del suelo a mediano y largo plazo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Suelos de mediana y baja fertilidad. - Suelos degradados.
Fertilización orgánica	<ul style="list-style-type: none"> - Permite incrementar o mantener la fertilidad del suelo sin comprometer su diversidad y actividad biológica. - Disminuye el uso de fertilizantes químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Debe ser aplicada al suelo en las dosis recomendadas. - Suelos de mediana y baja fertilidad natural. - Suelos degradados.

de color negro y anaranjado a profundidad, las cuales indican inundación y/o mal drenaje del agua; así como análisis de laboratorio con fines de fertilidad: pH, conductividad eléctrica, textura, contenido de materia orgánica y nutrientes disponibles para las plantas (fósforo, potasio, calcio y magnesio).

¿Qué debo hacer para llevar a cabo un análisis de suelo?

Para realizar un análisis de suelo es importante tomar una muestra representativa del área a sembrar, para garantizar que los resultados obtenidos sean confiables y conduzcan a una recomendación de fertilizantes, ya sean inorgánicos (nitrógeno, fósforo y potasio) u orgánicos (compost, humus de lombriz, biofertilizante), ajustada al contenido y disponibilidad de nutrientes en el suelo y a los requerimientos nutricionales de los cultivos deseados.

Esto permitirá evitar aplicaciones excesivas que puedan generar degradación del suelo, contaminación ambiental y gastos monetarios innecesarios. Para muestrear el suelo se recomienda seguir los pasos señalados en el Cuadro 2.



Foto 4. Evaluación de suelo en campo.

Cuadro 2. Pasos recomendados a seguir para realizar un muestreo de suelo.

Paso 1	Paso 2	Paso 3
Delimitar el terreno en lotes según las diferencias observadas en la posición y forma del terreno, color del suelo, estructura del suelo (grueso, medio o fino), vegetación y sistema de manejo previo.	Marcar puntos de muestreo en forma de zig-zag en cada lote	Limpiar el terreno de cada punto de muestreo con una pala y/o machete para despejarlo de restos de vegetación.
Paso 4	Paso 5	Paso 6
Abrir un hueco de 20 centímetros de profundidad y tomar una porción de 2 a 3 centímetros de espesor de uno de los lados del hoyo con una pala, esto para cultivos anuales. En el caso de cultivos permanentes y semipermanentes, abrir un hueco de 40 centímetros y tomar muestras separadas de 0 a 20 y de 20 a 40 centímetros (Foto 5).	Depositar la porción (submuestra) de cada uno de los puntos marcados del lote en un balde plástico, mezclar bien y tomar aproximadamente 1 kilogramo de la muestra compuesta en una bolsa plástica resistente.	Identificar cada bolsa con una etiqueta con los siguientes datos: fecha, remitente, nombre de la granja, localidad, municipio, estado, número de muestra, número de lote, profundidad del muestreo, cultivo anterior y cultivo a sembrar.

Se debe evitar muestrear al pie de cercas, en terrenos recientemente quemados, a orillas de quebradas y caminos, paralelo a pendiente del terreno y en lugares con acumulación de estiércol, restos de plantas o animales muertos, arena y cal (Alfonzo *et al.*, 2004).



Foto 5. Muestreo de suelo.

Las muestras pueden ser llevadas a cualquiera de los laboratorios pertenecientes a la Red de Laboratorios de Suelo, Planta y Agua del INIA en el territorio nacional (de lunes a viernes en horario de 8 a 12 pm y de 1 a 4 pm) para realizar el análisis de fertilidad y solicitar recomendaciones de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), y de encalado si es necesario, para los cultivos específicos que se desean sembrar.

Para un manejo integrado de la fertilización del suelo, el usuario o usuaria del servicio puede combinar la fertilización inorgánica recomendada de NPK, con la orgánica para optimizar la efectividad de los fertilizantes y la utilización de los recursos, aplicando los principios agroecológicos.

¿Cómo puedo saber si el compost que preparé está listo para usarse en el suelo y cuánto debo aplicar?

El compostaje es un proceso biológico en medio aeróbico, en el cual los sólidos orgánicos frescos son transformados por los microorganismos a for-

mas más estables o maduras llamadas compost. Este abono orgánico mejora la fertilidad del suelo y aumenta su capacidad de producción vegetal.

Durante el proceso de elaboración de un compost, como se muestra en la Foto 6, los residuos orgánicos utilizados como materia prima son consumidos por microorganismos y se produce calor, dióxido de carbono, vapor de agua y otras sustancias. Los factores limitantes de este proceso son aquellos que puedan influir sobre el desarrollo de los microorganismos, por lo que la meta es proporcionarles las condiciones idóneas para que realicen su actividad de la forma más rápida y eficaz posible.

Se debe usar compost maduros en las dosis recomendadas, evitando los excesos que pueden causar problemas sanitarios, de olores, patógenos, crecimiento de malas hierbas y degradación de suelo (acidificación y desbalances nutricionales).

El contenido de carbono de los residuos orgánicos dividido entre su contenido de nitrógeno (relación C/N), es un factor que decrece a lo largo del proceso de compostaje sirviendo de indicador del proceso, ya que en un compost maduro la relación C/N es inferior a 20.

La cantidad de compost a aplicar dependerá del tipo de cultivo y de las características del suelo y del compost a ser utilizado, quedando determinada por los requerimientos nutricionales del cultivo, distribución en el tiempo de estos requerimientos y fertilidad del suelo. Por ello antes de proceder al cálculo de las dosis a aplicar, es importante disponer de los análisis de suelo y compost.

La Unidad de Recursos Agroecológicos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP) de Maracay, ofrece el servicio de análisis de composts sólidos y líquidos, con la opción de interpretación de resultados, cálculo de la relación C/N y recomendaciones de dosis por parte de un especialista si el usuario o usuaria del servicio lo solicita (de lunes a viernes en horario de 8 a 12 pm y de 1 a 4 pm).

Las muestras de composts sólidos deben ser tomadas luego de mezclar bien la pila (montón), una

vez que el material orgánico descompuesto sea homogéneo, oscuro y no despidan malos olores (ver Foto 7). Se recomienda escoger 6 puntos de la pila al azar, tomar 3 submuestras de cada punto, mezclar las 18 submuestras en un recipiente y disponer 500 gramos de muestra compuesta en una bolsa de plástico resistente. Para el compost líquido se recomienda tomar 6 submuestras, mezclarlas bien en un recipiente y disponer 1 litro en un envase de plástico que pueda cerrar herméticamente. Estas muestras se deben mantener bajo refrigeración previo a su análisis.



Foto 6. Formación de la pila en el proceso de elaboración de un compost.

El compost debe ser llevado al laboratorio con una etiqueta con todos los datos de identificación en una cava con hielo lo más pronto posible, en un lapso de tiempo no mayor a 3 días luego del muestreo.

El análisis de laboratorio del compost comprende determinaciones de pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, nitrógeno mineral (nitrato y amonio), macroelementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio) y microelementos (hierro, zinc, cobre y manganeso).

Conociendo ya la dosis más conveniente, se recomienda la aplicación del compost al suelo a unos

15 centímetros del tallo de las plantas pequeñas y en la prolongación de la sombra en el suelo de los árboles adultos (Ormeño y Ovalle, 2007).



Foto 7. Compost sólido de material homogéneo, oscuro y sin mal olor, listo para ser muestreado y analizado.

¿Qué son los biofertilizantes y dónde puedo conseguirlos?

Los biofertilizantes son fertilizantes de origen biológico elaborados a base de microorganismos benéficos que viven normalmente en el suelo en poblaciones relativamente bajas. Al incrementar sus poblaciones por medio de la inoculación artificial al aplicar el biofertilizante, son capaces de poner a disposición de la planta una parte importante de los nutrientes que necesitan para su desarrollo, así como de suministrar sustancias hormonales promotoras del crecimiento (Martínez *et al.*, 2007).

Los biofertilizantes más ampliamente utilizados son aquellos que contienen bacterias rizobios de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*. La inoculación de las semillas con biofertilizantes elaborados a partir de rizobios constituye una importante estrategia para mejorar la captación de nitrógeno por las leguminosas e incrementar sus rendimientos.

De igual forma, se elaboran biofertilizantes a base de bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre (FNVL), las cuales favorecen el crecimiento de los

cultivos al facilitarles el nitrógeno y ácidos orgánicos a las plantas a las cuales se asocian; y a base de bacterias solubilizadoras de fósforo (*Bacillus*) y hongos captadores de fósforo (micorrizas), que representan una solución a la baja disponibilidad de este elemento para la nutrición de las plantas en los suelos ácidos del país.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), en colaboración con el Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI), ofrece a los agricultores varias opciones de biofertilizantes, elaborados tanto a nivel industrial en el Centro Nacional de Bioinsumos Agrícolas del INIA (expendidos en los agrotiendas socialistas de Agropatía), como a nivel artesanal por la Red de Laboratorios de Bioinsumos “Cipriano Castro” del INSAI y el Laboratorio de Referencia Nacional de Investigación e Innovación en Biofertilizantes “Bolívar Conservacionista” del INIA, (en la Foto 8 se muestra un ejemplo de estos biofertilizantes).



Foto 8. Biofertilizantes elaborados artesanalmente en el Laboratorio “Bolívar Conservacionista”.

Este laboratorio ubicado en la Unidad de Recursos Agroecológicos del INIA-CENIAP, ofrece servicios de aislamientos de microorganismos con potencialidad para ser usados como biofertilizantes a partir de muestras de suelo o de plantas noduladas (leguminosas), servicios de pruebas de efectividad, de pruebas de bioestimulación y de elaboración de biofertilizantes (máximo 2 litros por microorganismo). Además, ofrece el servicio de evaluación de la calidad de biofertilizantes comerciales.

Consideraciones finales

Para conservar el suelo se dispone de una amplia variedad de prácticas agroecológicas destinadas a evitar los procesos degradativos y a preservar o mejorar la fertilidad en sus aspectos químicos, físicos y biológicos.

La evaluación del suelo permitirá conocer su estado de fertilidad y/o degradación, su potencial agroproductivo y los requerimientos específicos de fertilización para los cultivos que se desean sembrar. Esta información es importante para tomar acciones preventivas y correctivas, de ser necesario, para su conservación.

Los análisis de laboratorio de suelos y de composts son una herramienta importante para la conservación del agrosistema y la optimización de los recursos en la agricultura practicada con un enfoque agroecológico. Representan una pequeña inversión a cambio de grandes beneficios.

Bibliografía consultada

- Alfonso, N.; E. Arrieché, E. Cabrera, N. Gómez, M. Navas y P. Yañez (2004). Muestreo de suelo con fines de fertilidad [Folleto]. Maracay.
- FAO (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas (8). Roma. 220 p.
- Martínez, R.; M. López, B. Dibut, C. Parra y J. Rodríguez (2007). La fijación del nitrógeno atmosférico en condiciones tropicales. Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria. 166 p.
- Ormeño, M. A. y A. Ovalle (2007). Preparación y aplicación de abonos orgánicos. INIA Divulga, 10: 29-35.