

CAPÍTULO III : Manejo de Suelo

Por Oscar Castañeda y Polly Castañeda

LA VIDA EN EL SUELO Y SU CLASIFICACIÓN

En el suelo se abrigan infinitas relaciones y formas de vida, desde la macrovida (mamíferos, artrópodos, moluscos, lombrices, mil y cien pies, termitas, hormigas, ácaros, zompopos, colémbolos, nematodos, etc.), hasta la microvida (microorganismos como bacterias, actinomicetos, hongos, amebas y algas).

Cada uno de estos organismos desempeña un papel importante para mantener el equilibrio y la salud del suelo; en ellos están contenidas las bases de todos los procesos biológicos y bioquímicos para que el mundo mineral y el mundo vivo se encuentren en estrecha relación.

Convencionalmente, la mayoría de los suelos se clasifican con base en sus propiedades fisicoquímicas y hasta la fecha se ha hecho muy poco para clasificarlos de acuerdo a sus propiedades microbiológicas. Una de las razones para esto es que las propiedades fisicoquímicas son mucho más fáciles de determinar que las microbiológicas, a pesar de que éstas últimas tienen una influencia decisiva en la salud de la planta y en la calidad del producto obtenido. Además, con base en

los análisis de suelos convencionales, se mantiene y refuerza la práctica de "alimentar" a la planta con nutrimentos provenientes de fertilizantes químicos, olvidando completamente que el suelo es un organismo lleno de vida y que como tal necesita de cuidados y alimentación adecuados.

Microorganismos y equilibrio natural en el suelo

En un sistema natural, la capa superficial del suelo será casi SIEMPRE aeróbica (con presencia de oxígeno, O₂) y solamente en capas más profundas se comienza a incrementar la fracción anaeróbica (ausencia de oxígeno). Por lo tanto, los organismos que de forma natural se encuentran en las capas superficiales del suelo, son también aeróbicos, es decir necesitan oxígeno para desarrollarse.

Los microorganismos aeróbicos trabajan con procesos de oxidación, es decir que degradan moléculas orgánicas en presencia de oxígeno y producen nutrimentos inorgánicos solubles que pueden ser asimilados directamente por la planta. Además de lo anterior, también se produce CO₂ y mucho calor, el cual se pierde en el ambiente. Los procesos aeróbicos del

suelo, son equivalentes a una desintoxicación del mismo.

De forma muy general, los microorganismos del suelo pueden clasificarse en microorganismos descomponedores y microorganismos humificadores; ambos tipos son aeróbicos.

La diversidad de la microbiología del suelo depende de la naturaleza del ambiente y de factores que tienen influencia sobre el crecimiento y la actividad de cada uno de los microorganismos, tales como temperatura, luz, aireación, nutrimentos, sustancias orgánicas, pH y agua. Los microorganismos, al igual que cualquier ser vivo, son susceptibles a las modificaciones negativas en su medio natural y reaccionan rápidamente a cambios en sus condiciones de vida. La composición y población de microorganismos en los suelos cultivados no se puede comparar con la flora de los suelos en áreas sin cultivar, en áreas vírgenes o de bosque.

Las actividades agrícolas como el laboreo de suelos, el riego, los monocultivos y el uso de venenos agrícolas tienen una influencia negativa sobre el número y diversidad de la microflora aeróbica del suelo. Por el contrario, prácticas adecuadas como la conservación de suelos, el uso de abonos verdes y compost, la rotación y diversificación de cultivos favorecerán su multiplicación. Mientras mayor sea el número de plantas cultivadas (policultivos o cultivos asociados, bosques naturales) y más compleja sea la composición química de la biomasa, mayor será la diversidad de la microflora del suelo en especies, así como en número y actividades que desarrollen. Los suelos altamente fértiles y productivos

presentan una alta cantidad de materia orgánica y una gran diversidad de flora microbiana.

Los microorganismos humificadores son mucho más susceptibles que los descomponedores a las condiciones adversas en el suelo y la falta de alimento, la compactación y el uso de venenos agrícolas acaban con ellos rápidamente.

Es importante hacer notar que si los microorganismos del suelo (y especialmente los humificadores) se han extinguido, su recuperación es imposible aunque se cambien por completo las prácticas de cultivo. Solamente una reintroducción de estas especies, por medio de inóculos especiales, acompañados de un cuidado y prácticas apropiadas podrá devolverle al suelo la biodiversidad perdida. Esto es más fácil de comprender si se compara con la pérdida de otras especies que son más "visibles" al ser humano como mamíferos, reptiles o aves en una región determinada (p. Ej. el caso del pato Poc en el Lago de Atitlán). Después de que la especie en cuestión se ha extinguido y aunque algún tiempo después el área sea declarada como protegida y las condiciones de manejo se mejoren, la especie no podrá surgir espontáneamente, a menos que el hombre inicie un programa de reintroducción de la misma.

Por otro lado, casi todos los microorganismos patógenos viven bajo condiciones anaeróbicas, es decir en ausencia de oxígeno. Estos microorganismos no tienen oportunidad de sobrevivir en suelos sanos donde las condiciones son altamente aeróbicas, pero pueden llegar a multiplicarse si las

condiciones anaeróbicas se presentan (p. ej. compactación, inundación) y generar putrefacción. La fermentación dañina o putrefacción es el proceso por medio del cual ciertos microorganismos degradan proteínas de forma anaeróbica (en ausencia de oxígeno) dando como resultado productos parcialmente descompuestos y productos con olor putrefacto, que son tóxicos para animales y plantas (amoníaco, indoles, escatoles, mercaptanos, ácido sulfhídrico, putrescina, cadaverina y metano). Posteriormente, estos compuestos se transforman en otras sustancias inorgánicas igualmente dañinas y relativamente insolubles.

Los suelos putrefactos producen plantas enfermas altamente susceptibles a enfermedades, a los ataques de insectos y a la proliferación de hierbas indeseables.

MATERIA ORGÁNICA Y HUMUS

Muchas veces se utilizan los términos "humus" y "materia orgánica" como sinónimos, pero es necesario aclarar que no lo son. Tampoco es correcto hablar "del humus" ya que en el suelo existen muchas formas de humus, o mejor dicho, de "estados del humus" o niveles de humus. Este error en terminología se debe en gran parte a que los análisis convencionales de suelos reportan solamente el % de materia orgánica del suelo sin especificar el estado de la misma. La materia orgánica es la fracción orgánica del suelo conformada tanto por organismos vivos como por residuos de organismos vivos en diferentes grados de descomposición. El humus es solamente una pequeña parte de la materia orgánica; es el producto final de la

descomposición de la materia orgánica y es relativamente estable.

Si a un suelo sano se le agrega materia orgánica fresca en forma de abonos verdes, estiércoles animales o residuos de cosecha, el resultado es una multiplicación inmediata de los microorganismos. Las bacterias, los hongos y los actinomicetos (microorganismos descomponedores), descomponen la materia orgánica cruda en partículas más pequeñas (gomas, ceras, ligninas) resistentes a la descomposición posterior, y en compuestos orgánicos más simples (azúcares, aminoácidos) que son solubles en agua. Después de la fase de descomposición, un segundo grupo de microorganismos (humificadores) fijan estos materiales, especialmente las ligninas y la masa microbiana transformándolas en sustancias húmicas más estables (ácido fúlvico, ácido húmico y huminas). Este proceso se conoce como humificación y se divide en dos fases: 1) fijación de los nutrimentos solubles en agua en humus friable o humus nutritivo y 2) formación de humus estable o humus permanente.

En resumen, en un suelo sano con poblaciones abundantes de microorganismos descomponedores y humificadores, ambos se turnan para trabajar con la materia orgánica. Sin embargo, si los microorganismos humificadores no se encuentran presentes o si se encuentran solamente en pequeñas cantidades, los descomponedores siempre realizarán su parte del trabajo (descomposición de materia orgánica y liberación de nutrimentos), pero la parte de fijación de nutrimentos no se podrá llevar a cabo.

Esto puede conducir a situaciones de desperdicio de nutrientes, que a su vez redundan en daños a las plantas, a los animales, al hombre y al ambiente:

- Si las plantas absorben demasiados nutrientes, la planta sufre de desequilibrios y es más susceptible al ataque de enfermedades e insectos (ver teoría de la trofobiosis).
- Si las plantas absorben demasiados nutrientes, éstos se acumulan en la planta y pueden resultar tóxicos para animales y plantas (p. ej. exceso de nitratos en pastos y hortalizas).
- Si los nutrientes no son absorbidos por la planta, éstos se lixivian (percolan) en el suelo y llegan a contaminar las aguas subterráneas (p. ej. exceso de nitratos en el agua potable o de pozo), o las aguas superficiales (exceso de nitratos y fosfatos producen eutroficación de ríos y lagos).

En un suelo sano, la planta tiene la capacidad de enviarle a los microorganismos mensajes sobre sus necesidades nutritivas y éstos, a su vez, están en capacidad de tomar los nutrientes necesarios de su fuente de reserva que es el humus para alimentar a la planta.

Entonces es muy importante entender que solamente un suelo sano, tendrá la capacidad de producir plantas sanas y fuertes, resistentes a enfermedades y ataques de insectos. Además, un suelo sano tiene menos problemas con hierbas indeseables, las cuales surgen como indicadores de problemas específicos en el suelo (p. ej. exceso de ciertos nutrientes, compactación y acidez, entre otros)

Este es un concepto básico en agricultura ecológica el cual debe servir de guía para el trabajo del/la agricultor(a). Hay que concentrar todos los esfuerzos en mejorar y mantener la vida y la salud del suelo ya que con esto, los demás problemas como enfermedades, ataques de insectos y otros organismos y el surgimiento de hierbas indeseables, se controlarán por sí mismo. A primera vista esto puede parecer fantástico, pero no hay que olvidar que esta es la forma en que la naturaleza ha trabajado por miles de años y lo único el/la agricultor(a) necesita es la sabiduría necesaria para poder imitar estos ciclos naturales.

¿Cómo se puede determinar la calidad microbiológica del suelo de la parcela?

Como se mencionó anteriormente, en nuestro medio no existen métodos sencillos para determinar la riqueza microbiológica del suelo. Sin embargo, si el cafetal presenta problemas de enfermedades, ataques de insectos, nematodos, etc. este es un signo claro de que se trata de suelos enfermos que necesitan ser revitalizados.

Para tener una idea aproximada e indirecta de la calidad del suelo, se pueden aplicar los métodos cualitativos contenidos en el documento titulado *Herramientas para Conocer Entender, Valorar y Trabajar el Suelo como un Organismo Vivo* de Vecinos Mundiales (ver bibliografía), que ayudan a determinar parámetros tales como materia orgánica, aireación, textura, etc. Estos métodos se pueden complementar con un análisis convencional de suelos.

CONSERVACIÓN DE SUELOS

Muchas parcelas de café, especialmente las de pequeños agricultores, se encuentran ubicadas en lugares con fuertes pendientes y suelos pobres en humus por lo que es muy importante introducir prácticas de conservación de suelos para minimizar los daños causados por la erosión y mantener la fertilidad del suelo a largo plazo. Para profundizar en el tema consulte los diferentes documentos sobre conservación de suelos que se encuentran en la bibliografía y que se encuentran adaptados para la región centroamericana (SIMAS, PASOLAC).

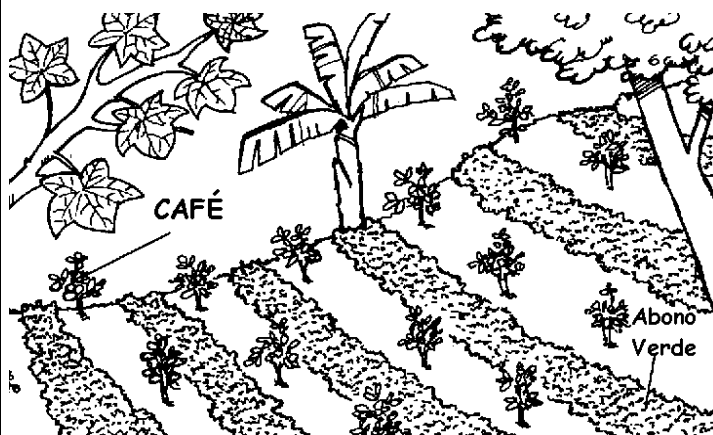
ABONOS VERDES

La materia orgánica y los abonos verdes son importantes para la evolución de los suelos donde se cultiva café en Guatemala. A través de la actividad microbiológica que generan los abonos verdes ponen a disposición de la planta los minerales que se encuentran fijos en el suelo. Facilitan la conquista de la profundidad de los suelos aumentando cada vez más la espesura de la capa cultivable, al mismo tiempo que lo recuperan y lo conservan contra los impactos que provocan su erosión.

Los abonos verdes y la materia orgánica minimizan y amortiguan los grandes impactos que sufren los suelos por la actual explotación irracional de los sistemas agropecuarios, debido a las presiones socioeconómicas y ambientales impuestas por una sociedad agraria mercantilista, que constantemente los saquea y los degrada, para satisfacer "necesidades" cortoplacistas cada vez mayores sin cuestionarse la importancia de la

conservación del suelo, como un aporte social para la construcción de poblaciones agrarias, más justas y humanas. Por otro lado, los sistemas naturales difieren de los agrosistemas productivos en su gran estabilidad y funcionalidad, ya que estos últimos pierden estas dos características por la intervención humana, conduciendo a una situación de contaminación, degradación y alteración biogeoquímica irreversible.

Trabajar los suelos cultivados con café a partir del uso de abonos verdes un sistema fácil de lograr a corto plazo. No quita tiempo y no exige dinero cuando ya se tiene establecido un sistema de "banco de semillas" individual o comunitario. Los abonos verdes son un sistema seguro, económico, eficaz y sencillo de lograr la reconversión de una agricultura convencional hacia una agricultura ecológica.



Principales aportes que se obtienen con los abonos verdes en tierras cultivadas con café
Por Jairo Restrepo

1. Conservan la humedad de los suelos y reducen la evaporación.
2. Amortiguan los cambios de temperatura.
3. Evitan el impacto directo del agua el suelo.
4. Impiden la desagregación del suelo y evitan la formación de costras impermeables superficiales.
5. Protegen los suelos del sol y del viento.
6. Son una fuente constante de materia orgánica.
7. Reducen el escurrimiento superficial del agua.
8. Contribuyen al mejoramiento de la tasa de infiltración y drenaje de los suelos.
9. Favorecen la bioestructura y estabilidad de los suelos.
10. Aumentan la capacidad efectiva del intercambio catiónico del suelo.
11. Mejoran la permeabilidad de los suelos, su aireación y porosidad.
12. Fijan el nitrógeno atmosférico y promueven su aporte al suelo.
13. Controlan el desarrollo de la población de las plantas por su efecto supresor y/o alelopático.
14. Mejoran la capilaridad en los suelos.
15. Sirven para perforar capas compactadas y tienen el comportamiento de un arado biológico.
16. Sirven para extraer agua y minerales del sub-suelo aumentando su disponibilidad.
17. Producen sustancias orgánicas fito-estimulantes y alelopáticas.
18. Auxilian en la formación de ácidos orgánicos, fundamentales al proceso de solubilización.
19. Pueden ser utilizados, tanto para la alimentación animal como humana.
20. Son una fuente energética alternativa (leña, carbón, forraje, otros).
21. Favorecen la colonización del suelo por la macro y microvida en capas profundas.
22. Sirven como fuente constante de producción de biomasa y semillas (perennes y/o anuales).
23. Favorecen la biodiversidad de la fauna y la flora, contribuyendo a la estabilidad ambiental.
24. Son una fuente de enriquecimiento nutrimental del suelo y de reciclaje.
25. Sirven para solubilizar nutrimentos no disponibles a los cultivos.
26. Con sus síntesis vegetales, mantienen en constante actividad los ciclos nutrimentales en la relación de suelo / microvida / planta.
27. Disminuyen la lixiviación de nutrimentos hacia las capas más profundas del suelo.
28. Favorecen gradualmente el espesor del suelo útil, por el constante intemperismo de la roca madre.
29. Proveen al suelo una alta tasa de humus microbiológico.
30. Permiten a los agricultores tener mayores opciones económicas.
31. Su rotación y asociación favorecen el control de insectos, nematodos y microorganismos, particularmente los que atacan las raíces.
32. Combaten la desertificación, al controlar todos los factores que provocan erosión en los suelos.
33. Contribuyen al logro de cosechas más seguras y eficientes.
34. Sirven para el control de muchas especies de insectos con el "efecto

trampa”, al mismo tiempo que atraen otras especies benéficas.

Las ramas y hojas de los árboles de sombra y las ramas del cafetal son también una fuente de abono verde. Para hacer un mejor uso de este recurso, hay que tomar en cuenta varios factores:

- Algunos árboles de sombra fijan nitrógeno, pero otros no.
- La hojarasca de algunos árboles se descompone más rápidamente que la de otros.
- Las ramas de los árboles podados caen en algunas partes más que en otras.

Por lo tanto es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

- Todas las hojas y hierbas ricas en nutrimentos y de rápida descomposición debe ser colocado dentro de la zona de goteo del cafetal, es decir, bajo el dosel de la planta, donde tiene más probabilidad de ser aprovechado por los cafetos. Para acelerar la descomposición de esta materia verde, se puede utilizar la fórmula a base de suero de leche (ver biofertilizantes en apéndice).
- Los materiales que se descomponen lentamente tienen un mejor lugar sobre las calles como cobertura muerta.
- Colocación de las ramas podadas donde las hierbas indeseables crecen más vigorosas (control de hierbas).

En Centroamérica existen varias experiencias exitosas de cultivo de café en combinación con abonos verdes que han sido documentadas por varias organizaciones, entre ellas, CIDI COO y Vecinos Mundiales en Honduras. Algunos ejemplos pueden consultarse en el apéndice. Sin embargo, si se toma la

decisión de utilizar esta tecnología, el primer problema que se debe resolver es dónde conseguir una fuente confiable y más o menos permanente de semillas ya que éstas no son un producto de uso común. Una solución a largo plazo podría ser que el/la agricultor(a) en coordinación y/o cooperación con otros agricultores interesados produzcan sus propias semillas.

USO DE ABONOS ORGÁNICOS

¿Por qué usar compost?

1. Aboneras Convencionales

La elaboración de aboneras y el uso de compost es una de las tecnologías agrícolas más antiguas. En cualquier parte donde existan desechos orgánicos, se puede elaborar una abonera y obtener abono orgánico de buena calidad. Sin embargo es importante hacer énfasis en que el concepto tradicional de la abonera donde solamente se acumulan los desechos para que se descompongan sin darles un manejo técnico no es el más apropiado para obtener los mejores resultados. Una abonera bajo condiciones anaeróbicas, solamente genera muchos productos de putrefacción y muchas pérdidas de nutrimentos. El resultado final es un abono orgánico de mala calidad que no contribuye a mejorar la calidad del suelo, sino todo lo contrario, fomenta el desarrollo de enfermedades, el ataque de insectos y otros organismos dañinos, así como el desarrollo de hierbas indeseables.

HAY QUE RECORDAR QUE EL PEOR ENEMIGO DE LA FERTILIDAD ES LA PUTREFACCIÓN.

2. Aboneras Mejoradas

Especialmente el cultivo ecológico del café puede hacer buen uso de la pulpa de café que muchas veces, y desde hace muchos años, ha significado un enorme problema de desechos para la caficultura convencional. Muchos ríos y lagos en Centroamérica se encuentran casi muertos por no haber sabido reciclar toda esa materia orgánica y nutrimentos de vuelta al cafetal.

El uso de compost de buena calidad tiene muchas ventajas, entre ellas se encuentran:

- ✓ Aumenta la diversidad de la microflora del suelo, sobre todo cuando se utilizan residuos agrícolas de diferente tipo para su elaboración.
- ✓ Ayuda a mejorar la estructura del suelo, evita la erosión.
- ✓ Favorece el mejoramiento de la bioestructura del suelo, haciéndolo esponjoso y por lo tanto ayuda en las temporadas secas (mejora la retención de humedad).
- ✓ Mantiene un alto nivel de vida, da alimento y sustento a miles de millones de bacterias, hongos y protozoarios, que ayudan a la fertilidad de la tierra.
- ✓ Disminuye dramáticamente la incidencia de enfermedades y ataques de insectos así como el surgimiento de hierbas indeseables.
- ✓ Mejora la filtración de agua y también la respiración de la tierra.

- ✓ Proporciona a la planta el alimento que va necesitando para su desarrollo y funcionamiento.
- ✓ El compost terminado no quema las plantas o sus raíces, no perjudica y no contamina la tierra, el agua y el ambiente.
- ✓ Es perfectamente compatible con los elementos que ya se encuentran en la tierra de cultivo.
- ✓ Aumenta los rendimientos de los cultivos.
- ✓ Aumenta la vida de anaquel de los productos agrícolas y su calidad.
- ✓ Reduce los costos de fertilización al utilizar materiales de la propia finca.

Para que el compost realmente cumpla todas y cada una de las funciones anteriores, tiene que ser elaborado con materiales de primera calidad que a su vez produzcan abundante humus y una fijación óptima de nutrimentos (ver apéndice para mayores detalles).

Además de la calidad de los materiales es muy importante mantener las condiciones aeróbicas de la pila de compost o abonera, la temperatura, el nivel de humedad y el tiempo de compostaje.

La elaboración de compost se divide en dos etapas: Fase de Degradación y Fase de Formación.

Se Debe Evitar el Desperdicio de Recursos Valiosos y la Contaminación de Ríos y Lagos



Fase de degradación

Durante la fase de degradación los desechos orgánicos se descomponen en partículas más pequeñas. Las proteínas se descomponen en aminoácidos, aminas y finalmente en amoníaco, nitratos, nitritos y nitrógeno libre. La urea, los ácidos úricos y otras sustancias no proteicas que contienen nitrógeno son reducidas a amoníaco, nitritos, nitratos y nitrógeno libre. Los compuestos de carbono se oxidan a dióxido de carbono (aeróbicamente) o son reducidos a metano (anaeróbicamente). Entre los organismos que favorecen los procesos de degradación se encuentran los formadores de amoníaco, los formadores de nitratos y los

degradadores de celulosa, azúcares y almidones.

Fase de formación

Durante la fase de formación, los compuestos simples son convertidos en sustancias húmicas complejas. Los organismos responsables de la transformación de estas sustancias en humus son aeróbicos y aeróbicos facultativos, esporuladores y no esporuladores y bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Azotobacter* y *Nitrosomonas*. Los actinomicetos y estreptomicetos también juegan un papel importante.

A continuación varios de los puntos clave que deben tomarse en cuenta para que las fases de degradación y formación se desarrollen sin problemas:

- Adición de suelo rico en arcilla a la pila de compost: La práctica de agregar suelo al compost proviene de la agricultura biodinámica y fue desarrollada por Rudolf Steiner, su promotor. La arcilla es un ingrediente básico para la formación del complejo arcilla-humus, el cual es la base de la fertilidad del suelo.
- Aireación: Para que los microorganismos puedan degradar la materia orgánica y formar humus, es importante mantener la pila de compost con abundancia de oxígeno. Los procesos aeróbicos generan mucho CO₂ y crean un ambiente anaeróbico porque desplazan el oxígeno. Para liberar este CO₂ e incorporar oxígeno a la pila de compost es necesario voltearla con regularidad y siempre mantener la forma triangular que facilita la liberación de CO₂, el control de la temperatura y la humedad (2,5 m de ancho X 1,4 m de alto como máximo)
- Humedad: La humedad es clave para que los materiales se degraden adecuadamente y se forme humus. Si la abonera está demasiado húmeda, habrá pérdida de nutrientes y poca aireación. Si está demasiado seca, los microorganismos no podrán trabajar adecuadamente. La mejor forma de controlar la humedad desde un inicio es a través de la prueba del puño (ver apéndice para su aplicación práctica).
- Temperatura: Los procesos de descomposición que se llevan a cabo dentro de la abonera liberan bastante

calor. Si la temperatura sube demasiado, habrá pérdida de nutrientes y los microorganismos benéficos morirán, por eso es importante controlarla y mantenerla entre 58-65 °C (volteos frecuentes). A esta temperatura también se produce un control adecuado de los microorganismos patógenos (ver apéndice para elaboración de aboneras).

- Protección: Una abonera sin protección está expuesta a las lluvias, al sol y al viento por lo que es necesario mantenerla cubierta para evitar que se humedezca o se reseque demasiado. Los rayos del sol tienen un efecto dañino sobre los microorganismos que se encuentran en la superficie de la abonera. Para cubrirla se pueden utilizar sacos plásticos, hojas de palma o banano/plátano o cualquier otro material local que sea impermeable, pero que deje "respirar" a la abonera.
- Tiempo de degradación/humificación (formación de humus): la abonera mejorada necesita un mínimo de 6 semanas para producir un compost de buena calidad. Especialmente las últimas dos semanas son muy importantes, cuando la fase de humificación se lleva a cabo. Un compost de menos de 6 semanas no está listo para ser incorporado en el campo ya que en vez de mejorar el suelo, podría fomentar la aparición de enfermedades y ataques de insectos en los cultivos porque no está completamente terminado.

Para mayores detalles en cuanto a la elaboración de una pila de compost o abonera, ver apéndice.

¿Cuánto compost se debe aplicar al cafetal y en qué forma?

La cantidad de compost que se aplica a los cafetales depende del tipo de suelo, del estado general de las plantas de café, de la disponibilidad de materiales para elaborar las aboneras y de la distancia entre el lugar de elaboración del compost y las plantas de café.

El momento más adecuado para aplicar el compost es al inicio de la época de lluvias y generalmente durante la época de

transición (conversión al manejo ecológico), las aplicaciones deberán realizarse anualmente durante los primeros dos o tres años.

Si se cuenta con suficiente material para elaborar aboneras, en las tablas siguiente se presentan recomendaciones generales para realizar aplicaciones de acuerdo al estado de las plantas dentro del cafetal.

Si el/la agricultor(a) no cuenta con suficientes materiales, debe aplicar solamente en las plantas que más lo necesitan.

Guía para la Aplicación de Compost en Parcelas en Transición Datos en Metros Cúbicos por Unidad de Área Cultivada

Para Formación de Suelos	30 metros cúbicos/hectárea/año 21 metros cúbicos/manzana/año 1,3 metros cúbicos/cuerda/año (Occidente) 3,36 metros cúbicos/cuerda/año (Altiplano Central)
Para Formación de Suelos Muy Degradados	50 metros cúbicos/hectárea/año 35 metros cúbicos/manzana/año 2,2 metros cúbicos/cuerda/año (Occidente) 5,6 metros cúbicos/cuerda/año/ (Altiplano Central)
Para Mantenimiento Mínimo	15-20 metros cúbicos/hectárea/año 10,5-14 metros cúbicos/manzana/año 0,7- 0,9 metros cúbicos/cuerda/año (Occidente) 1,68 - 2,24 metros cúbicos/cuerda/año/ (Altiplano Central)

Guía Para la Aplicación de Compost en el Cafetal Establecido Datos en kilos/libras por Planta

Tipo de Suelo/ Salud del Cafetal	Dosis por Planta	Frecuencia
Tierra negra: 15 cm profundidad	1 kilo (2.2 libras)	Repetir al tercer año
Amarillento, rojizo o café (barro) o blanquizco (arena)	3 kilos (6.6 libras)	Repetir cada año
Intermedio entre los dos anteriores	2 kilos (4.4 libras)	Repetir a los dos años
Plantas verdes y con abundante floración/frutos	1 kilo (2.2 libras)	Repetir al tercer año
Plantas verdes pero decaídas, con manchas amarillas, rojas o cafés. Pocas flores/frutos	2 kilos (4.4 libras)	Repetir a los dos años
Plantas con pocas hojas, floración, pero pocos frutos	3 kilos (6.6 libras)	Repetir cada año

Adaptado de Sánchez, R. 1990. Manual práctico del cultivo biológico del café orgánico. SOS Wereldhandel, Motozintla, México. 333 p.

Para un mejor aprovechamiento de los nutrimentos y de la actividad microbiana, la cantidad determinada de compost debe incorporarse en el suelo alrededor de la planta.



Inoculantes Microbiológicos

El propósito de incluir en esta sección una breve descripción de los inoculantes microbiológicos es para que el/la agricultor(a) y el/la técnico(a) de campo tengan conocimiento de su existencia y de las ventajas que pueden brindarle a largo plazo para devolverle la fertilidad natural al suelo.

No se trata de introducir nuevos paquetes tecnológicos que sigan creando la dependencia entre los caficultores(as), ya que las aboneras se pueden elaborar omitiendo el uso de esta tecnología. Vecinos Mundiales tampoco tiene intereses comerciales en este sentido. Sin embargo, es importante dar a conocer que su utilización presenta una de las mejores alternativas modernas y viables de recuperación de suelos y reciclaje de nutrimentos que en estos momentos están revolucionando la agricultura ecológica a nivel mundial.

1. Inoculantes para Aboneras o "Compost Starters"

La forma más efectiva de devolverle al suelo la biodiversidad perdida es por medio de la inoculación de las aboneras en el momento de su preparación, o la inoculación de los abonos verdes en el momento de su incorporación al suelo. El inóculo debe contener una composición adecuada de microorganismos descomponedores y humificadores que imiten los ciclos de la naturaleza.

Uno de los primeros inoculantes de uso comercial en los Estados Unidos y uno de los más completos fue desarrollado por el Dr. Ehrenfried Pfeiffer, quien realizó

investigaciones extensivas en Estados Unidos y Europa en el campo de la agricultura biodinámica y en el tratamiento de desechos sólidos entre los años 1940-1950. El Dr. Pfeiffer fue discípulo de Rudolf Steiner, quien a su vez diseñó los diferentes preparados que actualmente se utilizan en el método de agricultura biodinámica, desarrollada por él. El Dr. Pfeiffer produjo este tipo de inóculo específicamente para los sistemas de tratamiento de basuras municipales en Nueva York, de tal forma que los encargados de la elaboración del compost, que no estaban muy familiarizados con los métodos de compostaje biodinámicos, pudieran estar en capacidad de producir un compost de buena calidad.

En la actualidad este inóculo es producido y utilizado por muchos agricultores biodinámicos en Estados Unidos (BD Compost Starter ®). En Austria y otros países de Europa, donde se puede adquirir comercialmente, se le utiliza como un componente clave para el método CMC de compostaje. El inoculante CMC no contiene organismos modificados genéticamente.

2. Microorganismos efectivos (EM).

El concepto de los microorganismos efectivos o EM fue desarrollado en los años 1980 por el Dr. Teruo Higa, profesor de horticultura en la Universidad de El Ryukyus, en Okinawa, Japón. En Europa se les conoce con el nombre de SESO.

EM contiene especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias lácticas, levaduras y un número más reducido de

bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos anaeróbicos y aeróbicos facultativos. Todos estos son compatibles entre sí y pueden coexistir en un medio líquido.

EM es un aditivo excelente para evita la putrefacción de desechos ricos en agua y azúcares como la pulpa de café, basuras domésticas y otros subproductos agroindustriales. También puede ser utilizado para conservar los estiércoles animales, previo a ser composteados para evitar pérdidas de nutrimentos y formación de sustancias tóxicas.

EM desarrolla un proceso de fermentación anaeróbica por medio del cual los desechos pueden ser conservados hasta el momento de ser composteados. Si se utiliza EM en materiales o suelos putrefactos, también tiene la capacidad de desintoxicarlos.

La diferencia fundamental entre EM y el inóculo CMC para aboneras, es que EM no contiene microorganismos humificadores y solamente está diseñado para conservar anaeróticamente y/o desintoxicar los desechos (o suelos) y no para compostearlos, proceso último que debe realizarse aeróticamente para poder aprovechar los nutrimentos contenidos en estos desechos y formar humus para fijarlos.

En Latinoamérica, el centro principal de producción de EM está localizado en la EARTH (Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda) en Costa Rica.

EM tampoco contiene microorganismos modificados genéticamente.

COMPOSICIÓN DE EM	
Grupos de Microorganismos	Géneros
Bacterias lácticas o lactobacilos	<i>Streptomyces albus albus</i>
Bacterias fotosintéticas	<i>Rhodopseudomonas sphaeroides</i>
Levaduras	<i>Lactobacillus plantarum</i>
Actinomicetos	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>
Hongos	<i>Streptococcus lactis</i> y <i>S. faecalis</i>
	<i>Aspergillus oryzae</i>
	<i>Mucor hiemalis</i>
	<i>Saccharomyces cerivisiae</i>
	<i>Candida utilis</i>

Fuente: Higa, T.; Parr, J.F. 1994. Nützliche und effektive Mikroorganismen für eine Dauerthafte Landwirtschaft und eine gesunde Umwelt (Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura sostenible y un ambiente sano) .

A continuación se presenta una tabla-resumen con características específicas y las diferencias entre los Microorganismos Efectivos ó EM (SESO) y el Inóculo CMC.

CMC-Compost Starter (Compostaje Microbiológico Controlado)	EM (Microorganismos Efectivos)/SESO
Ambos son inoculantes, es decir que se utilizan para introducir microorganismos en un medio determinado (suelo, desechos orgánicos, etc.)	
Es un polvo gris	Es un líquido color ámbar
Tiene una vida de anaquel de 2 años, garantizada por el productor (si se almacena en lugar obscuro, fresco y seco)	Tiene una vida de anaquel de 6 meses garantizada por el productor (si se almacena aproximadamente a 5 °C)
Contiene microorganismos AERÓBICOS	Contiene microorganismos ANAERÓBICOS y AERÓBICOS FACULTATIVOS
Los microorganismos necesitan OXÍGENO para sobrevivir y reproducirse. Pueden vivir indefinidamente en presencia de oxígeno, pero mueren en ausencia de este elemento	Los microorganismos NO TOLERAN EL OXÍGENO y mueren rápidamente (en 3 ó 4 días) en presencia de este elemento. Pueden vivir bajo condiciones anaeróbicas siempre y cuando tengan alimento disponible.
Toleran temperaturas entre -50°C - 65 °C	Toleran temperaturas entre 5 °C - 45 °C
EXCELENTE como aditivo para compostear <ul style="list-style-type: none"> • Mejora la eficiencia del proceso • Previene la pérdida de nutrimentos • Produce un proceso de compostaje parejo y fácil de manejar • Proporciona los microorganismos necesarios para la FOMACIÓN DE HUMUS 	NO ES ADECUADO para compostear <ul style="list-style-type: none"> • Muere a 45 °C y la temperatura de la pila de compost debe llegar hasta 65 °C para garantizar un proceso de pasteurización • NO posee la habilidad para prevenir pérdidas de nutrimentos • NO contiene microorganismos humificadores
Previene la putrefacción de desechos orgánicos SOLAMENTE bajo condiciones AERÓBICAS . P. Ej. durante la incorporación de abonos verdes	EXCELENTE para prevenir la putrefacción en cualquier material orgánico bajo condiciones ANAERÓBICAS
Digiere materiales orgánicos AERÓBICAMENTE	CONSERVA materiales orgánicos por medio de una fermentación ANAERÓBICA
POSEE EXCELENTES propiedades para la formación de humus	NO TIENE ninguna habilidad para formar humus
TIENE capacidad de liberar nutrimentos y de fijarlos	Tiene capacidad de liberar nutrimentos, pero NO TIENE capacidad para fijarlos
PREVIENE la pérdida de nutrimentos debido a su capacidad humificadora	Produce la pérdida de nutrimentos y su percolación/lixiviación debido a que CARECE de la habilidad para formar humus
PREVIENE LA PUTREFACCIÓN bajo condiciones AERÓBICAS	PREVIENE LA PUTREFACCIÓN bajo condiciones ANAERÓBICAS

Fuente: Materiales de referencia del Seminario Internacional sobre Compostaje CMC Realizado en Passau, Alemania y Peuerbach, Austria del 18-28.10.2 000.