EDN ECHO Notas de desarrollo

Julio 2007
Número 96

Editado por Martin Price
y Dawn Berkelaar

ECHO es una organización cristiana sin fines de lucro cuya visión es llevar gloria a Dios y bendición a la humanidad utilizando la ciencia y la tecnología para ayudar a los pobres.

Puntos de relieve

1 Un nuevo vistazo a la vida debajo de la superficie

3 Recordatorio: Conferencia Agrícola de ECHO

9 Del Banco de Semillas de ECHO: Marango PKM-2

ECHO
17391 Durrance Rd
North Ft. Myers, FL 33917
USA
Telf.: (239) 543-3246
Fax: (239) 543-5317
echo@echonet.org
http://www.echonet.org
http://www.echotech.org

Un nuevo vistazo a la vida debajo de la superficie

Por Danny Blank
Gerente de la Finca ECHO

Demasiado a menudo, la producción agrícola y las prácticas de uso de la tierra contribuyen a la degradación de la misma, lo que da como resultado inseguridad alimentaria y pobreza. Este artículo da un nuevo vistazo a lo que sucede en el suelo, especialmente en relación con la materia orgánica y los organismos que ésta sostiene; de qué manera esta vida en el suelo es impactada por nuestras prácticas de cuidado de la tierra; y de qué manera a su vez esto impacta en la productividad de nuestras granjas.

Por años, ECHO ha resaltado las prácticas de producción que optimizan los niveles de la materia orgánica del suelo (MOS), como una clave para el incremento y sostenimiento de la producción de alimentos. El otoño pasado tomé un curso de una semana sobre "Soil Foodweb" impartido por la Dra. Elaine Ingham de Soil Foodweb Inc (http://www.soilfoodweb.com/). El curso se enfocó sobre la forma en que la diversidad, el balance y abundancia de organizamos del suelo son fundamentales para el logro de un suelo sano. Me sorprendieron los nuevos enfoques y las aplicaciones prácticas que aprendí. Esto ayudó en ECHO a comprender algunas cosas que hemos observado en nuestras tierras y también sugirió nuevos enfoques de cómo trabajar en el futuro con el suelo y el compost.

En este artículo, compartiré los nuevos enfoques e información más importantes que aprendí durante esa semana. Mi meta es ayudarle a comprender de mejor manera cómo la **vida** por debajo de la superficie está interconectada con la **vida** sobre la superficie y como reparar suelos dañados a través de practicas de cuido de la tierra que maximicen y mantengan la MOS y la diversidad de vida en lo que es llamado la “red de alimentos del suelo.”

A menudo, el suelo es descrito en los libros de texto como rocas y minerales, aire, agua, organismos vivientes y material orgánica en descomposición. Aunque esta es una descripción exacta, la biología del suelo a menudo ocupa un papel secundario comparada con la química y física de los suelos—los suelos son clasificados en gran medida en base a la presencia o ausencia de ciertos tipos y tamaño de minerales. Sin embargo, los organismos del suelo juegan un papel enorme y subestimado en la productividad y la salud de los suelos. Cuando una selva tropical es talada, quemada y se somete al suelo a cultivos y quemas anuales a menudo vemos que este sitio una vez altamente productivo ahora apenas es capaz de mantener un cultivo de maíz. ¿Qué sucedió? Existe una creciente comprensión de que las respuestas a estas preguntas demasiado comunes se encuentran en la abundancia y diversidad de vida debajo de la superficie.

El concepto de la red de alimentos del suelo

La red de alimentos del suelo es esencialmente la comunidad de organismos que viven en el suelo. Cada campo de cultivo, bosque, pradera o pastizal posee su propia red de alimentos del suelo con un conjunto único de organismos. Los suelos saludables contienen poblaciones masivas de bacterias, hongos, protozoos, nemátodos, artrópodos del suelo, y lombrices de tierra (Figura 1). Una cucharada (aprox. un gramo) de suelo productivo contiene entre 100

millones y 1 mil millones de bacterias. ¡Contiene cerca de 25,000 especies de bacterias y 8,000 especies de hongos!.

Tal como las plantas que observamos por encima del suelo difieren de un sitio a otro, la proporción y diversidad de organismos del suelo cambian con la región, clima, sucesión vegetal y alteraciones del suelo. Las praderas y los campos agrícolas generalmente poseen redes de alimentos dominantes en bacterias mientras que los bosques usualmente poseen suelos dominantes en hongos. Los suelos agrícolas saludables, altamente productivos tienden a contener aproximadamente pesos iguales de bacterias y hongos (*Soil Biology Primer*).

La vida del suelo es dinámica y compleja. Comprender esta compleja red de alimentos—la vida en el suelo—es vital para comprender de qué manera el mundo de las plantas crece y florece. Esta es la base para aprender como restaurar tierras dañadas, mejorar la producción agrícola y en última instancia mejorar la salud y los medios de vida de la gente. Los microorganismos del suelo juegan un papel muy grande en el sustento de la vida de la planta a través de la retención y reciclaje de nutrientes, la supresión de enfermedades, y el mejoramiento de la estructura del suelo, la capacidad de infiltración, absorción y retención de agua.

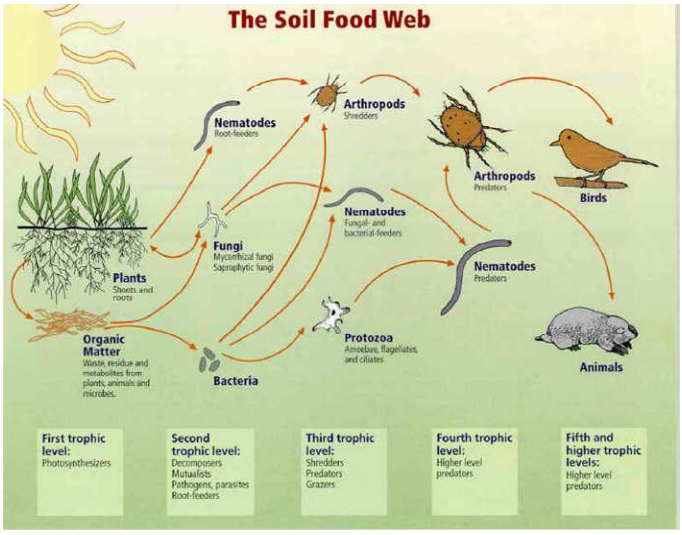

Figura 1: La Red de Alimentos del Suelo. Tomado de Ingham, E., et. al. 2000. Soil Biology Primer pág.5. Usado con permiso de Soil Foodweb, Inc. y de la Dra. Elaine Ingham.

Funciones de la red de alimentos del suelo

Retención de nutrientes. La habilidad del suelo para retener nutrientes es a menudo medida por lo que se conoce como capacidad de intercambio catiónico (CEC por sus siglas en ingles)—que es una medida de la carga negativa de un suelo (usualmente en las arcillas y la materia orgánica). Los organismos del suelo son raramente mencionados en referencia a la retención de nutrientes. Sin embargo, en la red de alimentos de un suelo saludable, se almacenan vastas reserves de importantes nutrientes de las plantas dentro de los cuerpos de las bacterias, de los hongos y de de otros organismos del suelo. Por ejemplo, no hay un organismo conocido en el planeta con más concentración de nitrógeno que las bacterias. Los hongos son típicamente los segundos en cuanto a concentración de nitrógeno (Ingham, *An Introduction to the Soil Foodweb*). Junto al nitrógeno también contienen otros nutrientes vitales para las plantas—altos niveles de fósforo, potasio, azufre, magnesio, calcio, etc. La descomposición sucede casi exclusivamente a través de estos dos conjuntos de organismos, los cuales a su vez almacenan en sus propios cuerpos nutrientes provenientes de la materia orgánica en descomposición inmovilizando a los nutrientes y por lo tanto reduciendo la lixiviación o lavado. Otro ejemplo es el calcio. El calcio es fijado al suelo de forma increíblemente fuerte por las hifas de los hongos. Sin una biomasa saludable de hongos, el calcio es fácilmente lavado a través de los suelos. La presencia de materia orgánica en descomposición en el suelo—hojas caídas, raíces, organismos muertos, etc.—junto con diversas poblaciones de bacterias y hongos son clave para inmovilizar y almacenar nutrientes en el suelo. Estos organismos ricos en nutrientes luego se convierten en la base para el ciclo vital de los nutrientes hacia las plantas.

Ciclo de Nutrientes. Tal como se mencionó anteriormente, los hongos y las bacterias poseen considerablemente más nitrógeno en sus cuerpos que otros organismos. La proporción carbono-nitrógeno para las bacterias es de alrededor de 5:1 y para los hongos de 20:1 (Ingham, *Overstory* #81). El ciclo de nutrientes sucede cuando otros conjuntos de organismos del suelo (principalmente protozoos, nemátodos que se alimentan de bacterias y hongos, micro-artrópodos y lombrices) están presentes para consumir las bacterias y hongos ricos en nutrientes y liberar dichos nutrientes en formas accesibles para las plantas. Un suelo sano contiene diversas especies y grandes poblaciones de protozoos, nemátodos beneficiosos, micro-artrópodos, y lombrices (Figura 1). Por ejemplo, un gramo de suelo saludable puede contener 1 millón de protozoos *(Soil Biology Primer*). Un solo protozoo, con una proporción C:N de 30:1, puede consumir 10,000 bacterias por día. Debido a que los protozoos necesitan menos nitrógeno, el exceso del mismo es excretado en forma de iones de amonio. Los iones de amonio son fijados más fuertemente a las partículas del suelo que los iones de nitrato, la forma más común (y soluble) de nitrógeno en los fertilizantes comerciales. Esta relación predador-presa existente entre los protozoos y las bacterias puede significar del 40% al 80% de nitrógeno en las plantas. (FAO *Soil Bulletin* #78). Se ha documentado una relación similar con los nemátodos que se alimentan de bacterias y hongos. Con una tasa de consumo de hasta 5,000 células/minuto, se cree que estos nemátodos beneficiosos (a diferencia de los tipos que se alimentan de las plantas tales como el nemátodo del nudo de la raíz) devuelven nitrógeno en el rango de 20-130 kg/ha/año, contribuyendo inmensamente al nitrógeno disponible para las plantas. (*FAO Soil Bulletin* #80). Estas interacciones rápidas y los incontables intercambio de nutrientes entre los organismos del suelo ocurren en zonas de la raíz de las plantas en donde existen las mayores concentraciones de organismos (debido a que los exudados de las raíces proporcionan alimentos a las

bacterias y los hongos los cuales a su vez atraen a sus predadores—protozoos, nemátodos, micro artrópodos y lombrices).

El ciclo de nutrientes que se lleva a cabo a través de estos predadores también ocurre con otros valiosos nutrientes de las plantas tales como el potasio, el fósforo, el calcio, el azufre, y el magnesio, resultando en una forma menos soluble de la que normalmente se aplica con fertilizantes sintéticos.

Otros organismos del suelo también están involucrados en formas más directas del ciclo de nutrientes. Las bacterias fijadoras de nitrógeno convierten el nitrógeno del aire en una forma utilizable por las plantas en la medida que colonizan las raíces de las leguminosas. La micorriza coloniza los sistemas de raíces de de plantas perennes como el café, los cultivos de granos básicos como el maíz y el sorgo, y hortalizas como la cebolla. Al hacer esto, estos hongos especializados efectúan ciclos de nutrientes al secretar enzimas que hacen soluble el fosfato de calcio y bombean el fósforo directamente a las plantas poniendo ahora a su disponibilidad nutrientes que de otra manera no podrían ser adquiridos por ellas. (Ingham, *An Introduction to the Soil Foodweb*). La micorriza también beneficia a los cultivos al ayudar en la supresión de enfermedades y la absorción del agua. En pruebas de campo llevadas a cabo en la Universidad Zamorano en Honduras se aplicaron micorrizas al momento de sembrar y luego una vez al año. Como resultado, la producción de café se incrementó en un 30% la producción de plátanos en un 23%, y la de jícama en un 35%. Adicionalmente, el uso de fertilizante para la producción en vivero de aguacates se redujo en un 50% (Comunicación personal con A. Rueda).

Estructura mejorada de los suelos, dinámica del aire y el agua. En la medida que las poblaciones de bacterias se incrementan, estas secretan materiales pegajosos parecidos al pegamento que aglomeran la arena, limo, arcilla y pequeñas partículas de MOS en micro-agregados (micro-conglomerados). Los hongos, los organismos más grandes conocidos en la tierra (un organismo puede cubrir miles de acres en un bosque), aglomeran los micro-agregados para formar estructuras agregadas más grandes de suelo, creando pasajes para la circulación del aire y el agua. Pasajes más grandes (poros) son creados por organismos más grandes como los nemátodos, artrópodos del suelo (p.ej., isópodos, miriápodos, cucarachas y ácaros del suelo), y las lombrices de tierra que atraviesan el suelo en busca de alimento. Las lombrices de tierra "glasean" los pasajes que crean con una capa de baba rica en nutrientes y microbialmente activa que mejora grandemente la capacidad de retención del agua y la estructura del suelo (Ingham, *An Introduction to the Soil Foodweb*). Las lombrices de tierra y muchos artrópodos del suelo también trituran la materia orgánica alimentándose de los organismos presentes en ella y luego excretando los nutrientes en forma accesible a las plantas.

Todos estos pequeños canales y poros se convierten en una serie de reservorios y en una red de transporte para el aire, agua, nutrientes, raíces y organismos. La eficiencia en el uso del agua ha sido mejorada hasta en un 50% en Australia con la reintroducción de la biología de suelos ausente—lo que significa que la misma cantidad de cosecha es producida con la mitad de agua debido a la mejora en la estructura del suelo y a la dinámica del agua que se crean con una red de alimentos del suelo saludable (Ingham, *An Introduction to the Soil Foodweb*).

Supresión de plagas y enfermedades. Los organismos del suelo eliminan componentes tóxicos del suelo, producen hormonas y químicos que promueven el crecimiento de las plantas, compiten con, superan y eliminan organismos que producen enfermedades, y actúan como solución amortiguadora del pH. Cuando existe un balance saludable y abundancia de organismos del suelo en la red de alimentos, las plagas y las enfermedades pueden ser competidas y superadas o bien pueden ser presa de depredadores. Una de nuestras peores plagas en Florida (y en la granja de ECHO) es el nemátodo que se alimenta de raíces. Esta plaga posee numerosos predadores en la red de alimentos—bacterias tales como *Pasteuria* y *Burkholderia*, nemátodos predadores, y hongos comedores de múltiples nemátodos tales como *Trichoderma* (Guerena, M. *Nematodes: Alternative Controls*). Las fórmulas comerciales de estos biocontroles son cada vez más accesibles. Cuando no se mantiene un balance (por ejemplo, si la diversidad de hongos y de biomasa es reducida), los micro artrópodos y los nemátodos que se alimentan de hongos cuya principal fuente de alimentos es normalmente alimentos en base a hongos pueden atacar, en vez de a los hongos, a las raíces de las plantas. La mayoría de nosotros estamos conscientes de los organismos beneficiosos como las mariquitas, las arañas y avispas que atacan a las plagas de los cultivos por encima de la superficie. Hay concentraciones mucho más grandes de organismos en el suelo. Mantener una red de alimentos del suelo saludable es esencial para una cosecha saludable y una producción sostenible en el largo plazo.

Recuerde: La 14a. Conferencia Agrícola de ECHO este año será del 6 al 8 de noviembre en Fort Myers, Florida.

Esperamos hasta 250 delegados a esta "conferencia de redes." Unase a nosotros al tiempo que los delegados comparten ideas, técnicas y experiencias que pueden ayudarle a ser más efectivo en su propio trabajo con la gente que lucha por sobrevivir bajo condiciones difíciles.

Algunos delegados son expertos trabajadores agrícolas para el desarrollo. Otros son solamente principiantes. Algunos están casi listos para iniciar su primera misión. Otros aún son estudiantes y otros están explorando si esto es lo que están llamados a hacer y también quienes quieren comprender de mejor manera la naturaleza de los problemas y sus posibles soluciones. Todos haremos amigos provenientes de todo el mundo que comparten preocupaciones y retos similares.

Un suelo maduro y saludable con suficiente material orgánica y una variedad completa de diversos organismos del suelo produce beneficios vastamente ignorados. Algunos recursos excelentes y altamente recomendados están listados en la versión en línea de esta edición de *EDN*. Habiendo establecido la base, ahora nos enfocaremos en temas que podrían ser muy relevantes para su trabajo práctico.

¿Por donde comienza uno para tratar de aplicar el enfoque de la red de alimentos del suelo?

Comprender el hábitat de los organismos del suelo es vital. Las bacterias, los hongos, los protozoos, los nemátodos, los ácaros del suelo, las lombrices de tierra, etc. necesitan de alimento, aire, agua y un "hogar" en el cual vivir. Los **alimentos** adecuados dependen de las especies, pero la base de la cadena alimenticia del suelo son las bacterias y hongos diversos que procesan hojas, tallos, raíces y organismos muertos. Sin residuos de cultivos o alguna materia orgánica añadida al suelo hay poco alimento con el cual alimentar esta red de vida. Consecuentemente, las poblaciones de organismos del suelo, junto con todos los beneficios que representan para el suelo, declinan. La materia orgánica es el recurso de largo plazo para las bacterias y los hongos.

Anteriormente mencioné como las raíces de las plantas se benefician de los pasajes para el aire y el agua. Estos mismos poros proporcionan espacios abiertos para el **aire** y el **agua** que requieren los organismos. Los microorganismos, las lombrices de tierra y las poblaciones de insectos disminuyen con niveles reducidos de oxígeno, a menudo causados por la compactación del suelo, el anegamiento y la pobre estructura del suelo en ausencia de suficiente MOS y vida en el suelo.

Durante las temporadas secas, los suelos cubiertos permanecen más húmedos que el suelo expuesto a la intemperie. Muchos organismos "se ponen a dormir" durante temporadas secas intensas, pero cuando inicia la temporada lluviosa comienza, la actividad microbiana se intensifica de inmediato, resultando en ciclo nutriente y corrientes de nutrientes de plantas disponibles para cultivos recientemente sembrados.

En términos de un "**hogar**", los suelos saludables (p.ej. en un bosque o un campo con cero labranza) están cubiertos por un desperdicio orgánico (mantillo) que proporciona un paraguas y un santuario contra los extremos en temperatura y humedad, y amortigua el impacto de las gotas de lluvia. Por debajo del techo de desperdicios se encuentra una sorprendente red de transporte—una ciudad bajo el suelo—de túneles, micro y macro poros que transportan tanto aire como agua. Idealmente, un suelo debería de poseer el 50% de su volumen solamente en poros, el 45% en composición mineral y cerca del 5% en materia orgánica (compuesta de materia en descomposición y organismos vivientes). (Coder, K.D. *Soil Compaction and Trees*). Usualmente, el hábitat del suelo que es bueno para las raíces también es bueno para los organismos del suelo.

¿De qué manera esta red de alimentos del suelo es impactada por las prácticas productivas?

El hábitat y los recursos alimenticios para la biología del suelo mejoran cuando hay 1) un mínimo de alteración del suelo; 2) se mantiene una cobertura en el suelo; 3) rotación de cultivos; y 4) se evita un exceso de fertilizantes y plaguicidas (ACT Info. Series No. 1). Los cultivos de cobertura, el dejar residuos de cultivos y la siembra de diversos sistemas de policulivos también impactan positivamente en la biología del suelo.

En cambio, las operaciones de aradura 1) introducen tremendas cantidades de oxígeno en los suelos lo que resulta en una rápida descomposición de la MOS, 2) rebanan y cortan en pedazos delicados hongos en forma de tejido lo que resulta en suelos dominados por las bacterias unicelulares, más pequeñas, 3) dañan la estructura del suelo (reduciendo significativamente las poblaciones de artrópodos y lombrices de tierra), y 4) a menudo causan duripan, una zona compacta creada por la acción de arrastre de la parte inferior del arado la que reduce el crecimiento de las raíces y la infiltración del oxígeno y el agua en los niveles inferiores del suelo. La mayor parte de los campos arados tienen un período durante el cual se encuentran desnudos y expuestos al sol. En varios grados, la tierra es afectada por la erosión por el agua y el viento, las altas temperaturas de la superficie, y el sellado provocado por el impacto de "martilleo" de las gotas de lluvia, todo lo cual resulta en escorrentía y arrastre del suelo. El monocultivo continuo también reduce los niveles de MOS y la biología del suelo.

La eliminación de los residuos de las cosechas quemándolos es especialmente dañina para la biología del suelo. Muchos organismos del suelo mueren y se eliminan los alimentos para los descomponedores. Una vez más, el suelo es dejado desnudo y expuesto. Está bien documentado el hecho de que los fertilizantes impactan positivamente en los rendimientos. Sin embargo, el fertilizante contiene una mezcla de sales y daña la biología del suelo si es aplicado en concentraciones muy altas. Además, los fertilizantes nitrogenados tales como la urea y los fosfatos de amonio (p.ej. MAP y DAP), son rápidamente convertidos en nitratos por las bacterias resultando en la liberación de ácidos e incrementando la acidez en la superficie del suelo (*FAO Soil Bulletin* #80). Si la acidez del suelo es ya un problema tanto la producción del cultivo como la biología del suelo pueden verse reducidos (a valores de pH menores de 5). Los plaguicidas, más notablemente los de amplio espectro y los fumigantes como el bromuro de metilo, matan tanto vida buena como mala en el suelo.

¿Porqué las condiciones aeróbicas (mucho oxígeno) son tan importantes en el suelo?

Esto está directamente relacionado con el hábitat de los organismos del suelo. Todo tipo de problemas surgen cuando los suelos se vuelven compactos o anegados y anaeróbicos (i.e. los niveles de oxígeno se vuelven muy bajos). Los suelos se compactan cuando los poros de aireación (macro poros) se destruyen y el volumen del suelo se reduce, lo que resulta en niveles de oxígeno reducidos (Coder, K.D.). Las condiciones anaeróbicas (que se inician con menos del 16% de niveles de oxígeno en los suelos) favorecen a un conjunto de organismos

completamente diferentes, muchos de los cuales son bacterias y hongos causantes de enfermedades, p.ej.las pudriciones de raíces causadas por *Pythium* y *Phytophthera*. La Dra. Elaine Ingham escribe, "Las bacterias anaeróbicas atacan y consumen hongos en estas condiciones de poco oxígeno. Los hongos que causan enfermedades son beneficiados por las condiciones anaeróbicas ya sea porque ya no tienen competencia por parte de los hongos beneficiosos, o porque requieren de condiciones anaeróbicas para lograr un mejor crecimiento. En ambos casos, las condiciones anaeróbicas seleccionan a y permiten que los organismos que causan enfermedades "ganen" en la lucha por los tejidos de las plantas." (*The Soil Foodweb Approach*).

Otro serio problema en suelos anaeróbicos es que algunos nutrientes de plantas bajo condiciones de poco oxígeno pueden ser reducidos (químicamente cambiados) a formas que se volatilizan en la atmósfera y de esta manera se vuelven inservibles par alas plantas y los organismos del suelo. Por ejemplo, el nitrógeno contenido en los componentes inorgánicos puede ser cambiado a amoníaco que se evapora en la atmósfera. La descomposición anaeróbica del estiércol en cebaderos y en gallineros resulta en pérdidas masivas de valioso nitrógeno en forma de gas de amoníaco, para no mencionar el nocivo olor. Lo mismo se aplica para el azufre y el fósforo, los cuales son liberados respectivamente como sulfato de hidrógeno (olor a huevo podrido, que resulta en una capa negra en el suelo que es tóxica para las raíces de las plantas) y gas fosfina.

Los ácidos orgánicos (p.ej. ácidos acético, valérico y butírico) son producidos bajo condiciones anaeróbicas y disminuyen el pH. Esto puede dañar la biología del suelo y disminuir la disponibilidad de nutrientes. Otras sustancias tóxicas tales como el alcohol, el formaldehído y los fenoles también son producidos por suelos anaeróbicos y en el estiércol. Estos son capaces de destruir las funciones de las membranas en los organismos del suelo.

También hay implicaciones directas para las plantas en la medida que estas se ven confinadas a una "capa aeróbica en disminución constante." La Dra. Kim Coder explica en *Soil Compaction and Trees* , "… en la medida que la capa anaeróbica se expande hacia la superficie, el espacio físico disponible para las raíces vivas declina. Las consecuencias de tener menores volúmenes de [espacio para el crecimiento de las raíces significa que] las raíces y sus recursos están sujetos a una fluctuación mucho más grande en el agua, la carga de calor, y el daño mecánico. La sequía y el estrés causado por el calor pueden dañar rápidamente las raíces en esta pequeña capa de suelo oxigenado. "La maleza—que típicamente posee sistemas de raíces de poca profundidad y ciclos cortos de vida—puede verse crecientemente favorecida bajo estas condiciones.

¿Pueden ser restaurados los suelos dañados?

Sí, si las prácticas productivas son cambiadas para favorecer un incremento de MOS y de biología del suelo. Además de lo que ya ha sido mencionado (minimizar las alteraciones en el suelo, dejar residuos de cosechas, mantener cubierto el suelo, practicar rotación, usar plaguicidas y fertilizantes con moderación), la biología del suelo puede ser restaurada. La falta de biología del suelo puede ser retornada a los campos y jardines a través de compost de calidad.

¿Qué significa compost de calidad?

El compost es el resultado de la descomposición aeróbica de materia orgánica por parte de bacterias y hongos. Sin embargo, contrario a lo que actualmente se cree sobre el compost, este es mucho más que un fertilizante con nutrientes, enzimas y hormonas. Además de todo esto, *el compost de calidad es un inóculo* de organismos benéficos del suelo fundamentales para los suelos saludables. El compost de calidad es el resultado de una población microbiana diversa y active.

Explicación del proceso del compost.

Piense en el compost de manera similar a la forma en que se hace el pan. Los organismos del suelo, entonces, son la levadura, y los tallos secos de la hierba, las hojas y el estiércol son la harina, los huevos y el azúcar. El alimento "correcto" para los organismos, las condiciones correctas y la biología correcta necesitan estar presentes. Las bacterias y los hongos consumen rápidamente la alta concentración de azúcares y proteínas simples en los montones de compost, generando calor en la medida que estos crecen y se multiplican a velocidades enormes. En la medida que estos "super" alimentos son consumidos, la actividad y multiplicación microbiana puede volverse tan grande que se merman los niveles de oxígeno, siendo necesario remover el montón para evitar que este se vuelva anaeróbico. El tiempo para remover un montón puede estar determinado por un monitoreo cuidadoso de la temperatura al interior del mismo. De ser posible, verifique las temperaturas diariamente. La temperatura al interior del montón no debe exceder los 160ºF (71ºC). En ausencia de termómetros de suelo, los productores pueden necesitar estar entrenados para medir la temperatura a través de un palo largo introducido en el montón. Un montón puede necesitar ser removido de cuatro a cinco veces si están presentes grandes cantidades de alimentos altos en nitrógeno o solamente una o dos veces si es usado menos material rico en nitrógeno. Trate de alcanzar los 135ºF (57ºC) por al menos tres días para eliminar semillas y patógenos.

Una vez consumidas las altas concentraciones de alimentos simples, los montones de compost se estabilizan mientras que los componentes más complejos como grasas, celulosa y lignina continúan descomponiéndose. Un montón estabilizado significa que está presente una red de alimentos saludable. La máxima diversidad se logra después de aproximadamente seis meses. El compost puede muy bien ser almacenado por más de un año, pero la biología y el nivel de nutrientes comienzan a declinar para entonces.

Mantenga los niveles de humedad alrededor del 50%. Esto se monitorea con una "prueba de estrujamiento". Tome un puñado de tierra y estrújelo. Una o dos gotas de humedad deberían aparecer. Si usted está trabajando en un montón de

compost durante la temporada lluviosa o en una temporada seca extrema, el montón puede necesitar ser cubierto para obtener niveles apropiados de humedad. Demasiada agua llenará los poros provocando condiciones anaeróbicas e impactará negativamente la actividad microbiana.

En el montón ideal de compost, no más del 5% de las partículas en el mismo deben superar una pulgada (2.5 cms) de diámetro, pero la variedad de texturas y tamaños es importante para proporcionar los poros de aireación iniciales. Esto requiere de mucho trabajo con machete para crear materiales de pequeño tamaño (a menos, por supuesto, usted posea un astillador o una cortadora de césped para procesar el material), pero será recompensado por su trabajo. Cuando el proceso de compostaje esté terminado, usted no podrá reconocer el material original formado por partes de plantas (Ingham, *An Introduction to the Soil Foodweb*).

¿Cómo sabe uno que tipo de compost fabricar?

De acuerdo con la Dra. Ingham, "Existe una "mejor red de alimentos" para cada combinación de tipo de cultivo, clima, región, tipo de suelo, cantidad de material orgánica y suministro de agua."(*The Soil Foodweb Approach*) Los cultivos de árboles por lo general prefieren suelos ricos en hongos, los cultivos de hortalizas como las brassicas (p.ej. repollo, berzas y brócoli) y zanahorias prefieren suelos más ricos en bacterias y los cultivos de campos como el maíz y el trigo prefieren suelos que posean cantidades semejantes de hongos y bacterias (Ingham, *The Soil Foodweb Approach*). Maximizar la diversidad y seleccionar los organismos más apropiados a las necesidades del cultivo se logra escogiendo cuidadosamente los tipos y proporciones de alimentos añadidos al montón de compost. Los alimentos bacterianos son generalmente verdes, con azúcares simples, altos en nitrógeno y fácilmente digeridos. Estos incluyen el estiércol, leguminosas, tallos tiernos suculentos, restos de comida, desechos de café, hierbas y hojas verdes. Los alimentos para hongos usualmente son materiales vegetales marrones que son leñosos o fibrosos como tallos de maíz secos, maleza seca, serrín, paja, papel de periódico en jirones y astillas de madera.

Para un compost en base a bacterias, en base a volumen: mezclar un 25% de materiales altos en nitrógeno (estiércol, plantas leguminosas), 45% de material verde (materiales diversos de hierba, hojas, tallos suculentos), y un 30% de material de madera (material vegetal marrón). Para compost en base a hongos, mezclar un 25% de material alto en nitrógeno, 30% verde, y 46% de material leñoso.

El material es añadido en estas proporciones y este orden. Por ejemplo, si va a elaborar compost con base bacteriana para cultivar repollos, debe tomar una pala llena (25%) de material alto en nitrógeno como estiércol. Luego dos palas llenas (45%) de material verde como hierba recién cortada o tallos suculentos finamente cortados. Luego se agrega una palada colmada (30%) de material marrón leñoso como hierbas gruesas o maleza. Este patrón—alto en nitrógeno, verde, marrón—es repetido una y otra vez. Con cantidades más grandes (p. ej. una carretilla o algo más grande), lo mejor es mezclar las capas.

¿Cuáles son algunos de los distintos métodos para elaborar compost?

1) El *Compostaje térmico* es un método rápido, utilizado para producir compost de calidad en tan poco tiempo como un mes. Esto es usado más a menudo para producción a escala comercial. Usualmente una receta alta en nitrógeno es usada para generar el calor necesario para eliminar semillas de maleza, patógenos de plantas y humanos, y nemátodos que se alimentan de plantas. Una vez elaborada la mezcla, el montón se calienta más allá de los 135ºF (57ºC), la temperatura necesaria para eliminar la mayosr parte de las semillas de malezas, plagas y organismos patógenos. Cuando el montón se aproxima a los 160ºF (71ºC) (en el segundo o tercer día), este se revuelve (i.e. el contenido es mezclado nuevamente) y el ciclo se repite nuevamente. Esto se hace cuatro o cinco veces, y el tiempo entre las remociones se incrementa constantemente hasta que se consumen los azúcares simples y proteínas y la temperatura ya no aumenta. Los montones a menudo son construidos en bancos largos y deben ser de al menos 3 pies (1m) de alto para generar un nivel adecuado de calor. Idealmente, busque los 5 pies (1.5 m), pero no forme montones mayores de 8 pies (2.4 m).

2) El *Compost de lombrices* es un método de "compostaje frío" que depende de que las lombrices revuelvan el montón mientras procesan la material orgánica y consumen bacterias y hongos. Sus desechos ricos en nutrientes (llamado conos o casts en inglés) son dejados atrás y la materia orgánica reaparece en forma de fragmentos más pequeños inoculados con microorganismos provenientes del intestino de las lombrices. Este proceso incrementa la actividad microbiana en la medida que se incrementa el área de superficie de materia orgánica. Se necesitan grandes poblaciones de lombrices para producir cantidades significativas de compost. El compost de lombrices usualmente se produce en estructuras cerradas (en cajones grandes, camas elevadas) y en áreas frescas y sombreadas. Las lombrices prefieren un contenido más alto de humedad (60-70%) que los montones estándar de compost (aprox. 50%). Usualmente se aplican alimentos compuestos por un 50% de material verde y 50% de material marrón (y a menudo jirones de papel de periódico) en delgadas capas en la superficie. La frecuencia y cantidad dependerá de las poblaciones de lombrices. Mucho alimento en el contenedor puede dar como resultado condiciones anaeróbicas. La elaboración de compost con lombrices no elimina las semillas, de manera que evite añadir maleza con semillas.

3) *Compostaje de patio trasero* es un tipo de elaboración termal de compost que es más apropiado para productores que no poseen termómetros de suelo y que no necesiten producir compost en un corto periodo de tiempo. Este método requiere de una proporción menor de nitrógeno y un mínimo de removidas. La receta es 10% de material alto en nitrógeno, 45% de material verde, y 45% de material leñoso. El montón requiere debe aún alcanzar al menos 135ºF (57ºC) por 3 días para eliminar semillas y patógenos. Cuando alcanza los 160ºF

(71ºC), el montón debe ser bien revuelto. Con una proporción menor de nitrógeno, el montón usualmente se revuelve solamente una vez, pero se necesitan varios meses para lograr un compost de calidad. El método de compost de patio trasero también puede ser elaborado en camas largas. Actualmente estamos experimentando con este método en ECHO. Nuestro principal reto hasta ahora es encontrar suficiente material alto en nitrógeno y material verde para llevar la temperatura por encima de 135ºF por más de 3 días. Es posible añadir pequeñas cantidades de urea o nitrato de amonio a los montones sin dañar la biología del suelo para obtener el alto porcentaje nitrógeno necesario para eliminar las semillas de maleza, plagas y patógenos, pero no conocemos la proporción recomendada.

¿Cómo puede saber si un montón de compost se ha vuelto anaeróbico?

El color y el olor son excelentes indicadores. El compost debe ser marrón y no negro. Debe poseer un saludable olor a tierra. Olores a huevo podrido, a leche descompuesta, a podrido o a vómito son el resultado de ácidos que se formaron bajo condiciones anaeróbicas. Con suerte, en el compost terminado, usted observará gruesas hebras de hongos creciendo a lo largo del montón.

¿Que puede hacer para maximizar la diversidad de organismos del suelo en el proceso de elaboración de compost?

En la construcción inicial de un motón de compost, se pueden añadir organismos beneficiosos para su multiplicación igual que la levadura en la masa de harina. Pueden comprarse y/o recolectarse numerosos productos localmente para mejorar la salud del suelo y de las plantas. Por ejemplo EM, o microorganismos efectivos, son un conjunto de anaeróbicos facultativos (pueden formarse tanto en condiciones aeróbicas como de poco oxígeno) que proporcionan muchos y bien documentados beneficios a los cultivos. Cuando existen condiciones, estos anaeróbicos facultativos pueden competir con y vencer a anaeróbicos causantes de enfermedades. Los productores de pequeña escala que no pueden costear insumos caros pueden agregar material proveniente de otras fuentes de compost de calidad así como también numerosas muestras de suelo recolectadas en tierras saludables tanto localmente como en sitios lejanos. En ECHO, ya he añadido muestras de suelo provenientes de distintos suelos boscosos a nuestro montón de compost. ¡Hay que maximizar la diversidad!

Se pueden añadir múltiples especies de hongos endo- y ectomicorrizas al compost ya elaborado. Las endo-micorrizas crecen dentro de las células de las raíces y están asociados con pastos, cultivos en surcos, hortalizas, y arbustos mientras que las ecto-micorrizas crecen en la superficie de las raíces y están asociadas comúnmente con los árboles. Ambos ayudan grandemente en la eliminación de enfermedades y en la absorción de nutrientes, especialmente de fósforo. (*FAO Soil Bulletin* #80) Debido a que las esporas de micorrizas mueren el proceso térmico del compostaje y además son consumidas por las lombrices, deberían ser agregadas al final del proceso de elaboración de compost justo antes de su aplicación al campo (Ingham, *An Introduction to the Soil Foodweb*).

Una empresa llamada Mycorrhizal Applications, Inc vende esporas de micorrizas, y proporciona referencias si no son capaces de proporcionar el producto debido a restricciones. (http://www.mycorrhizae.com; e-mail: info@mycorrhizae.com)

¿Cómo puede usted saber realmente si existe o no una diversidad y un número de organismo del suelo adecuados en su suelo o compost?

Los laboratorios pueden hacer pruebas en el suelo y en el compost para determinar la biología de suelo real presente, pero el costo (varios cientos de dólares debido al intenso trabajo con el microscopio) lo hace poco práctico para la mayoría de los lectores de EDN. Sin embargo, un compromiso con prácticas de producción que incrementan la MOS proporcionará el hábitat necesario para organismos del suelo diversos y abundantes. Los productores pueden entonces enfocarse en maximizar la diversidad a través de suelos compartidos o recolectados y a través de la producción de compost de calidad.

¿Cuánto compost necesito elaborar?

Determinar esto lleva tiempo y experimentación, ya que cada campo y operación productiva es diferente. Las proporciones varían de 1 a 10 toneladas por acre al año para aplicaciones a hortalizas, granos, huertos de frutales, y pastos. Recuerde, el compost es tanto un fertilizante como un inóculo y recuerde que el beneficio primario en niveles modestos de aplicación es el inoculante que usted está añadiendo, no el fertilizante. Esto hace de las aplicaciones de campo una posibilidad real, en tanto que conceptos anteriores sugerían que esto podía ser poco práctico. Idealmente, aplique compost al menos una vez al año, con bastante anticipación a la siembra.

¿Cuales son algunos métodos de aplicación del compost?

Existen muchas maneras de aplicar el compost. Es muy bueno como un medio de inicio para los transplantes de hortalizas o para viveros, si se pueden eliminar las semillas de malezas. Si está disponible y es posible, es especialmente ventajoso mezclar esporas de micorrizas seleccionadas para el cultivo objetivo en el sustrato. Otro método simple pero efectivo de usar compost es mezclar semillas de maíz o trozos de semilla de papas con compost en una bolsa justo antes de sembrar en el campo para inocularlas con buena biología de suelo, de la misma manera en que uno inocularía semillas de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno seleccionadas antes de sembrar. El compost puede ser aplicado en surcos o colocado encima de una cama vegetal en una capa de hasta dos pulgadas (cinco cm) de profundidad. En ECHO, estamos experimentando aplicando 250 a 500 gramos de estiércol, compost de lombrices y/o compost regular en hoyos directamente debajo un transplante de hortalizas y una estación de siembra de maíz. Hasta ahora, los resultados son prometedores. En nuestras pruebas más recientes hemos estado sustituyendo compost de lombrices en lugar de fertilizante, colocando el compost por debajo de la superficie y

colocando una cobertura gruesa (p.ej. hierba vetiver cortada, astillas de madera, tallos y hojas sobrantes de nuestro alimentos para cabras) en la superficie de la mayor parte de nuestros cultivos. Esta aplicación dirigida de compost por debajo de la planta y la cobertura en la superficie ha resultado en rendimientos decentes de hortalizas (zanahorias, calabazas, tomates y frijoles) y es consistente con el exitoso sistema de producción de maíz promovido en el sur de Africa llamado Farming God's Way, el cual será presentado en una próxima edición de *EDN*.

¿Cómo se relaciona la red de alimentos del suelo con los suelos ácidos, la toxicidad del aluminio y la fijación del fósforo?

Muchos suelos, especialmente en el cinturón tropical del sur, tienden a ser ácidos en su origen (Haynes y Mokolobate, 2001). Esto a menudo resulta en toxicidad del aluminio y disponibilidad limitada de fósforo. La recomendación estándar es utilizar grandes cantidades de cal y fertilizantes a base de fósforo para alcanzar una cosecha satisfactoria. Dichos insumos son caros y están fuera del alcance de productores de pequeña escala y las altas proporciones de cal son dañinas para los hongos del suelo. Sin embargo, existen numerosos ejemplos en donde los métodos de conservación en la producción agrícola han incrementado la materia orgánica en el suelo, han reducido la toxicidad del Al e incrementado la disponibilidad de P (Haynes y Mokolobate, 2001). Una explicación es que la materia orgánica, en particular las sustancias húmicas que han sido creadas a través de distintos organismos del suelo, poseen una enorme capacidad para interactuar con iones de metal, óxidos, hidróxidos, componentes minerales y orgánicos formando complejos solubles e insolubles en agua. El aluminio forma complejos con estas sustancias húmicas, volviéndolo no tóxico para los cultivos e influenciando positivamente la disponibilidad de nutrientes (*FAO Soil Bulletin* #80).

¿Cuales son las implicaciones (de estas dinámicas microbianas) para reforestar las laderas desnudas?

Al comienzo, mencioné un escenario donde una selva tropical fue deforestada para obtener un campo de cultivo, pero luego de dos o tres temporadas, la tierra apenas podía producir maíz. ¿Qué sucedió? Por siglos, existió ahí un dinámico sistema forestal que jamás necesitó de fertilizantes, cal u otro insumo químico. Debajo de los altos y gigantescos doseles del bosque, en la profunda sombra y protección de los desechos de hojas, había en el suelo un equilibrio abundante y diverso de organismos del suelo. Los nutrientes en la superficie eran reciclados rápidamente; se formaban sustancias húmicas complejas; había una amplia biomasa de hongos de micorrizas; e innumerables especies estaban presente para realizar todas las funciones de apoyo a la vida necesarias e importantes que existen en sistemas forestales maduros.

Con la desaparición del bosque, la eliminación de la capa de hojas, y la rápida oxidación de la materia orgánica restante debido a prácticas agrícolas dañinas, el número y la diversidad de los organismos del suelo disminuyeron en forma dramática. Su hábitat y alimentos desaparecieron. El suelo fue expuesto al sol y al impacto de la lluvia, limitando aún más el potencial de restauración. Con la disminución de la materia orgánica y la biología del suelo, y con la continuación de las malas prácticas de quema, labranza y exposición, el terreno se compactó cada vez más. Se desarrollaron condiciones anaeróbicas, ocasionando mayor acidificación del suelo y la producción de compuestos tóxicos. Con la biología desaparecida en gran parte, el suelo fue definido por los restos de la composición mineral del suelo – baja CEC, bajo pH, baja capacidad de retención de agua, baja fertilidad, etc. Los insumos químicos se convirtieron en la norma y se desarrolla un ciclo devastador de dependencia. La esperanza es descrita como el próximo subsidio de fertilizante o cal.

Si sólo estuviéramos conscientes de que la vida debajo de la superficie es lo que apoya la vida sobre la superficie, muchos podrían descubrir que en un corto tiempo, las tierras dañadas pueden ser restauradas a su potencial productivo sin insumos caros. La práctica del cuidado de la tierra cambiaría para que fuera realmente el cuidado de la tierra, modelado según el maravilloso y sofisticado diseño en los prados, praderas y bosques que es lo que hace que florezcan.

Reflexiones finales

En el curso de una semana de duración, la Dra. Elaine Ingham afirmó que ha analizado más de 100,000 muestras de suelos provenientes de todo el mundo, "no [había] deficiencia de ningún mineral en ningún suelo que fuera necesario para el crecimiento de las plantas." Las pruebas de suelos más modernas solamente revelan las formas de nutrientes solubles y/o intercambiables, no el total del pool, o conjunto de nutrientes extraíbles. Estas formas extraíbles de nutrientes, que pueden existir en forma de enormes reservas en el suelo, a menudo se vuelven disponibles solamente a través de los organismos del suelo. Cuando falta la biología del suelo entonces los suelos serán definidos en gran medida por la estructura y textura química y física.

Lo que he aprendido acerca de la red de alimentos del suelo indica fuertemente que la medida de un suelo saludable debe incluir la presencia de materia orgánica y de todo un conjunto de bacterias, hongos, protozoos, nemátodos beneficiosos, lombrices y artrópodos de apoyo. La materia orgánica es el alimento. La biología del suelo es la vida que permite que esto se produzca. El remedio para tantas tierras agrícolas dañadas especialmente en el trópico en donde la radiación solar es intensa a lo largo del año, es mantener el suelo cubierto, minimizar la labranza, practicar la rotación, maximizar la materia orgánica y reintroducir la biología del suelo necesaria para traer respiración y vida de regreso al suelo.

La **vida** en el suelo está fuertemente conectada con la **vida** que se encuentra por encima del mismo. Me maravilla la forma que Dios utiliza lo que parecen las cosas pequeñas (muy pequeño en el caso de las bacterias y hongos) e inferiores (insectos y lombrices) del mundo para lograr cosas de gran poder tales como el crecimiento de un árbol de ciprés gigante o la selva tropical. Esta es una gran noticia —es posible

moverse hacia una red de alimentos del suelo diversa en la cual los microbios, los insectos y las lombrices cumplan con su papel en la Creación para mejorar los suelos y apoyar de esta manera la abundante vida que se encuentra encima de este.

Referencias seleccionadas y publicaciones recomendadas disponibles en línea

African Conservation Tillage Network (Red Africana de Conservación de la Labranza)—ACT *Information Series* No. 1-9. Estas breves publicaciones están extremadamente bien hechas y recomiendo sobremanera a aquéllos que trabajan con productores que se tomen el tiempo para leer este material. Disponible en línea (inglés). http://www.act.org.zw/infoseries.html

Coder, K. D. 2000. *Soil Compaction & Trees: Causes, Symptoms & Effects* (Compactación del suelo y árboles: causas, síntomas y efectos), Universidad de Georgia. Encontré esta publicación muy útil para explicar los aspectos más profundos de la compactación del suelo y qué problema tan grave es. Disponible en línea (inglés). http://www.forestry.iastate.edu/ext/roadside_tree_management/for00-003.pdf

*Conservation agriculture: Case studies in Latin America and Africa (*Agricultura de conservación: estudios de caso en Latinoamérica y África), FAO Soil Bulletin 78. Muchos estudios de caso útiles con un apéndice increíble sobre la red de suelos y alimentos. Disponible en línea (inglés). http://www.fao.org/DOCREP/003/Y1730E/y1730e00.htm#P-1_0

Cooperband, L. R. 2000. *Composting: Art and Science of Organic Waste Conversion to a Valuable Soil Resource. Laboratory Medicine.* (Compost: arte y ciencia de la conversión de desechos orgáncios en un recurso valioso para el suelo) Vol. 31:283-290. Esta es una buena guía general sobre la elaboración de compost. Disponible en línea (inglés). http://www.region18.com/composting.htm

Guerena, M. 2006. *Nematodes: Alternative Controls.* (Nemátodos: controles alternativos) http://attra.ncat.org/attra-pub/nematode.html. Este artículo en particular (en inglés) fue útil para la parte sobre nemátodos. ATTRA es una fuente increíble para información relacionada con agricultura sostenible. Este ha sido uno de los sitios web más útiles en el manejo de la finca de ECHO. http://attra.ncat.org/ (sitio web incluye información en inglés y español)

Haynes, R.J., Mokolobate M.S. 2001. "Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved." (Mejoramiento de la toxicidad del Al y la deficiencia de P en suelos ácidos mediante la adición de residuos orgánicos: una revsión crítica del fenómeno y los mecanismos involucrados) *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. Incluí esto porque lo usé como referencia para la parte sobre acidificación del suelo. Aunque sólo tuve acceso al extracto, aún así encontré este resumen muy útil. Disponible en línea (inglés). http://www.springerlink.com/content/g52v9p31n6728582/

The Importance of Soil Organic Matter: Key to Drought Resistant Soil and Sustained Food Production, (La importancia de la materia orgánica en el suelo: clave para el suelo resistente a la sequía y la producción sostenida de alimentos) FAO Soil Bulletin 80. Esta es una de las publicaciones de agricultura de conservación de la FAO. No es tan detallada como yo esperaba, pero aún así contiene desde una fuente reconocida información útil que enfatiza la materia orgánica en el suelo. Disponible en línea (inglés). ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/sb80e.pdf

Ingham, E. *The Soil Foodweb Approach*. Este es el sitio web oficial de Soil Foodweb, Inc. (inglés). Es un buen lugar para comenzar a buscar información y ver donde se imparten cursos futuros. http://www.soilfoodweb.com/03_about_us/approach.html

Ingham, E. *The Overstory* #81, The Soil Food web: Its Role in Ecosystem Health.(La red de suelo y alimentos: su papel en la salud de los ecosistemas) Este es un resumen del enfoque de la red de suelo y alimentos. Disponible en línea (inglés)). http://www.agroforestry.net/overstory/overstory81.html

Ingham, E. 2002. *An Introduction to the Soil Foodweb*, (Introducción a la red de suelo y alimentos) CD 1 y 2. Excelente grabación de audio de *Elaine teaching*, disponible a través del sitio web.

Ingham, E. 2001. *The Compost Foodweb*. CDs 1 y 2. Excelente grabación de audio de *Elaine teaching*, disponible a través del sitio web.

Soil and Water Conservation Society (SWCS). 2000. *Soil Biology Primer* (Conceptos básicso de biología del suelo). Rev. ed. Ankeny, Iowa: Soil and Water Conservation Society. Este breve libro puede comprarse o leerse en línea. Explica bien los distintos papeles y funciones de los principales grupos de organismos del suelo. Publicación del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) extremadamente bien hecha (en inglés). http://soils.usda.gov/sqi/concepts/soil_biology/biology.html

DEL BANCO DE SEMILLAS DE ECHO

Características de la producción de ramas y la poda del 'PKM-2' *Moringa oleifera*

Por Tim Motis
Director del Banco de Semillas de ECHO

La *Moringa oleifera* continúa siendo la especie más solicitada en nuestro banco de semillas. Para quienes no están familiarizados con ella, *M. oleifera* es un árbol de rápido crecimiento originario de la India y que se cultiva en la mayor parte del trópico y subtrópico. Utilizado principalmente como una hortaliza perenne, la calidad nutritiva de sus semillas, tallos y flores comestibles es impresionante. La mayor parte de la gente en la red de ECHO está interesada en utilizar las hojas ya sean frescas o como polvo seco, para añadir vitaminas y minerales a los alimentos locales.

Un reto que presenta el cultivo de *M. oleifera* para utilizar sus hojas es su tendencia a producir rápidamente un árbol alto con pocas ramas. En uno o dos años la mayoría de la producción de hojas puede estar fuera del alcance para ser recolectadas. Esta es la razón por la cual promovemos la poda para estimular la producción de ramas y hojas. Podar la yema superior del tallo principal cuando tiene 75 cms (30 pulgadas) de alto promueve la producción de ramas laterales y una altura reducida del árbol. Desafortunadamente, con la mayoría de los marangos de la colección de ECHO las ramas laterales se vuelven casi verticales en vez de horizontales. Esto no es bueno para la cosecha de hojas (ni da como resultado un árbol con una sombra atractiva).

Otro enfoque es encontrar una selección de *M. oleifera* con ramas más horizontales. Hace varios años, reservamos algunos terrenos para cultivar varios accesiones de marango adquiridos alrededor del mundo. Como resultado de esta prueba emergió como estrella el Periyakulam 2 (abreviado como PKM-2). La Figura 2 muestra el tronco de un PKM-2 con el patrón de ramas horizontales que habíamos estado buscando. En la prueba de accesión, los árboles de PKM-2

también mostraron una abundante producción de ramas después de ser podados. El PKM-2 ha sido preferido de manera consistente por encima de las otras accesiones de nuestra colección por parte de los participantes en las pruebas de degustación de hojas sin cocinar.

Figura 2: Foto que ilustra el patrón de producción horizontal de ramas de PKM-2.

El PKM-2 fue desarrollado en el Horticultural College and Research Institute, de Periyakulam, en Tamil Nadu en el sur de la India. En 2001, los científicos informaron que el PKM-2 (además de una variedad relacionada llamada PKM-1 desarrollada para la producción de una vaina extra pesada) reemplazó a cerca del 60% de las plantaciones existentes de marango en el sur de la India. El PKM-2 fue seleccionado luego de cruzar MP-31 con MP-28 (un artículo al respecto puede ser encontrado en http://www.moringanews.org/seminaire_en.html)

Aunque el PKM-2 es referido como un "derivado híbrido" del cruce antes mencionado, se dice que tanto el PKM-1 como el PKM-2 son fácilmente propagables por semilla. No encontramos ninguna mención sobre problemas en cuanto a recolectar semillas de estas variedades, aunque al menos un artículo expresaba que los árboles de marango se cruzan fácilmente entre ellos. Cuando recolecte sus semillas de marango, probablemente lo mejor sea tomarlas de un(os) árbol(es) favorito(s) cultivado(s) en un sitio aislado.

Es interesante el hecho de que el PKM-1 y el PKM-2 fueron desarrollados para una producción anual en vez de perenne. Sin embargo son apropiados para al menos dos ciclos de corta y rebrote en el cual el tallo es cortado a no más de 1.2 mt (4 pies) después de una cosecha. Ambos se han desempeñado bien como perennes en ECHO. No obstante la producción horizontal de ramas del PKM-2, la poda y/o eliminación de la yema apical puede seguir siendo necesaria.

Aunque en ECHO estamos más interesados en el hábito de producción de ramas del PKM-2, este es notable por su rendimiento excepcionalmente alto (98 tons/ha comparado con 50-54 tons/ha para l PKM-1) de vainas extra largas que pueden alcanzar alrededor de 125 cm (49 pulgadas). Aquí en ECHO algunas vainas han alcanzado los 60 cm (24 pulgadas) y son dos veces más largas que las vainas de la mayoría de las otras acessiones (Figura 3). En el sur de la India, las vainas son una hortaliza popular que se consume verde y tierna. Un artículo en el National Newspaper de la India cita a científicos que expresan que, al cocinarlas, la pulpa de las vainas de PKM-2 se vuelve suave y con menos fibra. Al hacer una lista de características del PKM-1 y el PKM-2 los científicos describieron a las vainas del PKM-2 como con menos semillas y más carnosos.

Figura 3: Vainas largas del marango PKM-2.Foto por Tim Motis.

Los miembros de nuestra red de desarrollo en el extranjero pueden solicitar un paquete complementario de alrededor de diez semillas de PKM-2. Daremos respuesta a estas solicitudes en cuanto podamos hacerlo. Nuestro banco de semillas posee pocos paquetes de PKM-2 y estamos trabajando en la compra de más. Varios árboles en nuestra finca de demostración están produciendo vainas. Estos árboles están siendo cultivados separadamente de nuestra prueba de accesión pero no podemos garantizar en un 100% la pureza de la semilla que producirán. En este momento no poseemos semillas de PKM-1, pero recientemente hemos establecido una plantación de nuestros propios árboles y esperamos poder comprar más semillas. Los beneficios y usos del marango son abordados con mucho mas profundidad en nuestras notas técnicas, las cuales están disponibles como material impreso (solicitado por carta o correo electronico a echo@echonet.org) o en archivos pdf que pueden ser descargado sin costo alguno en nuestro sitio técnico en la red (www.echotech.org).

ESTA PUBLICACION tiene derechos de autor del año 2007. Las subscripciones valen US$10 por año (US$5 para estudiantes). Las personas que trabajan con pequeños agricultores y hortelanos urbanos del tercer mundo deberán pedir una solicitud para obtener una subscripción gratuita. En español, los números 47-96 pueden comprarse por la suma de US$12, incluyendo el franqueo aéreo. En inglés, los números 1-51 (revisadas) se encuentran disponibles en una obra llamada *Amaranth to Zai Holes: Ideas for Growing Food Under Difficult Conditions*. El costo del libro es de US$29.95 más el franqueo postal en América del Norte. Hay un descuento para misioneros y trabajadores en pro del desarrollo de los países en vías de desarrollo (en las Américas, US$25 incluye el correo aéreo; Europa, Africa y Asia, US$25 incluye el correo por vía terrestre y US$35 para enviarlo por correo aéreo). El libro y todos los números subsiguientes están disponibles en CD-ROM por $22.00 (incluyendo el franqueo aéreo). En inglés, los números 52-96 pueden comprarse por la suma de US$12, incluyendo el franqueo aéreo. ECHO es una organización cristiana no lucrativa que le ayuda a ayudar a los pobres del tercer mundo para que cultiven productos alimentarios.