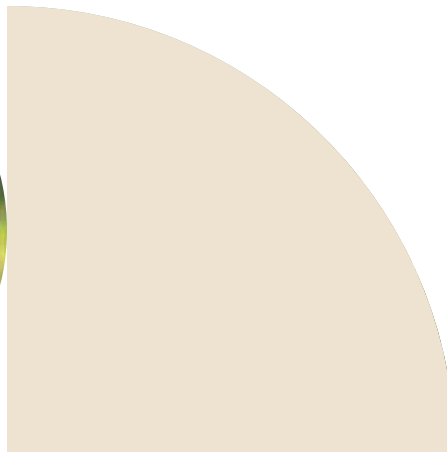


Notas de Buenas Prácticas

NO. 2 Mitigación del cambio climático centrada en el productor



ECHO reconoce que el cambio climático es una profunda realidad que los pequeños productores enfrentan. Muchas de nuestras publicaciones se han centrado en ayudar a los productores a hacer frente a los desafíos conexos, como el calor y la sequía. Aumentar la resiliencia de los productores y minimizar los riesgos han sido elementos fundamentales de las prácticas sobre las que hemos escrito a lo largo de los años. Promovemos estrategias "sin arrepentimiento", enfoques que administren bien la tierra y mejoren los medios de vida, independientemente de que los productores enfrenten o no cambios inmediatos en el clima (Flanagan, 2015a). Sin embargo, también consideramos que ellos desempeñan un papel integral en la mitigación de algunas de las fuerzas impulsoras del cambio climático—algo que exploramos en este artículo, el primero de una serie de dos partes.

¿Qué nos dicen los agricultores?

Los productores y los profesionales del desarrollo nos hablan con frecuencia de los efectos adversos del clima cambiante que experimentan en sus comunidades. Patrick Trail, del personal de ECHO en Tailandia, tiene una lista de "cinco preguntas que hago a todos los productores". Una de ellas es: "Como productor, ¿qué es lo que le quita el sueño?" o, planteada de otra manera: "¿Qué es lo que más le preocupa del futuro de su finca y de su forma de vida?" Habiendo visitado unas 150 fincas en el sudeste de Asia, Patrick comentó:

"Yo diría que, casi la mitad de las veces, la respuesta tiene que ver con el cambio climático. La observación más interesante que he hecho es que los productores de mayor edad en las áreas rurales, alejados y sin educación, hablan sistemáticamente de cómo las estaciones han cambiado. A menudo escucho cosas como: "Antes sabíamos la semana o la ventana exacta en que comenzarían las lluvias, y sabíamos cuándo sembrar". "Ahora las lluvias pueden llegar temprano o tarde, pueden ser esporádicas, y quizás terminen temprano o haber inundaciones tarde. Estas observaciones parecen indicar que el clima está haciendo cosas distintas a las que hacía hace apenas 50 años".

¿Por qué los productores son fundamentales para soluciones relacionadas con el cambio climático?

La agricultura repercute significativamente sobre el cambio climático

El cambio climático es resultado del calor atrapado en la atmósfera por la acumulación de "gases de efecto invernadero" (GEI), que son emitidos en forma natural y por la actividad humana. Estos gases son principalmente el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Aunque la agricultura no es la única fuente de GEI, sí representa un gran porcentaje de las emisiones mundiales (el 24% según la EPA, 2020). Otras actividades humanas que generan estos gases incluyen la quema de combustibles para electricidad y calefacción, la industria y el transporte.

En la Tabla 1 se presentan algunos contribuyentes de GEI relacionados con la agricultura. Obsérvense los que están asociados con la degradación

de la tierra. Por otro lado, la mejora del suelo, aumenta el crecimiento de las plantas, lo que a su vez mantiene el carbono (del CO₂) en la tierra— en el tejido vegetal y el suelo - en lugar de en el aire. Más adelante en este documento, resaltamos los principios por medio de los cuales los productores pueden reducir las emisiones de GEI de sus tierras y de este modo participar en la lucha contra el cambio climático.

Tabla 1. Algunos contribuyentes agropecuarios a emisiones de gases de efecto invernadero de importancia en la agricultura y ganadería.

| Gas de efecto invernadero | Contribuyente * |
|---------------------------|--|
| Dióxido de carbono | Deforestación y desmonte |
| | Degradación y pérdida de suelo |
| | Quema de biomasa vegetal |
| Metano | Proceso de digestión de ganado rumiante |
| | Descomposición de materia orgánica en arrozales anegados |
| | Descomposición de estiércol donde hay ausencia de oxígeno, como ocurre a menudo con ganado manejado en espacios pequeños |
| Óxido nitroso | Desnitrificación, la conversión biológica de nitrato (NO ₃ -) a N ₂ O, que ocurre en ausencia de oxígeno |
| | Aplicación de abonos nitrogenados en exceso de la demanda de la planta |

*Contribuyentes relacionados a la degradación de la tierra resaltados en marrón.

Los pequeños productores manejan cantidades considerables de tierra.

Aproximadamente 475 millones de hogares cultivan menos de 2 ha de tierra en las zonas rurales de los países pobres con economías pobres (Lowder *et al.*, 2016). Las fincas pequeñas (< 2 ha) ocupan el 12% de las tierras agrícolas del mundo. Sin embargo, ese porcentaje es mayor en varias regiones. En el África subsahariana y en el sur de Asia, las fincas pequeñas ocupan tanto como un 30% a 40% de las tierras agrícolas. A pesar de tener pocos recursos y de enfrentarse a duras realidades, estos agricultores producen alimentos a la vez que toman decisiones sobre el manejo de la tierra que repercuten sobre gran parte de la superficie del planeta (Figura 1).



Figura 1. Un ejemplo de Tailandia de paisajes agrícolas en pequeña escala afectados por la interacción de las influencias del clima y el manejo de los productores. Fuente: Tim Motis

El cuidado de la tierra demanda el compromiso de los productores

La participación, la aceptación de los productores y la titularidad de la tierra son fundamentales para las mejoras agrícolas en general. Las iniciativas para mejorar las tierras agrícolas no serán exitosas a menos que los productores acepten las prácticas que se promueven. Los productores poseen un profundo conocimiento de sus suelos y su ganado. Su conocimiento, participación y recursos deben respetarse. Estos y otros conceptos relacionados se amplían en los resúmenes [ECHO summaries](#) de información de ECHO preparados por *Modernizing Extension and Advisory Services* (MEAS).

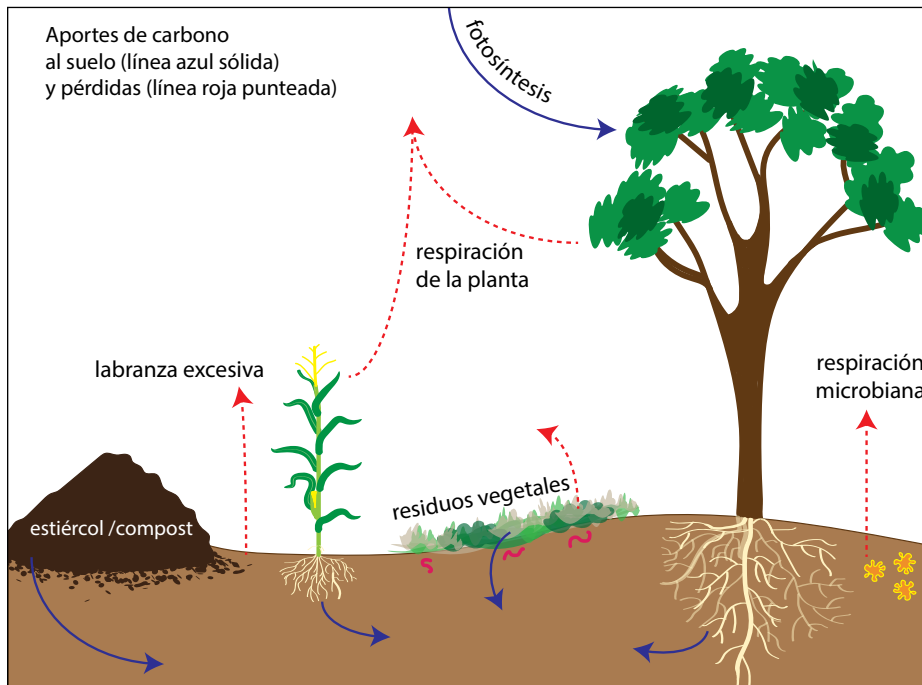


Figura 2. Ilustración del flujo del carbono y las ganancias y pérdidas resultantes de carbono orgánico en el suelo. Fuente: Stacy Swartz

¿Qué es la captura de carbono?

Desde una perspectiva agrícola, la captura de carbono (también llamada secuestro de carbono) es el almacenamiento—en la tierra—del CO_2 extraído de la atmósfera. La etapa de extracción del CO_2 se hace principalmente a través de la fotosíntesis, el proceso por el cual las plantas utilizan la energía del sol para hacer carbohidratos -que contienen carbono- a partir de CO_2 y agua.

El carbono en las plantas se mueve en el suelo de varias maneras (Figura 2). Las raíces liberan sustancias que contienen carbono. Los hongos del suelo llamados micorrizas obtienen carbono de las raíces de las plantas, mientras al mismo tiempo utilizan su amplia red de filamentos fúngicos para ayudar a las plantas a obtener nutrientes y humedad. Al morir las plantas y los microbios, parte del carbono que contienen se incorpora a la materia orgánica del suelo. Esto sucede a medida que las lombrices y otra fauna del suelo transportan residuos de la superficie al suelo, y a medida que la materia orgánica se descompone en formas estables (p. ej., el humus).

Sin embargo, el carbono de las plantas y el suelo también puede regresar a la atmósfera a través de la descomposición y la respiración. A medida que los microbios del suelo descomponen los residuos de las plantas, liberan CO_2 en el aire mientras "respiran". Entendiendo que el carbono no se queda en un lugar para siempre, el objetivo de la captura de carbono es retener tanto carbono en la tierra como sea posible, el mayor tiempo posible.

¿Por qué el almacenamiento de carbono en el suelo y el cuidado de la tierra son importantes?

El carbono del suelo está asociado a los beneficios de la materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo está constituida por tejidos vegetales o animales en diferentes etapas de descomposición. Los productores

obtienen numerosos beneficios de la materia orgánica, entre ellos una fuente de nitrógeno, una mejor infiltración del agua y una mayor retención de humedad y nutrientes. Estos son importantes para los pequeños productores que tienen pocas opciones para los insumos fertilizantes, en particular si viven en zonas propensas a la sequía. La materia orgánica también es rica en carbono, de modo que toda práctica que aumente el carbono orgánico en el suelo también aumenta su materia orgánica, beneficiando a los productores.

Transferencia de carbono atmosférico al suelo

A nivel mundial, los suelos contienen aproximadamente 1500 giga toneladas (Gt; 1 Gt = 1.000 millones de toneladas métricas) de carbono orgánico. Eso equivale a más carbono que en la atmósfera (760 Gt) y en las plantas (560 Gt) combinadas (Lal, 2004; Paustian *et al.*, 2019). La mayoría de los suelos agrícolas del mundo contienen menos carbono que antes que los cultivaran, debido al desbroce de tierras para la siembra anual. Esto brinda a los productores la oportunidad de aumentar la cantidad de carbono almacenado en sus suelos. Por ejemplo, la agricultura de conservación podría secuestrar un estimado de 9.4 a 13.4 Gt de CO₂ equivalente* para 2050 (*Proyecto Drawdown*, 2020).

*"CO₂ equivalente" es una unidad de medida métrica para la cantidad de CO₂ equivalente al potencial de calentamiento de los GEI. Como ejemplo, 1 tonelada de CH₄ es igual a 25 toneladas de CO₂ equivalente, porque el potencial de calentamiento global de CH₄ es 25 veces el del CO₂. El N₂O tiene 298 veces más potencial de calentamiento que el CO₂. El CO₂ es el GEI más prevalente y el que se trata con más facilidad.

Proteger el suelo evita que el CO₂ se pierda en la atmósfera

Minimizar la labranza y la erosión del suelo ayuda a mantener la capa vegetal del mismo intacta. Una característica de una capa vegetal sana es la unión de las partículas individuales del suelo en terrones llamados agregados. La materia orgánica ayuda a los agregados a mantenerse juntos, y los agregados protegen la materia orgánica en su interior (Six *et al.*, 2002). Cuando los agregados del suelo se quiebran y se dispersan, la materia orgánica que contienen es más susceptible a la descomposición microbiana y a la posterior liberación de CO₂. La degradación de la tierra con frecuencia lleva al agotamiento de la materia orgánica del suelo. A la inversa, la restauración de tierras agrícolas abandonadas y degradadas podría secuestrar un estimado de 12 a 20 Gt de CO₂ equivalente para el año 2050 (*Proyecto Drawdown*, 2020). Los productores, por supuesto, son vitales para que estas tierras vuelvan a ser productivas.

Algunos principios de estrategias de almacenamiento de carbono en los trópicos

Abundancia de luz solar

Los trópicos han sido bendecidos con la luz solar, necesaria para la fotosíntesis. Piense en la fotosíntesis como un recurso disponible gratis que los productores aprovechan con cada metro cuadrado de tierra ocupado por las plantas. Por supuesto, la luz solar no es el único requisito para la fotosíntesis. El agua también es fundamental, por ejemplo. Las temporadas de siembra en las zonas monzónicas están limitadas por la duración de la temporada de lluvias. Sin embargo, cualquier práctica que prolongue la temporada de siembra no sólo aumenta la producción de alimentos sino que también captura el carbono atmosférico.

Ciclo rápido del carbono del suelo

En los trópicos la luz solar más directa significa que tienden a tener temperaturas más altas que las zonas templadas. Muchas partes de los trópicos también reciben precipitaciones altas. La combinación de calor y humedad favorece la descomposición rápida de la materia orgánica por los microbios del suelo, lo que libera CO₂ a la atmósfera. Además, algunos suelos tropicales son arenosos o están compuestos de arcillas con poca capacidad para formar agregados que protejan la materia orgánica de la descomposición microbiana. Estos factores pueden dificultar la generación de materia orgánica en el suelo y evitar que las pérdidas de carbono superen las ganancias de carbono.



Figura 3. Mulch o mantillo vegetal en la superficie del suelo. Observe la mezcla de materia viva/verde y muerta/marrón.

Fuente: Tim Motis

En estas circunstancias, mantener la materia vegetal en la superficie del suelo es clave (Figura 3). Investigaciones en campos de cañaverales sin labranza en Brasil han mostrado que los aumentos de carbono en el suelo podrían haber resultado aún más de mantener los residuos agrícolas en la superficie del suelo que de la falta de perturbación del suelo (Campos *et al.*, 2011; Cherubin *et al.*, 2018). El mulch protege el suelo del calor intenso, reduciendo las pérdidas de carbono al hacer más lenta la respiración microbiana. Al mismo tiempo, el mulch libera lentamente los nutrientes que las plantas necesitan. Mantener el suelo cubierto con mulch imita el manto de hojas que se encuentra en las selvas tropicales.

Disponibilidad limitada de insumos orgánicos

Después de la cosecha, muchos pequeños productores necesitan los residuos (hojas, tallos) para alimentar el ganado, como leña para encender sus cocinas, o para otros usos. En los climas semiáridos, la cantidad de biomasa vegetal disponible para mulch está limitada por la baja precipitación. Hay que reconocer estas limitaciones cuando se trabaja con los productores para mejorar sus suelos. Al mismo tiempo, hay que buscar formas creativas de aumentar la disponibilidad de materia orgánica para la mejora de los suelos y, en definitiva, el almacenamiento de carbono en el suelo. Una estrategia completa para generar materia orgánica a fin de enriquecer el suelo podría incluir una o más de las siguientes técnicas:

1. Dejar al menos una parte de los restos agrícolas en los campos, en lo posible.
2. Aprovechar todas las fuentes de materia orgánica, incluyendo estiércol y compost.
3. Cavar microcuencas, como las utilizadas en el sistema de pozos "Zai" (Motis *et al.*, 2013), para concentrar la fertilidad, cosechar el agua de lluvia y utilizar los insumos disponibles de la manera más eficiente posible. Este enfoque es apropiado para los climas secos.
4. Integrar leguminosas o árboles y arbustos multipropósito que puedan podarse periódicamente (para minimizar la competencia con los cultivos por la luz, y para proporcionar mulch) Lahmar *et al.* (2012) estudian un enfoque para el Sahel que combina los pozos "Zai" (en los que se siembra mijo) y arbustos autóctonos (*Piliostigma reticulatum* y *Guiera senegalensis*).

Los productores podan los arbustos autóctonos antes de la temporada de lluvias para que no den sombra al cultivo de granos; los arbustos siguen creciendo durante la temporada seca y están entre las últimas plantas de esa temporada en ser pastoreadas por el ganado

Falta de uniformidad de las regiones tropicales y subtropicales

Las condiciones climáticas en los trópicos varían. Los trópicos se asocian frecuentemente con el calor y la humedad, pero también existen regiones muy secas, así como zonas de tierras altas que son bastante frías. Esto significa que las estrategias tienen que ser adecuadas a las condiciones y a las necesidades de los productores en el contexto local.

Prácticas

Cómo pueden los pequeños productores contribuir a mitigar el cambio climático? Un artículo en [EDN 148](#) describió los principios sobre los cuales se basan las estrategias presentadas en este artículo de seguimiento. La clave de toda estrategia agrícola para hacer frente al cambio climático es el diálogo con los productores (Figura 4), cuyos conocimientos, experiencia y participación son vitales para el éxito. En nuestras conversaciones debemos distinguir entre adaptación y mitigación. Las estrategias de adaptación aumentan la resiliencia de los productores y reducen su vulnerabilidad a las pérdidas. Las estrategias de mitigación reducen directamente las causas del cambio climático. Algunas prácticas agrícolas son útiles tanto para la adaptación como para la mitigación. Por ejemplo, una menor labranza hace que un campo sea menos vulnerable a la erosión (adaptación), y a la vez permite que se almacene más carbono en el suelo (mitigación). A continuación se presentan algunas estrategias con las cuales ECHO está familiarizado y que tienen potencial de mitigación además de fomentar la resiliencia de los agricultores (adaptación) al cambio climático. El contenido aquí se basa en un artículo de [EDN 128](#) sobre secuestro de carbono por Eric Toensmeier (2015).



Figura 4. Recoger conocimientos de los agricultores, como se presenta aquí, es vital para que éstos participen en la mitigación del cambio climático. Fuente: Patrick Trail

Sistemas de cultivo anual

Integración de abonos verdes/cultivos de cobertura (AVCC) con granos básicos

Los AVCC cubren y mejoran el suelo en los campos de los productores. Los AVCC suelen ser leguminosas con una capacidad única para mejorar la fertilidad del suelo al tomar el nitrógeno de la atmósfera y convertirlo en una forma que las plantas pueden utilizar. Las leguminosas adaptadas a los trópicos incluyen tanto especies anuales como perennes (Figura 5). En la segunda edición de su libro *Restoring the Soil*, Bunch (2019) documenta 117 formas en que los pequeños productores utilizan los AVCC. El libro incluye un marco de toma de decisiones para adaptar los sistemas de AVCC a su contexto local. [Selección de leguminosas como Abonos Verdes/Cultivos de Cobertura](#) (Personal de ECHO, 2017) y la herramienta interactiva [GMCC Selection Tool](#) ([Herramienta para la Selección de AVCC](#)) de ECHO también pueden ser



Figura 5. Frijol caupí (*Vigna unguiculata*) y gliricidia (*Gliricidia sepium*) como leguminosa anual y perenne, respectivamente, intercaladas con maíz (*Zea mays*). Fuente: Tim Motis

útiles para seleccionar AVCC apropiados para el contexto. Es más probable que los productores cultiven AVCC que aporten beneficios además de mejorar el suelo, como frijoles comestibles, forraje y/o supresión de malezas.

La cantidad de carbono secuestrado en los suelos por los AVCC depende, en gran parte, de cuánta materia vegetativa se siembra y se deja en el suelo. Se puede calcular aproximadamente cuánto carbono hay en esa biomasa al recolectar y secar hojas, tallos y raíces

de una pequeña parcela de dimensiones conocidas, como **1 metro cuadrado**. En forma ideal, el secado se hará en un armario con aire calentado a unos 60°C y que se hace circular con ventiladores; sin embargo, el secado al aire libre al sol es suficiente para un cálculo aproximado. Pese la materia vegetativa cada uno o dos días hasta que se alcance el peso seco— el punto en el que ya no hay más pérdida de peso. (Cubra la biomasa o llévela al interior, según sea necesario, para evitar que se moje con la lluvia). Multiplique el peso seco por 0.5* para estimar la masa de carbono en el 1 m² de biomasa. Una hectárea es 10,000 m², así que multiplique el resultado por 10,000 para calcular la masa de carbono por hectárea. Para lograr mayor precisión, repita estos pasos en tres o cuatro lugares de un campo, y promedie los resultados.

* El porcentaje de carbono en las plantas va del 46% al 59% (Scharlemann *et al.*, 2014), dependiendo del cultivo y de la parte de la planta (p. ej., las hojas frente a la madera). En general, lo común es suponer un valor del 50% del peso de la planta seca (Gedefaw *et al.*, 2014). Por lo tanto, incluso sin conocer la concentración exacta de carbono medida en un laboratorio, podemos multiplicar la biomasa seca por 0.5 para estimar el carbono en la materia vegetativa.

Fujisaki *et al.* (2018) encontraron que hasta el 36% de las entradas de carbono se convertían en carbono orgánico del suelo. A pesar de que no todo el carbono de las plantas se transfiere al suelo (parte se devuelve a la atmósfera), los AVCC pueden seguir aumentando la cantidad de carbono almacenado en los suelos. En un suelo franco-arenoso de Benín, un sistema en el que se utilizaban maíz y frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) agregaba 1.3 toneladas métricas de carbono del suelo por ha cada año a los 40 cm superiores del suelo (Barthès *et al.*, 2004).

Agricultura de conservación

La agricultura de conservación incluye tres elementos principales: cobertura permanente del suelo, alteración mínima del suelo y diversificación de cultivos (Personal de ECHO, 2016). El mulch (cubierta vegetal, mantillo) protege el suelo de la erosión, preservando el carbono del suelo. El mulch propiamente dicho consiste de materia vegetativa viva o muerta, de ahí que agregue carbono orgánico al suelo. Se necesita una labranza cero o reducida para mantener el mulch de la superficie. Los métodos de labranza reducida que preservan el mantillo superficial incluyen la siembra de semillas en agujeros cavados con palos afilados o azadones, o la siembra en surcos angostos hechos con rastrillos.

Es difícil para la mayoría de los pequeños productores mantener la cubierta del suelo sólo con los residuos de cultivos básicos. Los residuos de los cultivos pueden ser necesarios para la alimentación del ganado o como leña para cocinar. El énfasis en la diversidad de cultivos dentro de la agricultura de conservación puede resultar en una fuente de vegetación para mulch, por ejemplo mediante la rotación de cultivos y los cultivos intercalados. Busque cultivos que maximicen las entradas de carbono por encima y por debajo del suelo. Las leguminosas como el frijol lablab (*Lablab purpureus*) y el guandú (*Cajanus cajan*) producen abundante biomasa superficial, y sus raíces profundas depositan carbono en el suelo. Al mismo tiempo, agregan nitrógeno al suelo, lo que apoya la producción de biomasa de los cultivos.

El almacenamiento de carbono en el suelo con la agricultura de conservación depende de lo bien que crezcan los cultivos y, a su vez, de cuánta biomasa estos cultivos devuelvan al suelo. Estudios hechos en Brasil han demostrado que una combinación de cubierta vegetativa y labranza cero agregó entre 0.4 y 1.7 toneladas métricas de carbono por año a los 40 cm superiores del suelo (Bernoux *et al.*, 2006). Es más probable que se produzcan ganancias de carbono en el suelo cuando la selección de los cultivos y las prácticas agrícolas tienen en cuenta las condiciones de siembra locales y las necesidades y limitaciones de los productores. Busque formas eficientes de llenar las necesidades de fertilidad y agua de los cultivos. Seleccione prácticas de labranza y siembra basadas en herramientas que puedan hacerse y mantenerse a nivel local y que no sean innecesariamente laboriosas. Seleccione cultivos intercalados o de rotación basándose en las semillas que estén disponibles.

Sistema de intensificación del arroz (SIA)

El arroz es un importante cultivo básico, que a menudo se siembra en arrozales inundados (Figura 6). El agua de los arrozales reemplaza al oxígeno del suelo, creando condiciones anaeróbicas (falta de oxígeno). Los microbios que producen metano (CH_4) prosperan en ese ambiente, razón por la cual el cultivo de arroz representa al menos el 10% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la agricultura (Proyecto *Drawdown*, 2020). El método de SIA requiere un riego intermitente en vez de inundaciones (Berkelaar *et al.*, 2015), lo que significa que se produce menos CH_4 . En Malasia, las emisiones de CH_4 fueron casi tres veces menores con métodos SIA que con la inundación convencional (Fazli y Man, 2014). El método SIA también incluye insumos para

fertilización orgánica, que agregan carbono al suelo. Según el Proyecto *Drawdown* (2020), entre 4 y 5 millones de productores practican el sistema SIA, que tiene el potencial de secuestrar cantidades significativas de carbono (entre 2,790 y 4,260 millones de toneladas métricas de equivalentes de CO_2 entre 2020 y 2050).



Figura 6. Producción de arroz de inundación en Tanzania.
Fuente: Stacy Swartz

Agroforestería

La agroforestería combina árboles con agricultura. Los árboles y arbustos reducen los GEI al almacenar carbono en sus tejidos vivos, en los productos de madera y en el suelo. Al considerar si debe promover o no los árboles en un área, tome nota de la vegetación autóctona. ¿Crecen árboles naturalmente allí? Si no, probablemente no sea prudente sembrar árboles allí. Las plantas que se encuentran en sabanas y pastizales abiertos almacenan el carbono de manera eficaz bajo la tierra, y por lo general lo hacen con menos agua y nutrientes que los árboles (Veldman *et al.*, 2015). Cuando tenga sentido sembrar árboles, tome en cuenta sus tasas de supervivencia además del número sembrado. Los árboles que proporcionan recursos necesarios para los productores y que están integrados en sus sistemas de cultivo tienen muchas más probabilidades de sobrevivir que los árboles sembrados al azar. Adelante se presentan varias formas prácticas en que los pequeños productores practican la agroforestería.

Regeneración natural manejada por el productor (FMNR)

La Regeneración Natural Manejada por el Productor (FMNR por sus siglas en inglés) es una estrategia de reforestación en la que los productores manejan el recrecimiento de un "bosque subterráneo" formado por tocones de árboles que anteriormente se talaron para sembrar cultivos (Rinaudo, 2010). Los productores seleccionan los tocones que van a manejar y deciden cuántos tallos permitirán que vuelvan a crecer en cada tocón. Ellos saben qué árboles beneficiarán a sus cultivos y cuáles competirán con ellos. Los árboles benefician al suelo al dejar caer sus hojas (mulch) y al reducir la temperatura del suelo, la evaporación del agua y la erosión. También almacenan carbono; entre 2006 y 2018, la FMNR en 2,700 hectáreas de tierra en Etiopía secuestró 181,650 toneladas métricas de CO₂ (World Vision, 2019). Los habitantes de la comunidad informaron de numerosos beneficios que incluían una menor erosión del suelo, una mejor fertilidad del suelo, un aumento de las precipitaciones y una mejor calidad del aire.

Parcelas forestales familiares

En los proyectos de siembra de árboles en gran escala no siempre están claramente identificados los cuidadores y los beneficiarios. Esto no es un problema en el caso de las pequeñas parcelas forestales familiares para el uso doméstico (Figura 7A). Como explican Azor y Blank (2010), una parcela forestal consiste en especies de árboles que se recepan como *Senna siamea* y *Leucaena* spp. Un árbol que se recepa bien producirá nuevos brotes después de ser cortado muy bajo en el tallo principal (tronco). El corte de rebrotes permite varias cosechas de un solo árbol a lo largo del tiempo. Los árboles secuestran la mayor cantidad de carbono cuando crecen continuamente; esto significa que el rebrote que ocurre después del recepado almacenará cantidades importantes de carbono. Las parcelas forestales pequeñas han sido exitosas en Haití, donde el Comité Central Menonita las promovió a través de un esfuerzo llamado "*ti fore*" (en criollo significa "pequeño bosque" o microbosque).

Huertos arbóreos y bosques alimentarios

Los huertos arbóreos consisten de árboles frutales y otros árboles beneficiosos que se cultivan junto con las cosechas anuales (Danforth y Noren, 2011). Los productores protegen los árboles, junto con sus cultivos, del pastoreo de animales y de los incendios. Este concepto ha funcionado bien en África Central. Los bosques alimentarios (Figura 7B) son populares en el sudeste asiático, donde se siembran juntas mezclas de especies de árboles comestibles en



Figura 7. Demostraciones de (A) parcela forestal y bosque alimentario (B) en la Finca de ECHO en Florida. Fuente: Tim Motis

parcelas pequeñas. Los huertos arbóreos y los bosques alimentarios funcionan bien en los sistemas agrícolas de pequeña escala. Para más información, véase la sección "[Fully Perennial Systems \(Sistemas totalmente perennes\)](#)" del artículo de Toensmeier sobre secuestro de carbono en 2015 en *EDN 128*.

Estrategias de cuidado de la tierra

Tecnología de agricultura en zonas de ladera (SALT)

La Tecnología SALT, una estrategia que integra aspectos de conservación del suelo y agroforestería, fue desarrollada con el fin de reducir la erosión del suelo en las laderas (MBRLC, 2012). Los cultivos de campo se siembran en bandas de 3 a 5 m de ancho entre filas dobles de árboles y arbustos leguminosos que se siembran a lo largo de curvas de nivel. Los árboles y arbustos fijadores de nitrógeno se manejan como setos, y la vegetación podada se utiliza como mulch para los cultivos entre los setos. Los productores modifican el sistema según los tipos de cultivos y árboles que quieren sembrar. En un estudio de cinco años hecho en la India, en tierras con una pendiente de entre el 2 y el 5%, los setos de gliricidia, en combinación con franjas de hierba, redujeron la pérdida de suelo en un 35% y agregaron 1.35 t/ha/año de carbono orgánico al suelo a 1 m de distancia de los setos (Lenka *et al.*, 2012). Aunque ese sistema no es exactamente lo mismo que la tecnología SALT, sus hallazgos documentan el potencial de los setos en curvas de nivel para conservar el suelo y almacenar carbono.

Presas de arena para restaurar cuencas

Stern y Stern (2011) describen una presa de arena como "un muro de concreto armado construido a través de un río estacional para contener el agua subterránea en la arena". Las presas de arena son una excelente opción para cosechar agua de lluvia en regiones áridas. El agua almacenada en la arena proporciona agua potable. Las presas de arena también aumentan las aguas subterráneas, especialmente cuando se construyen varias presas dentro de una cuenca. Basándose en imágenes de satélite, Ryan y Elsner (2016) descubrieron que las presas de arena aumentaban en forma gradual la vegetación. Llegaron a la conclusión de que "las presas de arena pueden... ser una respuesta de

adaptación prometedora a los impactos del futuro cambio climático en las tierras áridas". Las iniciativas de las presas de arena pueden ir acompañadas por actividades agrícolas que secuestren carbono (Maddrell, 2018). La siembra en curvas de nivel, por ejemplo, reduce la erosión a ambos lados de una presa y tienen el potencial de aumentar el carbono del suelo. Grupos indígenas en Kenia y otros países han hecho un extenso trabajo en la promoción y construcción de presas de arena.

Pensamientos finales

Los productores se encuentran bien posicionados para implementar soluciones específicas al lugar para el cambio climático. Aquí hemos resaltado algunos sistemas de cultivo y estrategias de cuidado de la tierra que los productores pueden y/o están utilizando para producir alimentos de manera que reduzcan los GEI. Ningún sistema o estrategia funciona para - o es aceptable para - todos los productores. Trabaje con los ellos para identificar estrategias que se ocupen del cambio climático y al mismo tiempo satisfagan sus necesidades. Un artículo titulado *Participación de Agricultores en Extensión de Agriculturan* sugiere formas prácticas de apoyar los esfuerzos de los productores para desarrollar y probar mejoras agrícolas (Flanagan, 2015b). Esas ideas también son pertinentes para que los productores participen en la identificación de estrategias para enfrentar el cambio climático.

Referencias

- Azor, J.R. y D. Blank. 2010. Corta de renuevos en parcelas forestales. *ECHO Notas para el desarrollo* 107:5-6.
- Barthès, B., A. Azontonde, E. Blanchart, C. Girardin, C. Villenave, S. Lesaint, R. Oliver, y C. Feller. 2004. Effect of a legume cover crop (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) on soil carbon in an ultisol under maize cultivation in southern Benin. *Soil Use and Management* 20:231-239.
- Berkelaar, D., B. Thansrithong, R. Haden, R. Uprety, and R. Burnette. 2015. SRI, the System of Rice Intensification. *ECHO Technical Note* no. 82.
- Bernoux, M., C.C. Cerri, C.E.P. Cerri, M.S. Neto, A. Metay, A-S. Perrin, E. Scopel, T. Razafimbelo, D. Blavet, M. de C. Piccolo, M. Pavei, and E. Milne. 2006. Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil, a review. *Agronomy for Sustainable Development* 26(1):1-8.
- Bunch, R. 2019. *Restoring the soil: How to use green manure/cover crops to fertilize the soil and overcome droughts*. ECHO Inc.
- Campos, B.H.C., T.J.C. Amado, C. Bayer, R.S. Nicoloso, y J.E. Fiorin. 2011. Carbon stock and its compartments in a subtropical oxisol under long-term tillage and crop rotation systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 35: 805-817.
- Cherubin, M.R., D.M da S. Oliveira, B.J. Feigl, L.G. Pimentel, I.P. Lisboa, M.R. Gmach, , ... C.C. Cerri. 2018. Crop residue harvest for bioenergy production and its implications on soil functioning and plant growth: A review. *Scientia Agricola* 75(3): 255-272.
- Danforth, R. y P. Noren. 2011. Tree gardening. *ECHO Technical Note* no. 69.
- EPA. 2020. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>. Consultado el 3 de junio de 2020.
- Fazli, P., y H.C. Man. 2014. Comparison of methane emission from conventional and modified paddy cultivation in Malaysia. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 2:272-279.

- Flanagan, B. 2015a. Climate change and the role of development workers in helping rural agriculture communities adapt. ECHO Summary of MEAS Brief #3.
- Flanagan, B. 2015b. Involucramiento del productor en la extensión agrícola. *ECHO Notas para el desarrollo* 128:4-5.
- Fujisaki, K., T. Chevallier, L. Chapuis-Lardy, A. Albrecht, T. Razafimbelo, D. Masse, Y.B. Ndour, y J. Chotte. 2018. Soil carbon stock changes in tropical croplands are mainly driven by carbon inputs: A synthesis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 259:147-158.
- Gedefaw, M., T. Soromessa, y S. Belliethathan. 2014. Forest carbon stocks in woody plants of Tara Gedam Forest: Implication for climate change mitigation. *Science, Technology and Arts Research Journal* 3(1):101-107.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*. 304:1623-7.
- Lahmar, R., B.A. Bationo, N. Dan Lamso, Y. Guéro, y P. Tiftonell. 2012. Tailoring conservation agriculture technologies to West Africa semi-arid zones: Building on traditional local practices for soil restoration. *Field Crops Research* 132:158-167.
- Lenka, N.K., A. Dass, S. Sudhishri, y U.S. Patnaik. 2012. Soil carbon sequestration and erosion control potential of hedgerows and grass filter strips in sloping agricultural lands of eastern India. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 158:31-40.
- Lowder, S.K., J. Scoet, y T. Raney. 2016. The number, size, and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. *World Development* 87: 16-29.
- Maddrell, S.R. 2018. *Sand dams: A practical & technical manual*. Excellent Development.
- [MBRLC] Mindanao Baptist Rural Life Center. 2012. *ECHO Technical Note* no. 72.
- Personal de ECHO. 2016. Conservation agriculture. *ECHO Best Practice Note* no. 6.
- Motis, T., C. D'Aiuto, y B. Lingbeek. 2013. Zai pit system. *ECHO Technical Note* no. 78.
- Paustian, K., E. Larson, J. Kent, E. Marx y A. Swan. 2019. Soil C sequestration as a biological negative emission strategy. *Frontiers in Climate* 1.
- Personal de ECHO. 2017. Selecting legumes as green manure/cover crops. *ECHO Best Practice Note* no. 7.
- Project Drawdown. 2020. <http://drawdown.org>. Consultado 14 de julio de 2020. [NOTE: This website gives detailed information on numerous practical ways to reduce atmospheric carbon.]
- Rinaudo, T. 2010. Farmer Managed Natural Regeneration. *ECHO Technical Note* no. 65.
- Ryan, C. y P. Elsner. 2016. The potential for sand dams to increase the adaptive capacity of East African drylands to climate change. *Regional Environmental Change* 16:2087-2096.
- Scharlemann, J.P.W., E.V.J. Tanner, R. Hiederer, y V. Kapos. 2014. Global soil carbon: Understanding and managing the largest terrestrial pool. *Carbon Management* 5(1):81-91.

Six, J., R.T. Conant, E.A. Paul, and K. Paustian. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soil. *Plant and Soil* 241: 155-176.

Stern, J.H. y A. Stern. 2011. Water harvesting through sand dams. *ECHO Technical Note* no. 70.

Toensmeier, E. 2015. Prácticas agrícolas que secuestran carbono: fortaleciendo los suelos y estabilizando el clima. *ECHO Notas para el desarrollo* 128:1-3.

Veldman, J.W., G.E. Overbeck, D. Negreiros, G. Mahy, S. Le Stradic, G. W. Fernandes, G. Durigan, E. Buisson, F.E. Putz, y W.J. Bond. 2015. Where tree planting and forest expansion are bad for biodiversity and ecosystem services. *BioScience* 65:1011-1018.

World Vision. 2019. Farmer Managed Natural Regeneration: A holistic approach to sustainable development. https://www.wvi.org/sites/default/files/2019-12/FMNR%20Publication%203Dec_Online_0.pdf Consultado 23 de junio de 2020

Ryan, C. and P. Elsner. 2016. The potential for sand dams to increase the adaptive capacity of East African drylands to climate change. *Regional Environmental Change* 16:2087-2096.



Copyright © ECHO 2020. Todos los derechos reservados. Este documento puede reproducirse con fines de formación si se distribuye de forma gratuita o pagada y se da crédito a ECHO. Para todos los demás usos, comuníquese con ECHO para obtener un permiso por escrito.

Cita este documento como: Personal de ECHO. 2020. Mitigación del cambio climático centrada en el productor. *ECHO Notas de Buenas Prácticas* no. 5.

ECHO es una organización cristiana sin fines de lucro.

Para obtener recursos adicionales, incluida la oportunidad de establecer contactos con otros profesionales de la agricultura y el desarrollo comunitario, sírvase visitar nuestro sitio web: www.ECHOcommunity.org. El sitio web de información general de ECHO se encuentra en: www.echonet.org.

ECHO
17391 Durrance Road
North Fort Myers, Florida 33917
USA