



Agricultura de Conservación Buenas Prácticas para Fincas de Pequeña Escala con Recursos Limitados



Cultivación de relevo con arroz, frijoles, y maíz en Tailandia

INTRODUCCIÓN

Mucho del contenido a continuación se toma de publicaciones previas de ECHO que están disponibles en www.ECHOcommunity.org. Las referencias se abrevian como AN (Notas de Asia), EAN (Notas del Este de África), EDN (Notas de Desarrollo de ECHO), y TN (Notas Técnicas). Donde es posible, enlaces de sitio web en el momento de esta publicación (2016) son provistos para las referencias citadas.

¿Qué es agricultura de conservación?

La agricultura de conservación (AC) es un enfoque de manejo de tierras que optimiza y sostiene la capacidad de suelos para producir alimentos mientras ahorra recursos. En AC, la sostenibilidad está ligada con la preservación ecológica de paisajes agrícolas. Se logra a través de 1) disturbios mínimos de suelos, 2) mantenimiento de cobertura de suelos, y 3) diversificación de cultivos. Implementar estos tres elementos requiere de una combinación de prácticas,

para cual hay varias opciones. Pensando en AC como un sistema general, en vez de un juego fijo de técnicas, da a los agricultores y practicantes la libertad de evaluar y adoptar un complemento de prácticas relacionadas con AC que son apropiadas para las necesidades locales.

¿Qué problemas puede resolver la agricultura de conservación?

Debido al crecimiento de la población humana, los agricultores en muchas partes del mundo no tienen más opciones que cultivar su terreno de manera continua, con pocos recursos para reemplazar nutrientes gastados con cada cultivo sucesivo. Los residuos de los cultivos se pierden frecuentemente en vez de ser una fuente de materia orgánica y mantillo, usualmente siendo quemados o sacados para forraje de animales o combustible de cocina. Especialmente en lugares donde la reserva de nutrientes ya está baja, y la capa superficial del suelo está expuesta a la erosión (Figura 1), los suelos pierden su capacidad para sostener cosechas adecuadas de cultivos. Adicionalmente, los



Figura 1. Un ejemplo de erosión de suelos visto en Tanzania.
Fuente: Stacy Reader

En Esta Nota:

Por funcionarios de ECHO

Publicado 2016

Introducción (p.1)

Principios y Prácticas

- Labranza del Suelo (p.2)
- Cobertura del Suelo (p.3)
- Diversidad de Cultivos (p.5)
- Promoción de AC (p.8)

Conclusión (p.10)

Referencias y Recursos (p.10)

eventos extremos de clima, cambios adversos de clima, conflictos humanos, y enfermedades pueden impedir las habilidades de los agricultores de pequeña escala a sostener la capacidad productiva de sus suelos.

La agricultura de conservación es un medio por el que el ciclo de degradación de suelos se puede invertir. Minimizando la labranza de suelos, manteniendo los suelos cubiertos, y diversificando los cultivos ayuda a preservar la estructura y biología del suelo, retener humedad y nutrientes, evitar la erosión, y mantener reservas orgánicas de fertilidad de suelo. Los agricultores tienen más posibilidad de beneficiarse de AC cuando se implementan los tres elementos juntos (Corbeels *et al.* 2014). Como las limitaciones varían con localidad ([EAN 1](#)), un entendimiento de los principios básicos es clave para seleccionar las prácticas más adecuadas para cada contexto local.

Labranza de Suelos/Principios

Uso para la Agricultura

En terrenos antes no cultivados, la labranza crea las condiciones donde semillas plantadas tienen buen contacto con el suelo y pueden crecer sin competencia de malezas. Con tecnologías en rango de un azadón sencillo a implementos jalados por tractor, la labranza ha sido utilizada para quebrar suelos compactados, controlar plagas en el suelo exponiéndolas al sol, incorporar cultivos de cobertura y fertilizantes en el suelo, y arrancar y enterrar malezas.

Estructura del suelo

Disturbios frecuentes del suelo, sin embargo, pueden tener impacto negativo para el suelo. Labranza excesiva – particularmente cuando el suelo se invierte y se deja sin cobertura repetidamente – también afecta de manera adversa a la vida microbiana y la materia orgánica (Kushwaha *et al.* 2001), los dos factores que ayudan a las partículas del suelo a “agregarse” (pegarse). Agregados del suelo se vuelven más chicos cada vez que se quiebran. Mientras se baja la porosidad del suelo (el espacio abierto entre partículas del suelo), más y más lluvia lava la superficie en vez de retenerse en el campo. La pérdida de la capa superficial a la erosión, en su turno, acelera la pérdida de nutrientes y la degradación de la tierra.

Manejo de malezas

Mientras la cultivación mata muchas malezas, puede aumentar la proliferación de otras. La labranza corta las malezas en pedazos, dispersando aquellas que se propagan a través de tallos subterráneos. También, almacenes arados de semillas favorecen la germinación de semillas de malezas en adición a las semillas de los cultivos. Las semillas de las malezas enterradas por una guillotina pueden quedar durmientes en el suelo y después germinar cuando llegan más cerca de la superficie con labranza subsecuente.

Las semillas de malezas en la superficie del suelo pierden viabilidad más rápidamente que semillas enterradas (Anderson 2005). Consecuentemente, sin semillas adicionales de malezas agregadas al suelo, la aparición de las malezas cae más rápido en suelos sin labranza que en suelos labrados (Mohler 1993). Para evitar agregar semillas de malezas al suelo, la labranza mínima puede ser combinada con una estrategia para control de malezas.

Labranza de Suelos/Prácticas

Minimizar labranza

Alguna forma de labranza, o herbicidas, puede ser necesaria la primera vez que se planta en una parcela. Después, se puede implementar estrategias para evitar más disturbios del suelo.

Métodos de “no-labranza” o “cero-labranza” no utilizan labranza mecanizada. La plantación se hace empujando las semillas en el suelo, como con palas, o con equipos que crean una pequeña hendidura donde se colocan las semillas.

Alternativamente, varias formas de “labranza mínima” pueden ser ocupadas. Donde ya se depende del azadón para control de malezas, una labranza mínima requeriría menos cambio de hábitos que evitar la labranza completamente. En los sistemas de Fundamentos de Agricultura y Sembrando a la Manera de Dios ([EDN 98](#); [TN 71](#)), se cavan los hoyos para plantación con azadón. El azadón también se ocupa para remover malezas chicas, evitando un disturbio profundo del suelo. El sistema de pozos Zai, desarrollado en el Oeste de África, también ocupa hoyos de plantación, aunque son intensivos en labor para cavar, hace posible cultivar en terreno que de otra forma estaría demasiado duro/encrustado para el crecimiento de plantas ([TN 78](#)).

Donde ocurren inundaciones, se puede practicar AC utilizando hileras elevadas permanentes o camellones ([EDN 127](#)). Tal enfoque mantiene las raíces de un cultivo encima de la capa de agua mientras también evita cavar nuevos

camellones cada año. En pendientes fuertes, estos camellones se establecen a lo largo del contorno para minimizar la erosión. Se siembra las semillas encima o a un lado del camellón.

Combinar labranza mínima con prácticas de manejo de malezas

Como se mencionó antes, el control de malezas es importante en sistemas sin labranza o con labranza mínima. Una manera de mantener las malezas bajo control es a través del uso juicioso de herbicidas. Aunque es controversial, su uso permite el manejo de malezas sin disturbar el suelo. Los herbicidas también reducen el labor asociado con deshierbar, lo cual lo vuelve más fácil empezar a incorporar AC (Nyamangara *et al.* 2014). Para estar consciente, algunos desafíos y preocupaciones son el costo, disponibilidad, impacto negativo para los microorganismos del suelo, y la resistencia de las malezas a los herbicidas. Donde están accesibles los herbicidas, será necesario un entrenamiento sobre el uso apropiado y la seguridad. Para minimizar el impacto ambiental de los herbicidas, Bajwa (2014) sugiere combinar control químico de malezas con enfoques como deshierbo manual, uso de mantillos, espacios óptimos para los cultivos (para hacer sombra para las malezas), y cultivos de cobertura.



Figura 2. Azadones “scuffle” que funcionan empujando y tirando pueden ser utilizados para cortar malezas justo debajo de la superficie del suelo.
Fuente: Tim Motis

Algunos métodos de deshierbar a mano significan menos trabajo que usar el azadón profundamente. En ECHO, hemos visto que azadones “scuffle” (Figura 2) son menos trabajo que los azadones convencionales para remover malezas pequeñas. Azadones “scuffle” cortan las malezas justo debajo de la superficie del suelo, disturbando solo una capa delgada del suelo. También proveen una manera fácil de deshierbar debajo de una capa de mantillo. Tales herramientas podrían ser fabricadas por soldadores locales. Las malezas más grandes pueden ser cortadas cerca del suelo con un azadón tradicional, o ser cortadas con machete.

Cobertura de Suelo/Principios

El mantillo puede ser cualquier material que cubre y protege el suelo. El tipo de mantillo más aplicable para el agricultor de pequeña escala es material basado en plantas, que puede ser vivo (como cultivos de cobertura) o muerto (residuos de tallos y hojas que quedan después de la cosecha). Como hay varios usos para residuos de cultivos, el mantillo es el componente de AC más difícil de implementar. Sin el mantillo, los aumentos de rendimiento siguen siendo posibles si los otros dos elementos de AC se combinan con fertilizantes y un buen manejo de plagas. Sin embargo, el mantillo es crítico para el éxito de AC, proveyendo beneficios para los agricultores y sus suelos de formas importantes.



Figura 3. Toma nota de la ausencia de malezas debajo de una cobertura densa de arvejas gaudules.
Fuente: Tim Motis

Supresión de malezas

Residuos de cultivos, si se dejan en la superficie del suelo, sirven como barrera que impide la luz y la aparición de malezas. La capa de hojas de cultivos de cobertura también les quita luz a las malezas (Figura 3). Deshierbar significa mucha mano de obra y es caro, entonces eliminar una operación de deshierbo o más es significativo. Esto es verdad particularmente en el contexto de agricultura a pequeña escala, donde 50 a 70 por ciento del tiempo de los agricultores se pasa arrancando malezas a mano, y donde la mayoría de este esfuerzo lo hacen mujeres y niños (Gianessi y Williams 2011).

Erosión de suelos

El mantillo protege los suelos de erosión por vientos y agua, preservando la capa superficial valerosa.

Temperatura y humedad de suelos

El mantillo también protege el suelo de los efectos secadores y calentadores del sol. A cambio de los residuos no-vivos de los cultivos, un cultivo de cobertura en crecimiento saca humedad del suelo (Frye y Blevins 1989) mientras el agua se absorbe por las raíces y se evapora por las hojas. Al mismo tiempo, la fronda del mantillo vivo conserve humedad del suelo reduciendo la evaporación de agua de la superficie del suelo. En un ensayo de campo en Sud África, el

caupí (*Vigna unguiculata*) y lablab (*Lablab purpureus*) en cobertura densa preservaron humedad de suelo y refrescaron el suelo (Figura 4).

Liberación de nutrientes

Las plantas absorben minerales del suelo en todo su ciclo de vida. Aquellos minerales pueden volver al suelo. Como AC no ocupa labranza o la mantiene en un mínimo, la biomasa arriba del suelo retenido en las parcelas de los agricultores se queda en la superficie del suelo. Biomasa

arriba y abajo del suelo (hojas/tallos y raíces, respectivamente) eventualmente se descompone, fortaleciendo el suelo (Figura 5). La tasa de liberación de nutrientes depende de un número de factores, incluyendo cuan leñoso es el tejido. (Esto es relacionado con proporciones de carbono:nitrógeno; los tejidos leñosos contienen más celulosa/lignina y, por eso, más carbono que tejidos más suaves de las hojas.) Leguminosas con hojas delgadas como el velvet bean (*Mucuna pruriens*) típicamente se degradan más rápidamente que tallos de maíz (*Zea mays*). Las tasas de descomposición y liberación de nutrientes también aumentan con una subida de temperaturas, humedad, y actividad de microbios.

Ecología del suelo y materia orgánica

Con proteger contra la erosión, moderar los extremos de temperaturas, y proveer una fuente de comida para macro- y microorganismos (por ej., lombrices y bacterias), cobertura vegetativa contribuye a una ecología de suelo saludable. Mientras la materia orgánica se deshace por la vida en el suelo, los nutrientes se sueltan a las plantas. Y como la materia orgánica se descompone rápidamente con alto calor y cantidad de lluvia, cobertura continua del suelo con mantillo a base de plantas puede ser necesaria para mantener suficiente materia orgánica en muchas áreas tropicales y subtropicales.

Cobertura de Suelo/Prácticas

Tener cultivos saludables

Se crea más biomasa si un agricultor puede utilizar semillas de calidad, manejar plagas, y suministrar los nutrientes necesarios. Los ingresos son frecuentemente escasos o caros, lo cual significa que es más importante maximizar eficiencia. En vez de remendar una parcela completa, los fertilizantes pueden ser utilizados más eficientemente concentrándolos en cantidades pequeñas cerca de cultivos de raíces. Se hace a través de micro dosificación (EDN 84) y la colocación de ingresos en hoyos de plantación o en surcos/bandas.

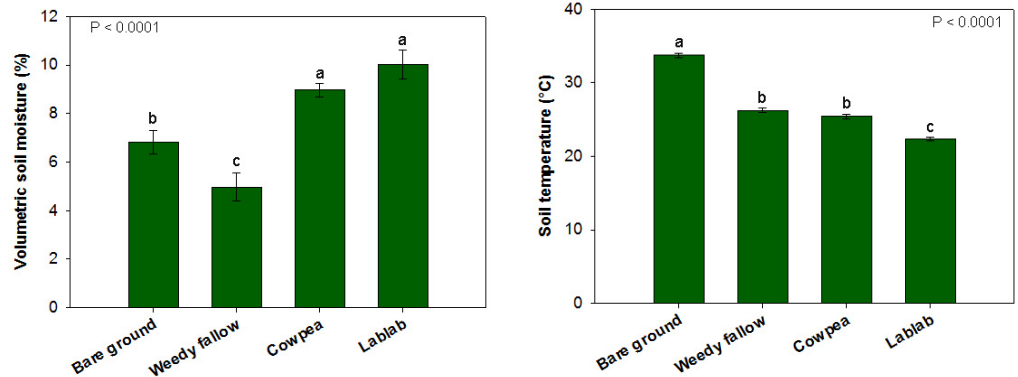
Dejar los residuos en el campo

Algunos residuos de cultivos pueden ser necesarios para forraje de animales, pero se debe dejar lo más posible en la parcela. La Figura 6 explica un enfoque que permite a los agricultores alimentar a sus animales y también dejar algo de cobertura del suelo.

No quemar residuos

Los residuos de los cultivos a veces se queman para limpiar los restos para más fácil plantación, y para matar a las plagas de los cultivos. Sin embargo, quemar deja el suelo sin protección y mata los organismos beneficiosos. La

Figura 4. La influencia de una cobertura viva de leguminosas sobre humedad y temperatura de suelo en Sud África.



Humedad de suelo (20 semanas después de plantación; con sondas insertadas a una profundidad de 20 cm) y temperatura (18 semanas después de plantación; 10 cm de profundidad) en un ensayo con leguminosas hecho por ECHO en Sud África. Los datos se tomaron de cuatro parcelas por tratamiento (suelo sin cobertura, barbecho con malezas, caupí, y lablab). Las leguminosas fueron plantados con espacios de 50 cm x 50 cm. Barras con letras diferentes son estadísticamente asimilares.



Figura 5. Hojarasca debajo de tallos de leguminosas, mostrando la potencial del mantillo para enriquecer el suelo. Fuente: Tim Motis



Figura 6. Una parcela en Tanzania donde los agricultores dejaron la tercera parte inferior de la planta de maíz en el campo. Los dos tercios superiores de cada planta se removieron para forraje de animales. Tomar nota del tornadillo de tierra en el fondo. El mantillo reduce la pérdida de la capa superficial a erosión por viento/agua. Fuente: Foto de Stacy Reader e información de comunicación personal con Neil Miller

son una opción excelente para producir materia orgánica en las parcelas mismas (TN 10). Escoger leguminosas que benefician tanto al agricultor (a través de supresión de malezas y posiblemente opciones de alimento/forraje) y el suelo (protegiendo el suelo de erosión y aumentando materia orgánica). Ver la Caja 1 para otros factores a considerar. Una libreta con título [Restaurando El Suelo](#) por Roland Bunch es un recurso excelente para explorar sistemas con cereales/leguminosas que agricultores han ocupado en varias partes del mundo.

mayoría de los nutrientes se largan al aire. Aquellos que se largan al suelo se pierden rápidamente debido al lavado y la erosión. En campos donde los árboles son cultivados como cultivos anuales, los agricultores tienen razones fuertes para no quemar los residuos.

Dejar los residuos de los cultivos en la superficie del suelo

En climas más frescos, se incorporan frecuentemente los residuos de cultivos y leguminosas en el suelo, y por varias razones. Se pierde menos nitrógeno al aire (como el gas amoníaco [NH₃]) que con mantillo expuesto. Además, enterrar mantillo deja los nutrientes menos accesibles a las raíces y microbios. Sin embargo, incorporar los residuos requiere labranza. También, en los trópicos cálidos, la cobertura de suelo es necesaria para proteger el suelo de la erosión y del calor del sol. Cuando se combina con cero labranza o con labranza mínima, el mantillo superficial todavía contribuye a la fertilidad del suelo, porque los microbios del suelo pueden tener acceso a los residuos superficiales a través de canales preservados en el suelo sin disturbios.

Usar cultivos leguminosos de cobertura

Los residuos de los cultivos de alimentación básica frecuentemente son insuficientes para proveer la cantidad de materia orgánica necesaria para sostener cultivos y ganado por mucho tiempo. El estiércol muchas veces está escaso o difícil de transportar. Las leguminosas

Caja 1. Factores para selección de leguminosas

Clima: Las leguminosas para lugares cálidos incluyen el caupí (*Vigna unguiculata*), jack bean (*Canavalia ensiformis*), lablab (*Lablab purpureus*), arveja gandul (*Cajanus cajan*), frijol de arroz (*Vigna umbellata*), tephrosia (*Tephrosia vogelli* o *T. candida*) y velvet bean (*Mucuna pruriens*). De estos, jack bean, lablab, arveja gandul y tephrosia son los más tolerantes de sequías. Para lugares más frescos, considerar la haba (*Vicia faba*), runner bean (*Phaseolus coccineus*) o hairy vetch (*Vicia villosa*).

Hábito de crecimiento: Leguminosas arbustivas y rectas (por ej., la arveja gandul y tipos arbustivos de caupí, frijol de arroz, y velvet bean) son más fáciles de manejar y cosechar que los tipos enredaderas. Son preferibles para la agricultura más mecanizada. Los tipos enredaderas cubren el suelo y producen bastante biomasa pero suben a los tallos de cultivos de granos de cereales.

Tiempo hasta madurar: Hay pros y contras para cada leguminosa. El caupí, por ejemplo, es capaz de producir frijoles comestibles secos mucho antes de la cosecha de maíz. El lablab es más lento en establecerse pero produce una cosecha tardía de frijoles comestibles en lianas que permanecen hasta durante una parte de la época seca. Las variedades duraderas de arveja gandul tienden a producir más biomasa que los tipos de menos duración.

Diversidad de Cultivos/Principios

Salud del suelo

Las diferentes especies de plantas contienen mezclas diferentes de minerales, y las sustancias orgánicas excretadas por sus raíces también son diferentes. Consecuentemente, es más probable que una plantación diversa tenga un rango

amplio de organismos en el suelo-con ciclos de nutrientes aumentados- que un solo cultivo plantado año tras año en la misma parcela.

Eficiencia

Los cultivos varían en cuanto a demanda para nutrientes y características de raíces. Los agricultores pueden utilizar estas diferencias a su ventaja maximizando la eficiencia de recursos de fertilidad.

- Cultivos que demandan más nutrientes como el maíz pueden beneficiarse de leguminosas que enriquecen el suelo.
- Plantas de raíces profundas (Caja 2) absorben nutrientes de capas más profundas del suelo y los disponen para cultivos con raíces más superficiales.
- Tener raíces más superficiales puede ser una ventaja en suelos deficientes en fósforo. El fósforo no se lava tan fácilmente como los otros nutrientes y frecuentemente se concentra cerca de la superficie del suelo donde las raíces laterales lo pueden absorber (Lynch 2011).

Caja 2. Ejemplos de cultivos de raíces profundas y superficiales

Plantas con raíces profundas incluyen cultivos de cereales altos como el maíz, leguminosas anuales con raíz principal larga como alfalfa (*Medicago sativa*), lablab, y arveja gandul; y muchos perennes (por ej., árboles utilizados en sistemas de agroforestería que fijan nitrógeno).

Cultivos de raíces superficiales incluyen muchos pastos, la mayoría de verduras y leguminosas anuales como el maní (*Arachis hypogaea*) y frijoles comunes (*Phaseolus vulgaris*).

Como regla general, los árboles producen las raíces más profundas, seguidos por los arbustos y después las plantas herbáceas (no leñosas) (Canadell *et al.* 1996; Maeght *et al.* 2013).

Resistencia

Los cultivos pueden ser elegidos por su tolerancia para suelos pobres, periodos de sequía, y salinidad (TN 84). Plantaciones diversas minimizan riesgos de perder todo por plagas y enfermedades de plantas o por cambios adversos de clima. La resistencia para la economía lenta se fortalece a través de un rango de productos que se puede cosechar para el consumo de la familia o para generar ingresos. Una mezcla ideal de cultivos provee opciones para ganancia económica mientras también sostiene el suelo.

Escala

Normalmente se piensa de plantaciones diversas en jardines pequeños con un manejo intensivo. Sin embargo, hay maneras de integrar cultivos múltiples en plantaciones a escala del campo. Algunos enfoques con este fin se presentan en la siguiente sección.

Diversidad de Cultivos/Prácticas

Integrar leguminosas en sistemas de cultivación de campo

Cultivación intercalada

Cultivación intercalada significa cultivar dos cultivos o más simultáneamente, en la misma parcela. Cultivar intercalada puede ser el mejor enfoque para áreas con épocas cortas de lluvia. Arreglos espaciales de los cultivos deben maximizar el uso del terreno. Algún tipo de configuración en filas normalmente es mejor para la facilidad del manejo. La Figura 7a muestra una fila de leguminosas alternadas con una fila de maíz. En la Figura 7b, los granos y leguminosas son cultivados en franjas alternas, con cada franja



Figura 7. Cultivación intercalada de maíz con caupí en filas alternas (en Sud África; A) o en franjas (ECHO Florida; B). Cultivación en franjas (derecha) muestra un sistema, desarrollado en Nigeria por el Instituto Internacional de Agricultura Tropical, donde cuatro filas de caupí son plantadas en forma alterna con dos filas de maíz; los agricultores estaban dispuestos a dedicar menos filas a maíz por el valor alto del grano de caupí. Fuente: Tim Motis

consistiendo de más de una fila. La cultivación en franjas reduce la competencia entre cultivos, pero puede ser que las lianas leguminosas no cubran todo el suelo debajo de los cereales.

Cultivación en relevo es una forma de cultivación intercalada donde se planta la leguminosa cuando está el cultivo de cereales casi listo para la cosecha (Figura 8; AN 10). A veces se planta la leguminosa unas cuantas semanas después de plantar el cultivo principal. Sin importar el tiempo, el retraso le da al agricultor una oportunidad de integrar las leguminosas de crecimiento rápido y competitivo con los cultivos de granos de alimentación básica. Para que funcione la cultivación en relevo, la época de lluvia tiene que ser suficientemente larga para establecer la plantación retrasada de leguminosas.



Figura 8. Un ejemplo de cultivación en relevo en Tailandia, con frijol de arroz plantado en una parcela de maíz cerca del final de la estación de cultivación de maíz. Fuente: Rick Burnette

Rotación

Se puede cultivar granos y leguminosas en la misma parcela- o la misma porción de una parcela- en épocas alternas. Este enfoque minimiza la competencia y la posibilidad de que las plagas se vayan de la leguminosa al cultivo principal. Se pueden rotar los cultivos entre bloques de espacio dentro de una parcela para permitir al agricultor cultivar el grano principal cada año. Dentro de cada uno de estos escenarios, incluyendo la cultivación intercalada se puede usar la rotación para quebrar ciclos de malezas y plagas. Por ejemplo, las leguminosas pueden ser plantadas en filas que en la estación previa fueron dedicadas a los granos de cereales; así también el cultivo de grano se puede plantar en filas antes utilizadas para leguminosas.

Integrar árboles

El uso de árboles en AC es una forma de “Agricultura Siempre-Verde,” un concepto donde los árboles son cultivados para combustible, fertilizantes, alimentación (TN 69), fibra, y forraje. Se puede integrar los árboles en un sistema de plantación de varias formas:

En los bordes de una parcela

Plantados en el borde de la parcela, los árboles como *Gliricidia sepium* pueden ser aprovechados para cercas vivas (EDN 116; TN 23).



Figura 9. Árboles de mango con espacio amplio entre árboles en una parcela de frijol de arroz en Tailandia. Fuente: Rick Burnette

Dispersados en parcelas con espacio amplio

En regiones bajas de los trópicos, los cultivos anuales se han beneficiado con 10 a 15 por ciento de sombra, logrado plantando árboles con espacios de 10 a 15 m entre cada árbol (EDN 89). En lugares altos en el Sudeste de Asia, árboles frutales como el mango a veces se dispersan en las parcelas, aumentando la diversidad de productos de la finca (Figura 9).

En partes de África, se cultivan árboles de *Faidherbia albida* en asociación con cultivos anuales de cereales y/o leguminosas (World Agroforestry Centre; EDN 107). *Faidherbia* produce sus hojas durante la época seca, proveyendo sombra y una fuente de alimentación para animales en tiempos de sequía (Heuzé y Tran 2016). Se pone durmiente en la época de lluvia, depositando abundante fertilizante orgánico (a través de las hojas y vainas que se caen) y permitiendo que llegue la luz a los cultivos debajo de los árboles. No es seguro que pase lo mismo en áreas con épocas de lluvia cortas o largas.

Regeneración Natural Manejado por el Agricultor (FMNR; TN 65), un sistema desarrollado en el Oeste de África, aprovecha de un “bosque debajo del suelo” de troncos existentes (de árboles previamente cortados). Dejan rebrotar estos troncos, manejando el crecimiento para facilitar la cultivación anual y para proveer leña y/o madera de construcción. Un enfoque similar, basado en FMNR pero con plantaciones intencionales de acacias comestibles, es el Sistema de Agroforestería Manejado por el Agricultor (FMAFS; TN 60).

En filas por los contornos de las lomas

Filas de árboles pueden ser plantadas por los contornos en terrenos con pendientes, con cultivos anuales y/o perennes llenando los espacios entre filas de árboles. Esta es la técnica utilizada en SALT (Tecnología de pendientes en tierras agrícolas; [TN 72](#); [EAN 2](#)), desarrollado en las Islas Filipinas para reducir erosión en pendientes fuertes. Incorpora diversificación de cultivos y mantillo (de la poda de árboles), y puede ser practicado utilizando labranza mínima (Figura 10).

Incorporar plantas con características variadas de raíces

Cuando se selecciona la mezcla de especies de plantas, cultivadas juntas o en secuencia, se debe tomar en cuenta las diferentes características de sus raíces – y las interacciones relacionadas de suelo/microbios.

Implementar una estrategia de manejo de plagas y enfermedades

Diversificación de cultivos puede reducir la incidencia de plagas. Las leguminosas, por ejemplo, reducen la incidencia del parásito striga en los granos de cereales (Gworgwor 2002; Kureh *et al.* 2006). Una buena mezcla de cultivos, cultivados juntos o en secuencia, fomenta los organismos beneficiosos mientras minimiza la posibilidad de plagas y enfermedades. Considerar adoptar el enfoque de Manejo Integrado de Plagas (IPM) para reducir el riesgo de pasar una peste o patógeno de una planta a otra. IPM incluye el monitoreo de plagas para hacer intervenciones en buena hora, cultivando plantas saludables en conjunto con control natural de plagas y el uso limitado de pesticidas. En un enfoque de IPM de dos partes, llamado “Empujar y Tirar” ([EDN 77](#) y [116](#)), plantas de borde atraen (tiran) las plagas a los bordes de la parcela y plantas intercaladas repelen (empujan) los insectos del cultivo principal.

Promoción de AC/Principios

Mientras AC tiene mucho que ofrecer, hay que tener cuidado con cómo motivar a los agricultores adoptar la práctica. Recordar que AC es un sistema flexible y no un juego concreto de tecnologías recetadas. Tener esto en mente, combinado con la disponibilidad para escuchar las preocupaciones de los agricultores, ayudará a todos aprender y descubrir sobre prácticas eficaces de AC específicas al contexto. Unas preocupaciones mencionadas frecuentemente sobre AC incluyen:

- Escasez de mantillo para mantener cubierto el suelo.
- Accesibilidad limitada a estiércol o fertilizantes minerales para aumentar los nutrientes esenciales para las plantas; residuos de cultivos y leguminosas fijadores de nitrógeno no siempre suministran suficiente fertilidad al suelo.
- Mano de obra para deshierbo, si se practica cero labranza sin métodos eficaces de control de malezas.
- Mano de obra para cavar hoyos de plantación que frecuentemente son parte del concepto de AC.
- Inundación de hoyos de plantación que puede ocurrir en áreas bajas con mucha lluvia.
- Temas como tenencia de tierras, cultura local, y/o género que son influencias sobre la receptividad de AC.

Una vez identificadas las limitaciones, los agricultores pueden ayudar a probar y modificar prácticas según las necesidades. Por ejemplo, donde hay escasez de estiércol, la comunidad podría explorar maneras de aumentar el número de animales, coleccionar más del estiércol existente, y/o utilizar recursos existentes de manera más eficiente. Donde falta mantillo, un diagnóstico sobre usos competidores para residuos de cultivos podría resultar en ideas para probar en parcelas pequeñas antes de promocionarlas e implementarlas a escala grande. Se puede tocar temas culturales y sociales, por lo menos en parte, aprendiendo sobre y trabajando en armonía con sistemas indígenas de innovaciones (ver [EDN 130](#) [fin de artículo] para experiencias de Joel Matthews).

Promoción de AC/Prácticas

Involucrar a los agricultores en la adaptación de AC al contexto local

Aprender lo más posible sobre las estructuras de autoridad, las responsabilidades de hombres y mujeres en la finca, y tenencia de tierra. Hablar con agricultores sobre lo que ha resultado y lo que ha fallado, cuales recursos están



Figura 10. Una forma de SALT en el noreste de India, donde cultivos perennes como la palmera betel (*Areca catechu*) se cultivan entre filas de *Tephrosia candida*. Los perennes requieren menos control de malezas que los cultivos anuales. Fuente: Rick Burnette

disponibles, que limitaciones hay, y que ideas tienen para seguir adelante. Crear oportunidades para que los agricultores aprendan uno del otro.

Probar componentes potenciales de AC en parcelas chicas, con retroalimentación y participación de los agricultores. De 2010 a 2015, cuando funcionarios de ECHO estudiaron estrategias de cultivación intercalada de leguminosas tropicales en Sud África, encontramos que una prueba sencilla de campo, diseñado para identificar las leguminosas más productivas, también fue útil como herramienta de entrenamiento. Tanto los agricultores como los científicos podían caminar las parcelas, observar las leguminosas a primera mano, e intercambiar ideas.

Considerar costos y beneficios

Tomar tiempo para documentar costos a corto y largo plazo e ingresos netos de implementar tecnologías de AC – en términos económicos y de mano de obra. Un documento de la FAO (IIRR y ACT 2005) tiene una lista de los requerimientos económicos:

- [AC] debe traer al agricultor un beneficio visible e inmediato, económico u otro.
- El beneficio debe ser lo suficiente substancial para convencer a los agricultores a cambiar sus prácticas actuales.
- Los agricultores tienen que poder cubrir los costos incurridos.

Aumentar la capacidad de apoyar esfuerzos extensionistas

Invertir en un diseño de proyecto con la estructura (por ej., para manejo y reportado) y capacidad humana (por ej., agricultores que han tenido éxito con AC) necesaria para aumentar conocimientos de los agricultores. Un enfoque en entrenamiento tiene más posibilidad de llevar a un impacto permanente que ingresos subsidiados (Miller *et al.* 2014). Motivar y equipar a entrenadores para articular un rango amplio de opciones que los agricultores pueden evaluar para sí mismos, en vez de promocionar un paquete fijo de prácticas. Sobre extensión, observaciones claves de Modernizando Servicios Extensionistas y Consejeros (MEAS) fueron resumidos por ECHO y están disponibles en línea en la sección [Resúmenes ECHO](#).

Poner atención a asuntos de género

En fincas de pequeña escala, las responsabilidades de hombres y mujeres son vitales. Buscar entender las responsabilidades, e involucrar a las mujeres tanto como los hombres en desarrollar tecnologías y tomar decisiones.

Facilitar la creación de herramientas apropiadas para la finca

Deshierbar y plantar pasando por el mantillo de la superficie son dos fuentes principales de mano de obra agregada con AC. Trabajar con ingenieros y soldadores locales para diseñar y crear herramientas relacionadas con AC puede ser extremadamente beneficioso para los agricultores. Las herramientas más útiles son las que cumplen con una necesidad (por ej., facilitar la mano de obrar para plantación o deshierbo), son económicas y se pueden construir con materiales locales. La Figura 11 muestra una variación hecha en Tanzania del azadón “scuffle” que fue mencionado antes. Plantadores de empujones (Figura 12) facilitan la colocación de semillas a una profundidad constante con poco disturbio para el suelo. [Extractores jalados por bueyes](#) (Figura 13) han sido aceptados en África como forma de mecanizar AC (Nyathi y Miller 2016). La máquina abre un surco estrecho de plantación con disturbios mínimos para el suelo. No todos los agricultores podrán tener tal equipo, pero puede ser posible contratar los servicios de aquellos que lo tienen.



Figura 11. Un tipo de azadón “scuffle” llamado un “estribo” o un azadón “empuja-tira,” este ejemplar hecho en Tanzania. *Fuente: Stacy Reader*



Figura 12. Plantador de empujones del estilo utilizado en la finca demostrativa de ECHO en Florida (izquierda) y un plantador de empujones utilizado en el Este de África (derecha). *Fuente: Tim Motis (izquierda) y Stacy Reader (derecha)*



Figura 13. Extractor jalado por bueyes usado en Kitui, Kenia. *Fuente: Neil Miller*

CONCLUSIÓN

Con su énfasis sobre producción sostenible a través de la preservación del medio ambiente, AC es muy relevante para agricultores de recursos limitados quienes quieren cultivar alimentos mientras restauran suelos marginales y protegen la salud y productividad a largo plazo de su terreno. Funciona mejor si los tres elementos de AC – disturbios mínimos para el suelo, mantillo continuo, y diversificación de cultivos – se practican a la vez. Cada componente se puede implementar de varias maneras. Entender los principios ayuda en escoger prácticas adecuadas para ambientes locales. Los agricultores deben estar equipados con los conocimientos necesarios para evaluar y seleccionar eficazmente un complemento de prácticas relacionadas con AC que mejor cumplen con sus necesidades.

REFERENCIAS

- Anderson, R.L. 2005. [A multi-tactic approach to manage weed population dynamics in crop rotations](#) (Un enfoque con tácticas múltiples para manejar la dinámica de poblaciones de malezas en rotaciones de cultivos). *Agronomy Journal* 97:1579-1583.
- Bajwa, A.A. 2014. [Sustainable weed management in conservation agriculture](#) (Manejo sostenible de malezas en agricultura de conservación). *Crop Protection* 65:105-113.
- Canadell J., R.B. Jackson, J.B. Ehleringer, H.A. Mooney, O.E. Sala, y E.-D. Schulze. 1996. Maximum rooting depth of vegetation types at the global scale (Profundidad máxima para formación de raíces de tipos de vegetación a escala mundial). *Oecologia* 108:583–595.
- Corbeels, M., R.K. Sakyi, R.F. Kühne, y A. Whitbread. 2014. [Meta-analysis of crop responses to conservation agriculture in Sub-Saharan Africa](#) (Meta-análisis de respuestas de cultivos a agricultura de conservación en África Sub-Sahariana). CCAFS Report No. 12. Copenhagen: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture y Food Security (CCAFS).
- Frye, W. W., and R. L. Blevins. 1989. Economically sustainable crop production with legume cover crops and conservation tillage (Producción de cultivos de manera sostenible en términos económicos con cultivos leguminosos de cobertura y labranza de conservación). *Journal of Soil and Water Conservation* 44 (1): 57–60. <http://www.jswconline.org/content/44/1/57>.
- Gianessi, L. and A. Williams. 2011. [Overlooking the obvious: The opportunity for herbicides in Africa](#) (Pasar por alto lo obvio: La oportunidad para herbicidas en África). *Outlooks on Pest Management* 22:211-215.
- Gworgwor, N. 2002. [The use of legume trap crops for control of *Striga hermonthica* \(Del.\) Benth. In sorghum \(*Sorghum bicolor* L. Moench\) in northern Nigeria](#) (El uso de cultivos leguminosos como trampas en el control de *Striga hermonthica* (Del.) Benth. en sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench)). *Mededelingen (Rijksuniversiteit te Gent. Fakulteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen)* 67 (3):421-430.
- Heuzé V. y G. Tran. 2016. Apple-ring acacia (*Faidherbia albida*). Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ y FAO. <http://www.feedipedia.org/node/357> Actualizado 21 de marzo, 2016, 16:52.
- IIRR y ACT. 2005. [Conservation agriculture: A manual for farmers and extension workers in Africa](#) (Agricultura de conservación: Un manual para agricultores y extensionistas en África). International Institute of Rural Reconstruction, Nairobi; African Conservation Tillage Network, Harare.
- Kureh, I., A.Y. Kamara, y B.D. Tarfa. 2006. [Influence of cereal-legume rotation on striga control and maize grain yield in farmers' fields in the northern Guinea savanna of Nigeria](#) (Influencia de rotación de cereales-leguminosas en control de striga y rendimiento de maíz en parcelas de agricultores en la sabana de Guinea norte en Nigeria). *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics* 107 (1):41-54.
- Kushwaha, C.P., S.K. Tripathi, y K.P. Singh. 2001. [Soil organic matter and water-stable aggregates under different tillage and residue conditions in a tropical dryland agroecosystem](#) (Materia orgánica y agregados estables en agua bajo condiciones diferentes de labranza y residuos en un agro-ecosistema de las tierras secas tropicales). *Applied Soil Ecology* 16 (3):229-241.
- Lynch, J.P. 2011. Root phenes for enhanced soil exploration and phosphorus acquisition: Tools for future crops (Características genéticas de raíces para mejor exploración del suelo y adquisición de fósforo). *Plant Physiology* 156:1041-1049.

Maeght, J.-L., B. Rewald y A. Pierret. 2013. [How to study deep roots---and why it matters](#) (Cómo estudiar raíces profundas – y por qué importa). *Frontiers in Plant Science* 4:299.

Miller, N.R., P Nyathi, y M. Salomons. 2014. [Why farmers don't do what we tell them \(and why that's a good thing\)](#) (Por qué los agricultores no hacen lo que les decimos (Y por qué es bueno)). World Congress 5 on Conservation Agriculture (Oral Abstracts; Session 9).

Mohler, C.L. 1993. [A model of the effects of tillage on emergence of weed seedlings](#) (Un modelo de los efectos de labranza sobre la aparición de malezas). *Ecological Applications* 3 (1):53–73.

Nyathi, P. y N.R. Miller. 2016. [Mechanized CA for small-holder farmers](#) (AC mecanizada para agricultores de pequeña escala). *Conservation Agriculture Newsletter* (Volume 2; Issue 2). Canadian Foodgrains Bank.

Nyamangara, J., N. Mashingaidze, E. N. Masvaya, K. Nyengerai, M. Kunzekweguta, R. Tirivavi, y K. Mazvimavi. 2014. [Weed growth and labor demand under hand-hoe based reduced tillage in smallholder farmers' fields in Zimbabwe](#) (Crecimiento de malezas y demanda para mano de obra bajo labranza minimizada basado en azadón a mano en parcelas de agricultores de pequeña escala en Zimbabwe). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 187:146-154.

DOCUMENTOS DE ECHO

El acceso a Documentos de ECHO puede requerir información para iniciar sesión a través de [ECHOCommunity](#). Favor de iniciar sesión o registrarse para tener la ventaja de membresía gratuita.

Una combinación de enfoques para conservar suelos y agua ([EAN 2](#))

[Fertilizante en tapas de botella](#) (EDN 84)

Agricultura de Conservación en el Este de África: Una Actualización ([EAN 1](#))

[Agricultura de conservación en áreas con alta precipitación](#) (EDN 127)

Sombra Dispersa (en EDN 89 [Tecnologías vegetativas para el cuidado del suelo](#))

[Faidherbia, un importante 'árbol fertilizante'](#) (EDN 107)

Sistema de Agroforestería Manejado por el Agricultor ([TN 60](#))

Regeneración Natural Manejado por el Agricultor ([TN 65](#))

Fundamentos de Agricultura y Sembrando a la Manera de Dios ([EDN 98](#); [TN 71](#))

Cultivos para Estiércoles Verdes ([TN 10](#))

Sistemas indígenas de innovación (en EDN 130 [El uso efectivo de talleres en la extensión de agricultura](#))

Cultivo Intercalado para Control de Plagas: [El Enfoque de "Empuja y Tira"](#) (EDN 116) y [EDN 77](#) [artículo en página 4 con título Proteger el Maíz con Malezas]

Cercas Vivas ([EDN 116](#), [TN 23](#))

Modernizando Servicios Extensionistas y Consejeros ([Resúmenes ECHO](#))

Tecnología de Pendientes en Tierras Agrícolas ([TN 72](#))

El Uso de Cultivos de Cobertura/Estiércoles Verdes para Cultivación en Relevo en el Norte de Tailandia ([AN 10](#))

Jardinería con Árboles ([TN 69](#))

Entender Suelos Afectados por Sales ([TN 84](#))

Sistema de Hoyos Zai ([TN 78](#))

PARA MÁS LECTURA

Información General

[African Conservation Tillage Network \(Red Africana de Labranza de Conservación\)](#), sobre principios y prácticas de agricultura de conservación en África.

Conservation Agriculture Newsletter (Noticias de Agricultura de Conservación): suscribirse en <https://vr2.verticalresponse.com/s/canewsletter> para recibir información práctica, basado en trabajos de campo hechos en Tanzania, enviados por Putso Nyathi y Neil Miller (Oficiales Técnicos con el Canadian Foodgrains Bank).

Sitio web de Cornell University, [Conservation agriculture: global research and resources \(Agricultura de conservación: investigaciones y recursos globales\)](#).

Farooq, M. y K.Siddique (Editors). 2015. [Conservation Agriculture \(Agricultura de Conservación\)](#). Springer International Publishing Switzerland.

[Save and Grow \(Almacenar y Cultivar\)](#), un libro (disponible para descargar como PDF) sobre un enfoque de ecosistemas para intensificación sostenible de agricultura que encaja con AC.

Secuencias de cultivos

Gomez I. [Crop planning and management in organic agriculture \(Planificación y manejo de cultivos en agricultura orgánica\)](#). FAO (compilado por I. Gomez como parte de [Training manual on organic agriculture \[Manual de entrenamiento para agricultura orgánica\]](#)).

Matusso, J.M.M., J.N. Mugwe, y M. Mucheru-Mana. 2012. [Potential role of cereal-legume intercropping systems in integrated soil fertility management in smallholder farming systems of sub-Saharan Africa \(Funcion potencial de sistemas de cultivo intercalada de cereales-leguminosas en manejo integrado de fertilidad de suelos en sistemas de agricultura de pequeña escala de Africa Sub-Sahariana\)](#). Third RUFORUM Biennial Meeting, Entebbe, Uganda.

Aspectos económicos

Food and Agriculture Organization. 2001. [The economics of conservation agriculture. \(La economía de agricultura de conservación\)](#). Rome, Italy.

Francis R., P. Weston y J. Birch. 2015. [The social, environmental and economic benefits of Farmer Managed Natural Regeneration \(FMNR\) \(Los beneficios sociales, ambientales, y económicos de Regeneración Natural Manejado por el Agricultor\)](#). World Vision Australia.

Leguminosas

Bunch, R. [Restoring the soil: A guide for using green manure/cover crops to improve the food security of smallholder farmers \(Restaurando el suelo: Una guía para utilizar estiércol verde/cultivos de cobertura para mejorar la seguridad alimenticia de agricultores de pequeña escala\)](#). Canadian Foodgrains Bank.

Hojas de datos sobre muchas leguminosas disponibles en línea a través de [Grassland Species Profiles](#), [Tropical Forages](#), y [Winrock](#) (árboles fijadores de nitrógeno).

Odunze, A. C., E. N. O. Iwuafor, y V. O. Chude. 2002. Maize/herbaceous legume inter-crops and soil properties in the northern Guinea savanna zone, Nigeria (Cultivación intercalada de maíz/leguminosas herbáceas y propiedades de suelo en la zona de sabanas de Guinea norte en Nigeria). *Journal of Sustainable Agriculture* 20 (1): 15–25.

Odunze, A. C., S. A. Tarawali, N. C. de Haan, E. Akoueguon, A. F. Amadji, R. Schultze-Kraft, y G. S. Bawa. 2004. Forage legumes for soil productivity enhancement and quality fodder production (Leguminosas de forraje para aumentar productividad de suelos y la producción de forraje de calidad). *Journal of Food* 2 (2): 201–209.

Promoción

[Modernizando Servicios Extensionistas y Consejeros.](#)

[Farmer Field Schools \(Escuelas de Campo de Agricultores\)](#): una búsqueda en internet resulta en múltiples documentos/ estudios de casos.

Prácticas de labranza

Friedrich, T y A. Kassam. 2012. [No-till farming and the environment: Do no-till systems require more chemicals? \(Agricultura sin labranza y el medio ambiente: ¿Requieren más químicos los sistemas de cero-labranza?\)](#). *Outlooks on Pest Management* 23:153-157.

Hoorman, J.J. y R. Islam. 2016. [Understanding soil microbes and nutrient cycling \(Entendiendo microbios del suelo y los ciclos de nutrientes\)](#). Ohioline (Ohio State University Extension).

[Foundations for Farming \(Fundamentos de Agriculturas\)](#) y [Farming God's Way \(Sembrando a la Manera de Dios\)](#): sistemas que enseñan AC a través de un enfoque en base de azadón que incorpora hoyos pequeños como estaciones de plantación

Manejo de Plagas

Sitio web de la FAO sobre [Integrated Pest Management \(Manejo Integrado de Pestes\)](#).

[Push-Pull \(Empuja y Tira\)](#), una estrategia de Manejo Integrado de Plagas que controla cavadores de tallos y malezas de striga mientras mejora los suelos.

Árboles en agricultura de conservación

[EverGreen Agriculture \(Agricultura Siempre-Verde\)](#): un sitio web sobre la integración de árboles con cultivos de alimentación y ganado.

[World Agroforestry Centre \(Centro Mundial de Agricultura, o ICRAF\)](#): la sección 'Recursos' de este sitio web tiene abstractos y enlaces para publicaciones relacionadas con árboles en paisajes de agricultura de pequeña escala.

[Farmer Managed Natural Regeneration \(Regeneración Natural Manejado por el Agricultor, o FMNR\)](#): Este sitio web es un portal para recursos de entrenamiento y información de FMNR.