

MANUAL DE TECNOLOGÍAS

# PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

*PARA PRODUCTORES Y PRODUCTORAS RURALES*

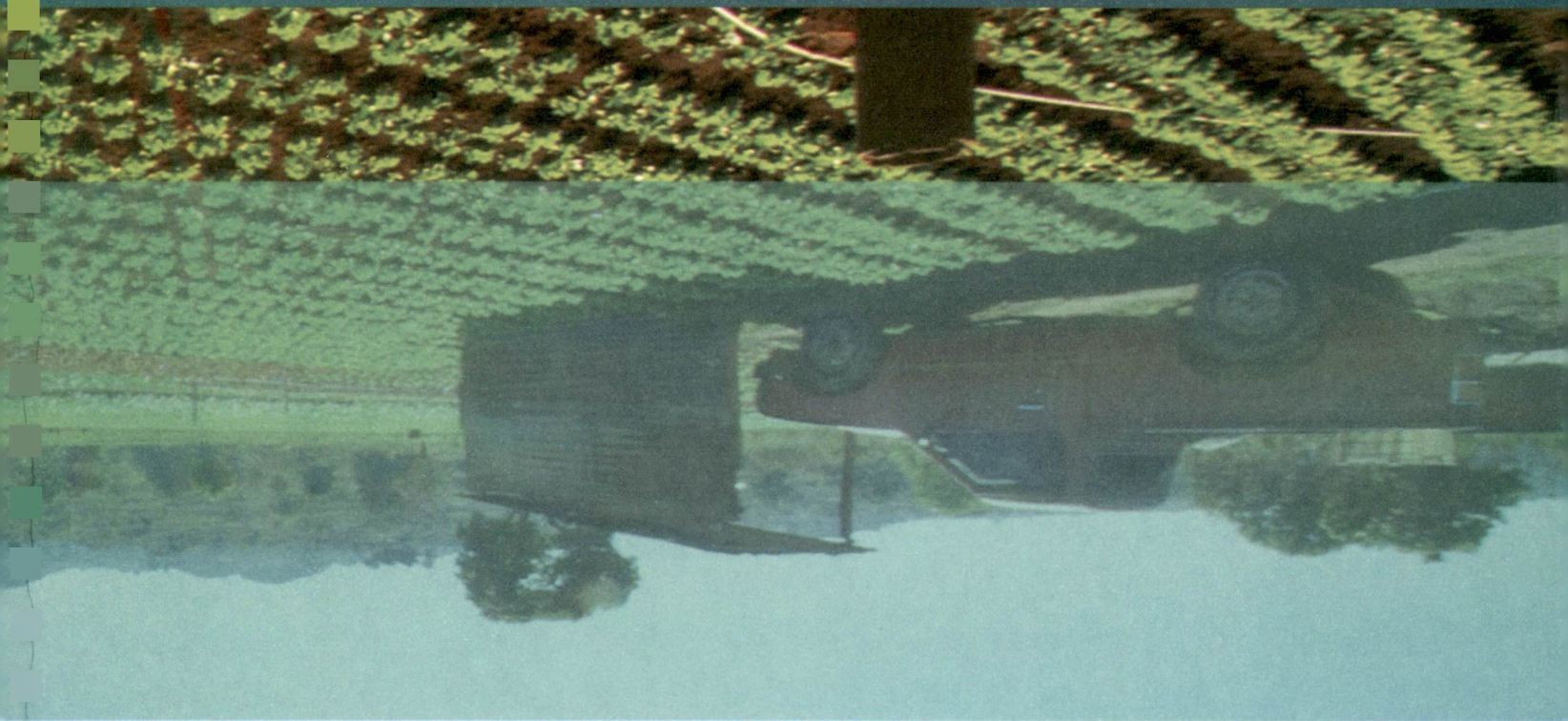
Asociación Guatemalteca de Exportadores -AGEXPORT-



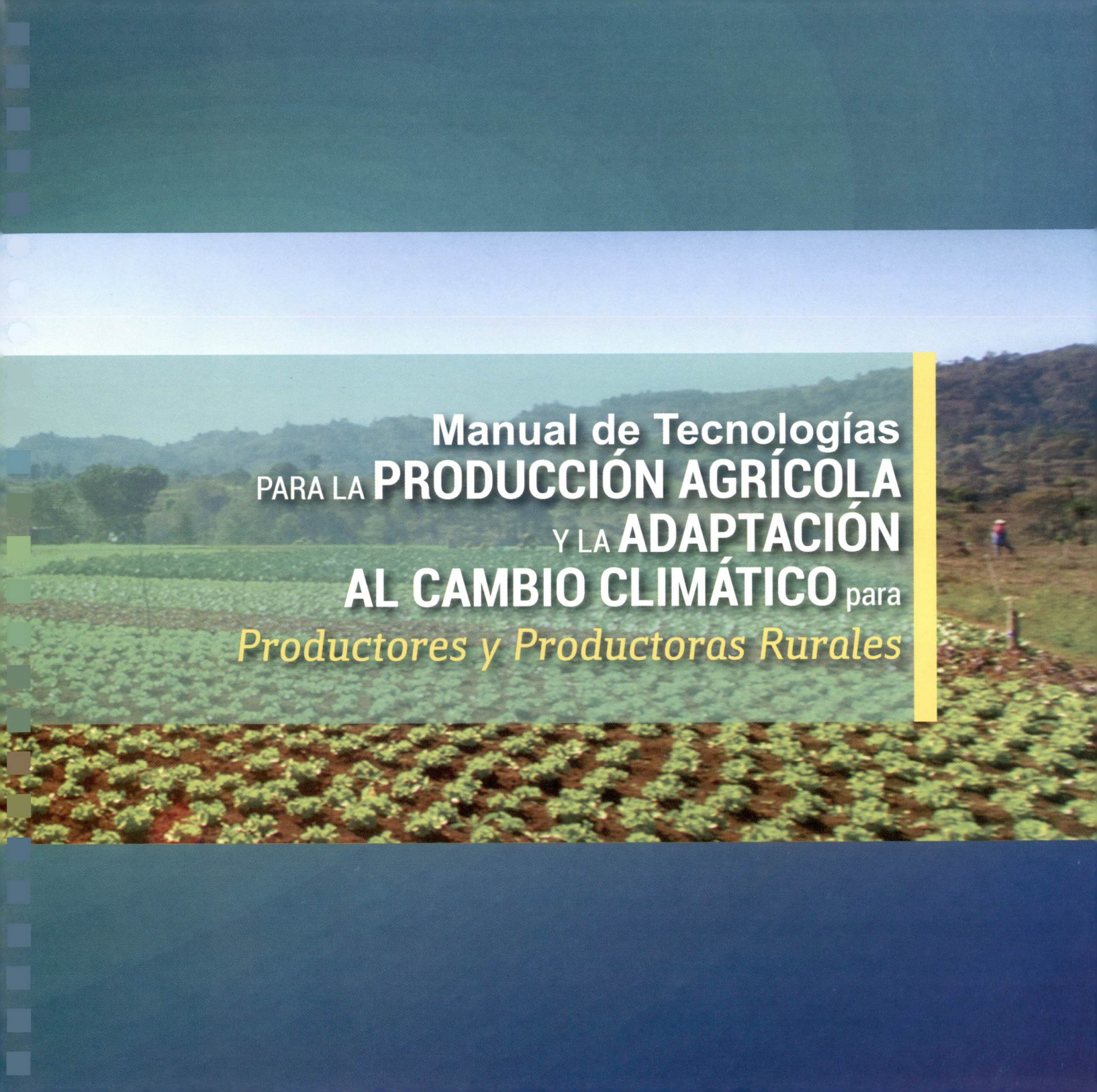
**AGEXPORT**  
ASOCIACION GUATEMALTECA DE EXPORTADORES

**Hivos**  
people unlimited







The cover features a photograph of a rural landscape with a field of young green plants in the foreground and rolling hills in the background. A person is visible in the distance on the right. The title is overlaid on the image, with a yellow vertical bar on the right side of the text area.

Manual de Tecnologías  
PARA LA **PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**  
Y LA **ADAPTACIÓN**  
**AL CAMBIO CLIMÁTICO** para  
*Productores y Productoras Rurales*





**Citación:** AGEXPORT. 2015. Manual de Tecnologías para la Producción Agrícola y la Adaptación al Cambio Climático para Productores y Productoras Rurales. Guatemala.

**Dirección del Documento:**

Iván Buitrón, Gerente División de Desarrollo  
Carlos Urizar, Coordinador Programa de Encadenamientos Empresariales  
Julio Domínguez, Coordinador Ambiental Programa de Encadenamientos Empresariales  
Vivian Villegas, Coordinadora Unidad de Gestión Ambiental Empresarial

**Elaborado por:** Geotecnológica de Centroamérica, S.A.



**Equipo de trabajo:**

Marco Aurelio Juárez Calderón  
Francisco Leonel López Benítez  
José Roberto Martínez Herrera  
María Alejandra Juárez González

Con el apoyo de:



AGEXPORT agradece especialmente el apoyo técnico y financiero del Instituto Humanista de Holanda –HIVOS- para la realización de este Manual.

Asociación Guatemalteca de Exportadores  
15 Avenida 14-72 Zona 13,  
Guatemala, Central America.  
PBX: (502) 2422 3400 Fax: (502) 2422 3434  
www.export.com.gt  
www.encadenamientoempresariales.com

Derechos reservados: AGEXPORT

Queda prohibida cualquier forma de reproducción parcial o total de este documento por cualquier medio, sin autorización expresa de AGEXPORT.

Impreso en la Ciudad de Guatemala, 2015.





# Introducción

La reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria se han convertido en los grandes retos que enfrenta la población mundial; la generación de ingresos, el acceso a recursos como tierra, agua, semillas y otros recursos, la reactivación económica y el acceso a mercados además de la recuperación ecológica se han vuelto temas prioritarios que deben abordarse desde una perspectiva local y territorial, garantizando el mejoramiento de la resiliencia de las comunidades y poblaciones, principalmente las más vulnerables.

Por esta situación, uno de los objetivos de la Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT), a través de su Programa de Encadenamientos Empresariales (PEE) y su Unidad de Gestión Ambiental Empresarial (UGAE) es fomentar el conocimiento y la adopción de tecnologías apropiadas con efecto ambiental positivo en el proceso global de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, por parte de pequeños productores y productoras en Guatemala.

Agexport ha fomentado la difusión de tecnologías innovadoras, que buscan lograr el aumento de los ingresos de los pequeños y pequeñas productoras rurales, con la conservación de los recursos naturales y el reconocimiento de beneficios ambientales producto de la reducción de los impactos ambientales adversos. Actualmente, estas tecnologías apropiadas están

siendo enfocadas a la producción de cultivos para la exportación y cultivos de autoconsumo con un enfoque de adaptación a los efectos del cambio climático, rescatando los valores ancestrales de tecnologías locales.

Este Manual fue elaborado, con la participación activa de especialistas del PEE y la Unidad de Gestión Ambiental Empresarial de AGEXPORT, técnicos extensionistas, promotores institucionales y líderes de organizaciones de productores y productoras de los departamentos de Quiché, Totonicapán y Quetzaltenango. Como parte de la metodología, inicialmente se desarrollaron diagnósticos situacionales en organizaciones de productores y productoras a nivel rural, y partiendo de ellos, se han identificado una serie de tecnologías con beneficio ambiental positivo. Estas tecnologías han pasado por un proceso de validación por los mismos actores locales, con el objetivo de asegurar su efectividad en la implementación en campo. Las tecnologías validadas y seleccionadas se plasman en este Manual, poniéndolas a disposición del público interesado para su transferencia a nivel nacional.

Este Manual resume en forma descriptiva y clara la oferta tecnológica, la valoración de las tecnologías y sus impactos como elementos para facilitar el fomento de la producción sostenible y responsable, facilitando la comprensión para la aplicación práctica de las tecnologías y en su funcionamiento para lograr resultados positivos en términos ambientales, económicos y sociales. Su utilización como material para capacitación y documento de apoyo, ayudará tanto a los pequeños productores y productoras rurales, así como a los técnicos responsables de brindarles asesoría y asistencia técnica.



pag.

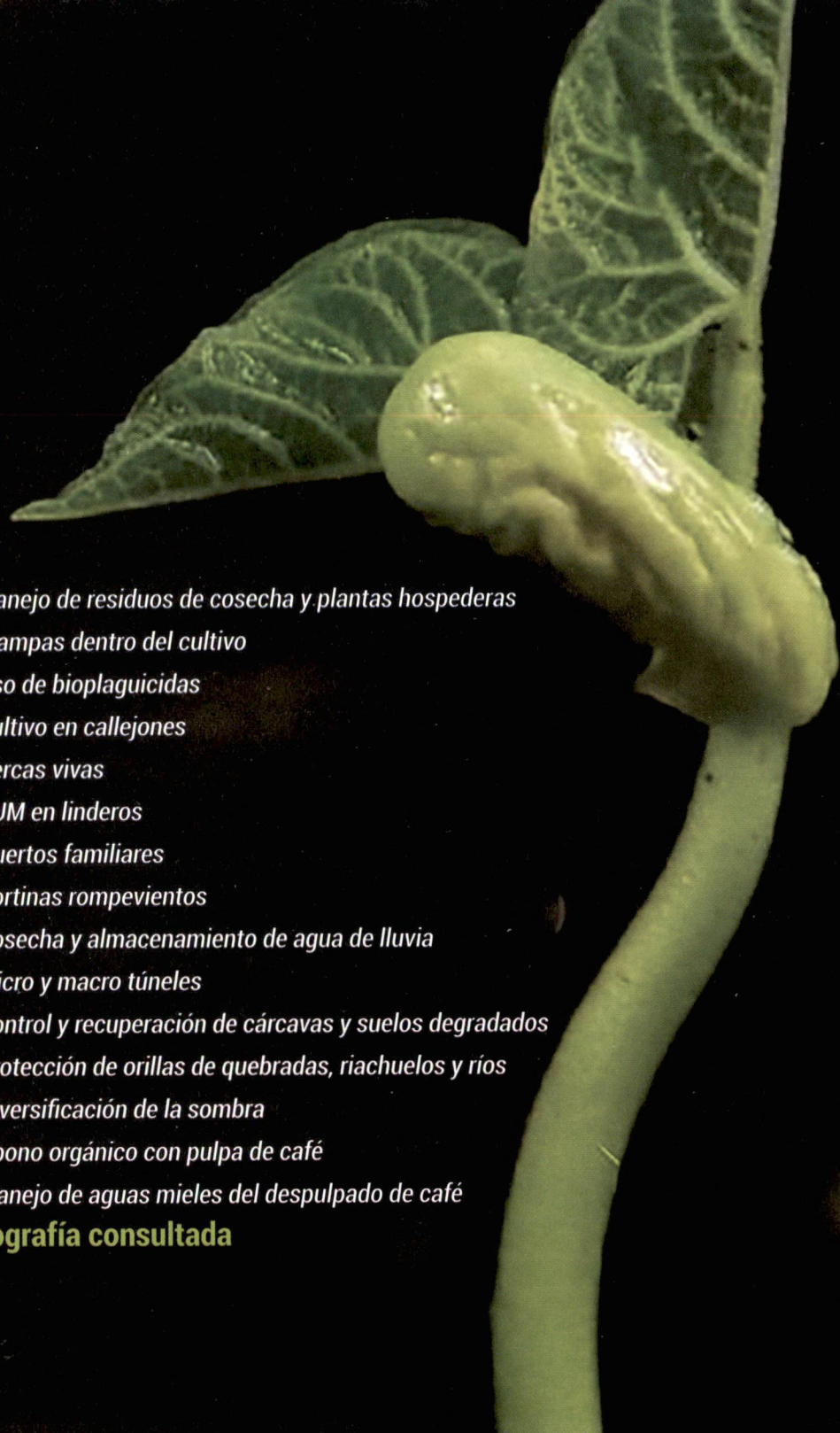
# Índice

9	A.	<b>Objetivos</b>
9	B.	<b>Alcance</b>
		1 - Económicos
		2 - Sociales
		3 - Ambientales
10	C.	<b>Definiciones</b>
13	D.	<b>Descripción</b>
14	E.	<b>Fichas Técnicas</b>
16		1 - <i>Rotación de cultivos</i>
20		2 - <i>Cultivo en surcos al contorno o surcos a nivel</i>
24		3 - <i>Labranza mínima o labranza de conservación</i>
28		4 - <i>Barreras vivas</i>
32		5 - <i>Barreras muertas</i>
36		6 - <i>Acequías de ladera</i>
40		7 - <i>Pozos y zanjas de infiltración</i>
44		8 - <i>Terrazas de banco</i>
48		9 - <i>Terrazas individuales</i>
52		10 - <i>Cultivos de cobertura y/o abonos verdes</i>
56		11 - <i>Uso del Mulch o coberturas orgánicas</i>
60		12 - <i>Fertilizantes orgánicos</i>
64		13 - <i>Enmiendas al suelo</i>
68		14 - <i>Uso de cultivos trampa</i>
72		15 - <i>Variedades resistentes</i>



pag.

76	16 - Manejo de residuos de cosecha y plantas hospederas
80	17 - Trampas dentro del cultivo
84	18 - Uso de bioplaguicidas
90	19 - Cultivo en callejones
94	20 - Cercas vivas
98	21 - AUM en linderos
102	22 - Huertos familiares
106	23 - Cortinas rompevientos
110	24 - Cosecha y almacenamiento de agua de lluvia
114	25 - Micro y macro túneles
118	26 - Control y recuperación de cárcavas y suelos degradados
122	27 - Protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos
126	28 - Diversificación de la sombra
130	29 - Abono orgánico con pulpa de café
134	30 - Manejo de aguas mieles del despulpado de café
138	<b>F. Bibliografía consultada</b>







# Acrónimos

Acrónimo	Descripción
AGEXPORT	Asociación Guatemalteca de Exportadores.
AUM	Arboles de Usos Múltiples.
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas.
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura.
cm	Centímetro.
CRH	Cultivos resistentes a herbicidas.
CSA	Conservación de suelos y agua.
D/H	Días – hombre (jornal de trabajo diario).
gr	Gramos.
ha	Hectárea.
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Por sus siglas en inglés).
kg	Kilogramo.
kg/ha	Kilogramo por hectárea.
km	Kilómetro.
m	Metro.
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado.
m <sup>3</sup>	Metro cúbico.
MIC	Manejo integrado del cultivo.
MIP	Manejo integrado de plagas.
PEE	Programa de Encadenamientos Empresariales.
UA/hectárea	Unidad animal por hectárea.
UGAE	Unidad de Gestión Ambiental Empresarial de AGEXPORT.



# A Objetivo

# B Alcance

El presente Manual está dirigido a técnicos y promotores dedicados a la producción agrícola, agropecuaria y/o agroecológica, con enfoque a procesos de adaptación a los efectos negativos al cambio climático de los pequeños productores y productoras rurales, pretende los siguientes alcances:

## 1 Económicos

Contribuir en la mejora o aumento de la productividad agrícola que impacte en la generación de ingresos para pequeños productores y productoras rurales, provenientes de la producción agrícola para mercados locales y de exportación.

## 2 Sociales

Mejorar y fortalecer las capacidades locales y conocimientos técnicos y ancestrales en el manejo

Propiciar una cultura de producción agrícola, que aplique medidas precautorias para evitar la degradación del ambiente, disminuir sus efectos negativos sobre el cambio climático, mejorar su competitividad y seguridad alimentaria, generando condiciones para una mejor calidad de vida de los productores y productoras rurales a través de herramientas técnicas de apoyo a los procesos de extensión y transferencia de tecnología en el área rural.

productivo y adaptativo de los cultivos de exportación y los utilizados para autoconsumo, como una medida de incidencia que permita un cambio de actitud y mejore la gobernabilidad local al reducir las externalidades negativas de la producción en los sistemas agrícolas y pecuarios tradicionales, mejorando la competitividad y sostenibilidad de éstos sistemas.

## 3 Ambientales

Promover la integración de sistemas agrícolas amigables con el ambiente, asegurando la base de recursos naturales como agua, suelo, biodiversidad y aire, a la vez que se generan productos sanos e inocuos que mejoren la calidad de vida en las comunidades.

Contribuir con los procesos de adaptación al cambio climático, específicamente con la regulación del microclima en las parcelas como el aumento o estabilidad de la humedad y aumento de los procesos de infiltración de agua en el suelo, reducción de la degradación y pérdida de suelo, y finalmente contribución a los procesos de fijación de carbono.



# C

## Definiciones

### **Agroecología**

La agroecología es una ciencia integradora que se ocupa del estudio de la agricultura desde varios puntos de vista: técnicos, sociales, económicos y ambientales. El objetivo de la agroecología es conseguir que la actividad agrícola sea sostenible, es decir, capaz de perdurar indefinidamente en el tiempo y por sus propios medios con la menor cantidad de insumos del exterior. Las técnicas de agroecología se aplican con el objetivo de conservar en el largo plazo la fertilidad del suelo y agua y que el productor sea lo más autosuficiente posible, tanto en el uso fertilizantes como en términos fitosanitarios.

Los principios básicos de la agroecología incluyen: el reciclaje de nutrientes y energía, la sustitución de insumos externos, el incremento de la materia orgánica y el mejoramiento la actividad biológica del suelo, la diversificación de las especies de plantas y animales en los agroecosistemas, todo esto con la finalidad de obtener múltiples cosechas, en lugar de los rendimientos aislados de las distintas especies, obteniendo al final alimentos sanos con bajos insumos.

### **Agricultura orgánica**

La agricultura orgánica pretende optimizar la utilización de insumos pero no considera el rediseño productivo, por lo que este enfoque de "sustitución de insumos" esencialmente sigue el mismo paradigma de la agricultura convencional, es decir, superar el factor limitante, pero esta vez con insumos biológicos u orgánicos.

### **Cambio climático**

Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros meteorológicos: temperatura, presión atmosférica, precipitaciones, nubosidad, etc. En teoría, son debidos tanto a causas naturales como antropogénicas. El cambio climático es el conjunto de grandes y rápidas perturbaciones provocadas en el clima por el aumento de la temperatura del planeta.

### **Adaptación al cambio climático**

Es el ajuste en los sistemas naturales o humanos como respuesta a estímulos climáticos actuales o esperados, o sus impactos, que reduce el daño causado y que potencia las oportunidades benéficas. De tal manera, es fundamental que los países y comunidades adopten medidas prácticas para protegerse de los daños y perturbaciones probables a los medios de vida para el desarrollo rural. La meta principal de la adaptación es reducir la vulnerabilidad, promoviendo el desarrollo sostenible. La adaptación al cambio climático debe considerar no solamente cómo



reducir la vulnerabilidad frente a los impactos negativos, sino también cómo beneficiarse de los positivos. Las medidas de adaptación deben enfocarse a corto y a largo plazos, e incluir componentes de manejo ambiental, de planeación y de manejo de desastres.

## **Mitigación al cambio climático**

Según el IPCC, se define mitigación al cambio climático como la intervención humana para reducir las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, o mejorar los sumideros de estos.

## **Resiliencia**

Según el IPCC, se define resiliencia como la habilidad que tiene un sistema y sus componentes para anticipar, absorber, adaptarse y/o recuperarse de los efectos de un evento peligroso en forma oportuna y eficiente, incluso garantizando la conservación, restauración o mejora de sus estructuras y funciones básicas.

## **Mitigación ambiental**

Se denomina al conjunto de procedimientos a través de los cuales se busca reducir los impactos negativos que se generen durante la ejecución de las actividades, así como incentivar los probables impactos positivos; por ejemplo: llevar a niveles no tóxicos y/o aislar sustancias contaminantes en un ambiente dado. Los tipos de medidas de mitigación ambiental son:

**PREVENCIÓN Y CONTROL**, son acciones que buscan evitar que se den los impactos negativos al ambiente, por ejemplo, la eliminación de una fuente contaminante,

como depósitos o contenedores con sustancias tóxicas, busca evitar la contaminación del ambiente circundante, como los suelos o el agua en donde estos se localizan.

**MITIGACIÓN**, son medidas que buscan reducir la magnitud de los daños potenciales sobre la vida y los bienes que pueden ser causados por un evento, es decir, lo que se hace para reducir los efectos de los impactos. La mitigación se logra tomando acción inmediata, antes de que se dé el próximo desastre y de esta forma, disminuir los daños y costos por desastre, reconstrucción y daños repetidos.

**REMEDIACIÓN**, son medidas que buscan corregir los efectos de los impactos que se han causado por la implementación de una o más actividades, por ejemplo, la limpieza de áreas afectadas / contaminadas, que lo que buscan es llevar el grado de contaminación de un lugar o medio afectado, a un nivel que se considere no tóxico.

**COMPENSACIÓN**, este es el último recurso que se utiliza en los temas ambientales, y lo que busca es producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso que se ha generado con el desarrollo de una actividad; estas medidas se realizarán únicamente en los casos en los que una actividad, ha generado efectos adversos significativos resultantes de la ejecución de un proyecto o actividad. Por ejemplo, cuando se cumple con el compromiso de reforestación por el corte de árboles en un proyecto, se está compensando el daño ambiental ocasionado por el corte de éstos.

## **Sostenibilidad y su sinónimo sustentabilidad**

Se refieren al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un



recurso por debajo del límite de renovabilidad del mismo. Desde la perspectiva de la prosperidad humana y según el Informe Brundtland de 1987, la sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

## ***Capacidad de uso del suelo***

Es la determinación en términos físicos, del soporte que tiene una unidad de tierra de ser utilizada para determinados usos o coberturas y/o tratamientos. Generalmente se basa en el principio de la máxima intensidad de uso soportable sin causar deterioro físico del suelo. Es el potencial del suelo para ser cultivado con criterios: técnicos, económicos y ecológicos, sin deterioro de los mismos.

## ***Extensión técnica***

Extensión es la acción y efecto de extender o extenderse (hacer que algo ocupe más espacio, esparcir o derramar lo que está junto, desplegar, desenvolver). Para este caso, la extensión técnica es la acción de multiplicar, reproducir o replicar en campo los conocimientos adquiridos (investigación científica) en las capacitaciones técnicas recibidas. En este sentido, el facilitador bien capacitado, tiene la capacidad y el compromiso de replicar el conocimiento técnico a nivel comunitario para fortalecer las capacidades y conocimientos de los agricultores promotores.

## ***Promotores agrícolas***

Son agentes facilitadores que no sólo protagonizan la réplica de los efectos exitosos, sino que también aportan con su vivencia y estimulan la creatividad en el proceso de desarrollo.

La importancia de ellos es que en su propio contexto cultural: a) disfrutan de mayor confianza, ganando mayor aceptabilidad por sus acciones y realizaciones; b) comprenden mejor a las personas con quien trabajan; c) entienden más fácilmente los problemas económicos de las personas y sus prioridades; d) usan el vocabulario de las personas de la comunidad.



# D

## Descripción



Desde sus inicios, la AGEXPORT ha dado un trascendental impulso al sector agroexportador mediante mecanismos que fortalecen la sostenibilidad de la producción y la competitividad de los pequeños productores y productoras rurales, que al mismo tiempo benefician a la sociedad en su conjunto, por medio de los beneficios ambientales generados y de la promoción de prácticas de producción e inocuidad de los productos.

Dentro del desarrollo innovador, se ha fomentado la utilización de una serie de opciones técnicas para que los pequeños productores y productoras empleen de manera más eficiente los recursos propios de las parcelas, los sistemas de producción generen beneficios ambientales y se reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero. A la vez, busca que los productores mejoren su competitividad.

Para facilitar el proceso de transferencia de tecnología y el fortalecimiento de capacidades de los pequeños productores y productoras, el PEE y la UGAE de AGEXPORT presentan este "Manual Técnico", con el deseo de que sea una herramienta orientadora en la gestión agropecuaria o agroecológica de los productores y productoras rurales.

En este "Manual técnico" se desarrollan **30 fichas** con las tecnologías consideradas como las **MÁS FRECUENTES, MÁS EFECTIVAS, MÁS LEGÍTIMAS** y con **MAYOR PROBABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN LOCAL** dentro de los encadenamientos productivos que fomenta AGEXPORT.



## **SOBRE LA PLANIFICACIÓN DE CULTIVOS DE LA O LAS PARCELAS**

- 1 Rotación de cultivos

## **SISTEMAS DE LABRANZA Y CULTIVO**

- 2 Cultivo en surcos al contorno o surcos a nivel
- 3 Labranza mínima o labranza de conservación

## **MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS**

- 4 Barreras vivas
- 5 Barreras muertas
- 6 Acequías de ladera
- 7 Pozos y zanjas de infiltración
- 8 Terrazas de banco
- 9 Terrazas individuales

## **MANEJO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS**

- 10 Cultivos de cobertura y/o abonos verdes
- 11 Uso de Mulch o coberturas orgánicas
- 12 Fertilizantes orgánicos
- 13 Enmiendas al suelo

## **MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS -MIP-**

- 14 Uso de cultivos trampa



- 15 Variedades resistentes
- 16 Manejo de residuos de cosecha y plantas hospederas
- 17 Trampas dentro del cultivo
- 18 Uso de bioplaguicidas

### MANEJO DE SISTEMAS AGROFORESTALES

- 19 Cultivo en callejones
- 20 Cercas vivas
- 21 AUM en linderos
- 22 Huertos familiares
- 23 Cortinas rompevientos

### ADAPTACIÓN A LAS SEQUÍAS ESTACIONALES

- 24 Cosecha y almacenamiento de agua de lluvia

### PROTECCIÓN CONTRA EL CLIMA

- 25 Micro y macro túneles

### RESTAURACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS

- 26 Control y recuperación de cárcavas y suelos degradados
- 27 Protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos

### ESPECÍFICOS PARA EL CULTIVO DEL CAFÉ

- 28 Diversificación de la sombra
- 29 Abono orgánico con pulpa de café
- 30 Manejo de aguas mieles del despulpado de café



Los monocultivos son una de las principales causas de la erosión del suelo. La presión de las prácticas agrícolas intensivas sobre el suelo cultivable tiene como consecuencia el aumento de la erosión, tanto física como química, con graves repercusiones económicas y sociales.

Una rotación de cultivos tiene como objetivo el desarrollo de sistemas de producción diversificados que aseguren la sostenibilidad en el uso del suelo, promoviendo el uso de cultivos que se alternen año con año para que mantengan la fertilidad del suelo y reduzcan los niveles de erosión. Toda rotación de cultivos debe considerar los recursos y las necesidades de los productores, de forma que se establezca un sistema en el cual, éstos se siembran en una sucesión reiterativa y en una secuencia determinada sobre un mismo terreno.

El término Rotación se refiere a la sucesión de cultivos en el tiempo sobre la misma superficie durante un número determinado de años, al cabo de los cuales se repiten de nuevo los cultivos con el mismo orden o no. Con esta práctica se trata de aprovechar el suelo manteniendo una cobertura productiva a un costo mínimo de producción durante el mayor tiempo posible, y un uso óptimo de la mano de obra de la que dispone el agricultor. Entre los sistemas más practicados se encuentran: sistemas breves, que pueden ser anuales o bianuales, como los cultivos de maíz, frijol y papa, o sistemas de larga rotación, en períodos de cinco o seis años, en donde se utilizan múltiples cultivos, como el maíz, frijol, trigo, hortalizas y algunos pastos de corte.

En términos precisos los objetivos se engloban en lo siguiente:

- Incrementar los rendimientos de los cultivos en relación con los monocultivos.
- Mantener y mejorar los contenidos de materia orgánica del suelo.
- Mejorar la fertilidad del suelo y mantener un balance de los nutrimentos disponible para las plantas.
- Reducir la erosión hídrica y eólica.
- Mejorar la adaptación de la labranza de conservación en comparación con los monocultivos.
- Mejorar el drenaje, la aireación del suelo, y el tamaño y la estabilidad de los agregados del suelo.
- Reducir la incidencia de malezas, insectos y enfermedades en los cultivos.

## Objetivo



## Importancia de su aplicación

- Es una tecnología de bajo costo y fuerte impacto en el mediano y largo plazo.
- Son herramientas y oportunidades para darle sostenibilidad a los sistemas agrícolas, para el mejor control de plagas, enfermedades y malezas, de hecho con menos insumos, para

- aprovechar las ventajas que brinda la biodiversidad, para el manejo agroecológico de suelos y la nutrición vegetal indirecta.
- Solamente con alta proporción de gramíneas puede alcanzarse el aporte de Carbono necesario para equilibrar las pérdidas de MO.





1

*Ficha*

## **ROTACIÓN DE CULTIVOS**

SOBRE LA PLANIFICACIÓN DE CULTIVOS DE LA  
O LAS PARCELAS

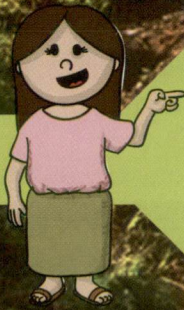


Esta es una de las tecnologías más simples y de mayor eficiencia, es utilizada para el control de la erosión y consiste en la siembra de cultivos en orientación de las curvas a nivel del terreno, es decir, perpendicularmente a la pendiente. Representa una de las tecnologías básicas para el establecimiento de cualquier cultivo en la región. Su empleo permite que el agua de lluvia o riego se distribuya lentamente, permitiendo la infiltración y reduciendo la erosión ocasionada por esta.

En términos simples la tecnología pretende:

- Reducir la erosión laminar y en canales provocada por las lluvias excesivas.
- Reducir el transporte de sedimentos y otros contaminantes, a los cuerpos de agua.
- Reducir la velocidad del escurrimiento superficial.
- Promover la infiltración de agua en el suelo, y aumentar la humedad disponible para el crecimiento de las plantas, principalmente en zonas secas.
- Reducir los riesgos de formación de cárcavas en terrenos con pendiente.

## Objetivo



## Importancia de su aplicación

Como práctica o tecnología aislada es recomendada solamente para áreas de poca pendiente, sin embargo, técnicamente debe asociarse con otras tecnologías para mejorar la conservación de suelos y agua.

La construcción de surcos al contorno es más efectivo en pendientes entre 2 y 10%, ya que su efectividad se reduce conforme aumenta la pendiente (cuando excede el 15%). Cuando la pendiente del terreno sea mayor del 15% se recomienda combinar la construcción de surcos al contorno con otras prácticas o tecnologías, como el establecimiento de barreras vivas (Ficha 4) o las terrazas de banco (Ficha 8), según sea el objetivo de producción y la intensidad del uso de la tierra propuesto.

**Su importancia de aplicación puede relacionarse al clima de la siguiente manera:**

- En zonas húmedas y subhúmedas se usan para controlar la erosión hídrica y reducir el deterioro de la capacidad productiva del suelo.
- En zonas semiáridas, se usan principalmente para conservar el agua, pues los surcos en contorno favorecen la infiltración y evitan o reducen las pérdidas por escorrentía.
- Estos surcos favorecen la infiltración y almacenamiento del agua en el suelo, ya que son como micropresas cuyos lomos al constituir barreras eliminan el movimiento del agua ladera abajo.





2

*Ficha*

## **CULTIVO EN SURCOS AL CONTORNO O SURCOS A NIVEL**

SISTEMA DE LABRANZA Y CULTIVO





## Objetivo

Labranza mínima es la menor cantidad de labranza requerida para crear las condiciones de suelo adecuadas para la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta. Esta tecnología reduce la labor de remoción del suelo y se prepara el suelo en las fajas/franja constituidas por los surcos donde va a sembrar, conocida también como Labranza mínima individual.

La función principal es disminuir la susceptibilidad del suelo a la erosión, pero también ayuda para mantener el nivel de materia orgánica y para proteger la fauna en el suelo. Existen formas tradicionales de labranza mínima como la Siembra al Rayón<sup>1</sup>, que consiste en labrar únicamente el surco en donde se colocará la semilla. La labranza mínima se debe combinar con el cultivo de surcos en contorno (Ficha 2) para mejorar su eficacia.

La labranza mínima se puede hacer con tracción animal: en pendientes hasta un 15% se pueden utilizar el arado combinado con sembradora con bueyes, en pendientes de 15-25% se recomienda el uso de un solo buey.

## Importancia de su aplicación

La labranza mínima es otra de las prácticas más simples y de gran eficiencia en reducir la susceptibilidad del suelo a la erosión siempre y cuando se combinan la labranza y siembra en surcos al contorno, lo cual se logra realizando todas las labores y operaciones culturales de una parcela agrícola "en contorno", o sea cultivando en surcos a nivel (Ficha 2). De esta forma, se logra un efecto positivo sobre el suelo, ya que el escurrimiento de agua es moderado y por ende, se mejora la conservación de los suelos.

Ambientalmente contribuye al control de erosión en pendientes hasta 10-15% y a aumentar la infiltración y la capacidad de retención de humedad en el suelo. Reduce la erosión eólica.

<sup>1</sup> Esta forma es una forma tradicional de sembrar el maíz y frijol en el Pacífico Seco de Nicaragua.

**Su importancia de aplicación puede relacionarse al clima de la siguiente manera:**

- Los surcos en contorno en zonas húmedas y subhúmedas se usan para controlar la erosión hídrica y reducir el deterioro de la capacidad productiva del suelo.
- En zonas semiáridas, se usan principalmente para conservar el agua, pues los surcos en contorno favorecen la infiltración y evitan o reducen las pérdidas por escorrentía.
- La infiltración del agua en el suelo aumenta y así la cantidad de agua almacenada en el perfil.
- En combinación con los surcos funcionan como micropresas cuyos lomos al constituir barreras eliminan el movimiento del agua ladera abajo. Además como los surcos son a nivel o tienen ligera pendiente el agua tiene más oportunidad de infiltrarse y de formarse menos agua de escorrentía con lo que la erosión hídrica se reduce y se conserva más agua.





3

Ficha

# LABRANZA MÍNIMA O LABRANZA DE CONSERVACION

SISTEMA DE LABRANZA Y CULTIVO





## Objetivo

También conocidas como fajas vivas antierosivas, son las obras biológicas de conservación de suelos que deben implementarse después de las prácticas de surcos en contorno con rastrojos y labranza mínima. Físicamente, es la siembra de plantas perennes que desarrollan un buen sistema radical, regularmente se utiliza cualquier tipo de pasto o especies arbóreas, las cuales se siembran siguiendo las curvas de nivel, con el propósito de reducir la velocidad de agua de escorrentía y detener las partículas sólidas que arrastra. Estas con el tiempo, llegan a formar terrazas de banco.

Por otro lado, las barreras vivas constituyen parte de diversas actividades y técnicas dentro del manejo integrado de plagas (MIP)<sup>2</sup> que tienen como principal función el control de plagas.

## Importancia de su aplicación

A pesar de que existen otras prácticas que reducen la erosión más que la barrera viva, éstas han tenido más aceptación por parte de los productores/as ya que ofrecen varios productos adicionales tales como: forrajes, alimentos, leña y otros productos, lo cual la hace valiosa como tecnología de adaptación.

**Asimismo, esta tecnología presenta las siguientes funciones:**

- Reduce la velocidad de la escorrentía a lo largo de la pendiente y aumenta el tiempo disponible del agua para su infiltración, lo que la hace una tecnología amigable al ambiente, que regula la humedad del suelo.
- Reduce la erosividad y la capacidad de transporte de la escorrentía superficial.
- Hay deposición de productos de la erosión, captura de nutrientes que van en la escorrentía e induce la formación de terrazas.
- Facilita la labranza y el cultivo en contorno.
- Estabiliza las áreas cultivadas en contorno en pendientes fuertes.
- Está comprobado que el uso de barreras de gramíneas alrededor de los cultivos de hortalizas ayuda al control de enfermedades causadas por virus, sobre todo aquellas transmitidas por áfidos, que transmiten virus de tipo no resistente.

2. MIP se le denomina como tal a una estrategia que usa una gran variedad de métodos complementarios: físicos, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales que se aplican en 3 etapas: prevención, observación, aplicación.





4

Ficha

## BARRERAS VIVAS

MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS



## Objetivo



Son estructuras que se construyen en curvas a nivel para evitar el arrastre del suelo. Estas son estructuras físicas similares a las barreras vivas, ya que cumplen la misma función, excepto que éstas se construyen utilizando material no viviente disponible en el área como rocas, troncos de árboles y restos de vegetales. Forman parte de las opciones tecnológicas para la protección y conservación de los suelos, que los extensionistas promueven entre los agricultores de ladera que se dedican a la siembra de cultivos limpios.

Como premisa, es evidente que estas estructuras de conservación de suelo y agua se recomiendan principalmente en regiones o lugares en donde se dispone de piedra o suficiente material inerte para la construcción, ya que eso disminuye los costos de materiales e implementación de la tecnología a nivel de parcela.

## Importancia de su aplicación

Es una tecnología que contribuye a frenar la velocidad del agua y retiene el suelo de ladera en pendientes más cortas, sirviendo además para captar los sedimentos que van en el agua de escurrimiento. La barrera muerta resulta en la formación paulatina de terrazas de banco. El efecto de la barrera muerta se concentra en retener el suelo y evitar o minimizar desastres.

El impacto económico esperado principalmente es la apropiada implementación para la protección de suelos utilizados para cultivos, propiciando una utilización del suelo por más tiempo, que se refleja al final con mayores ingresos. Además, le incrementa el valor de la tierra o propiedad.

Desde el punto de vista social, está enfocada para el beneficio de las familias rurales como medida de adaptación para los cultivos de granos básicos y hortalizas. Además, visualmente contribuye con marcar los límites de la propiedad.

Desde el punto ambiental, contribuye con mayor eficacia en el mejoramiento de la humedad y estabilidad del suelo, cuando se trabajan integradas con otras tecnologías, como el cultivo en contorno, principalmente.





5

*Ficha*

## **BARRERAS MUERTAS**

MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS





## Objetivo

Son zanjas o canales de forma trapezoidal construidos en dirección transversal a la pendiente. Por lo general, tienen un ancho de 30 cms. en el fondo y con taludes regulares de acuerdo a la pendiente del terreno. En esta estructura, en el borde inferior a todo el largo se siembra una barrera viva (ficha 4) a modo de soporte y la distancia entre acequias dependerá de la pendiente.

La finalidad de la acequia es en primer lugar el drenaje de agua en exceso. En segundo lugar, la acequia contribuye a la conservación de suelo en combinación con camellones, barreras vivas y otras prácticas dividiendo la parcela en pendientes cortas. Esta tecnología combina bien con otras que mejoran la infiltración en el terreno o con técnicas que mejoran la fertilidad del suelo.

Las acequías se pueden hacer con apoyo de la tracción animal: en pendientes hasta un 15% se puede utilizar el arado vertedera con bueyes, en pendientes de 15-25% se recomienda el uso de 1 buey o caballo.

## Importancia de su aplicación

*Dentro de las ventajas o importancia de esta tecnología podemos mencionar los siguientes:*

- Esta tecnología se prefiere utilizar en zonas secas y semi-secas, ya que pueden constituirse en pequeños reservorios de agua, mejorando la humedad del suelo.
- Es útil en zonas húmedas con pendientes pronunciadas, ya que retiene los excedentes de agua provenientes de tormentas, minimizando la vulnerabilidad a desastres.
- Mejora la infiltración de agua y reduce la escorrentía y el arrastre de suelos causado por esta.
- Por ser una obra de construcción física, demanda bastante mano de obra para su construcción.
- Reduce los riesgos de estrés de sequía en los cultivos desde el primer año.

*Al igual que todas las tecnologías, las acequías de ladera son importantes debido a su contribución en:*

1. **Control de erosión:** La acequia misma tiene un efecto moderado en el control de la erosión superficial captando el suelo en la acequia y dividiendo la ladera en pendientes cortas. Es recomendable combinar la acequia con otras técnicas de CSA que reducen la erosión superficial del suelo (barreras vivas, manejo de rastrojos, etc). Zanjas profundas a desnivel se pueden construir en la parte superior de la parcela, para desviar la escorrentía que entra a la parcela de los terrenos colindantes (laderas más inclinadas).
2. **Conservación de humedad del suelo:** Las acequías a desnivel mejoran moderadamente la infiltración del agua de la escorrentía ya que su objetivo principal es el drenaje de agua en exceso. En zonas con lluvias irregulares es esencial combinar la acequia a desnivel con obras que mejoran la infiltración de agua en la parcela.





6

Ficha

## ACEQUÍAS DE LADERA

MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS





## Objetivo

*Esta es una tecnología que se refiere específicamente a la construcción de obras físicas de pozos, agujeros u hoyos excavados en el suelo, relleno con piedras y otros materiales inertes, con el objetivo de evitar la pérdida de suelo en zonas con pendientes pronunciadas dedicadas a la agricultura intensiva.*

*Además, contribuye a favorecer los procesos de recarga hidrológica hacia el manto freático del suelo.*

## Importancia de su aplicación

La recarga artificial de escurrimientos pluviales en pozos de infiltración o absorción, representa un complemento para una importante estrategia para la gestión integral del agua en las diferentes zonas del altiplano de Guatemala, ya que permite almacenar el agua sin pérdidas por evaporación, para disminuir las tasas de sobreexplotación del recurso y generalmente para mejorar la calidad de las aguas recargadas.

Con igual importancia, es una tecnología que contribuye directamente a evitar la pérdida de suelo causada por escorrentía superficial, así como al almacenamiento de agua subterránea.

### **Por otro lado, la infiltración de los escurrimientos pluviales ayuda a:**

- Evitar que se generen inundaciones o derrumbes, al servir como un sistema de regulación de la carga hidráulica.
- Proteger la calidad del agua de los acuíferos. En alguna medida contribuye a alimentar los mantos acuíferos.
- La disolución de contaminantes.- los pozos de infiltración deben estar conformados por un filtro de gravas y arenas, el cual le proporcionará a las aguas pluviales un primer tratamiento de depuración antes de ser inyectado al subsuelo.
- Evitar la contaminación del agua por arrastre de materiales como pesticidas, desechos inorgánicos como envases, etc., el agua pluvial se infiltrará al subsuelo y evitará en la medida de lo posible que escurra a lo largo de la parcela.
- Mantener el equilibrio hídrico en zonas ecológicas y zonas de conservación de fuentes de agua.
- Es una estructura fácil de construir y mantener a nivel local.
- Ocupa poco espacio, ya que por lo regular se construye en las esquinas de las parcelas.





7

Ficha

# POZOS Y ZANJAS DE INFILTRACIÓN

MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS





## Objetivo

Esta es una de las tecnologías para la conservación de suelo y agua más tecnificada que se puede considerar. Es una estructura mecánica, realizada principalmente por el hombre, siguiendo, como guía, las curvas a nivel con el propósito de evitar la erosión del suelo, también pueden ser formadas lentamente, por acción de las barreras muertas (ficha 5) o barreras vivas (ficha 4). Las terrazas de banco son una serie de plataformas continuas a nivel, en forma escalonada con un terraplén cultivable y un talud conformado por el corte y el relleno.

Las medidas de las terrazas dependen de la pendiente y tipo de suelo. Son las obras más efectivas y estrictas para controlar la erosión en laderas. En términos prácticos tienen los siguientes objetivos:

- Reducir la velocidad del escurrimiento y evitar la erosión del suelo.
- Conservar la humedad del suelo.
- Facilitar las labores de cultivo o de plantación de árboles, logrando mecanizar áreas con topografía muy accidentada.
- Promover el uso intensivo de la tierra y aumentar los rendimientos de los cultivos principalmente los que tengan mayor rentabilidad en el mercado, como por ejemplo las hortalizas para la exportación.

## Importancia de su aplicación

**La tecnología de terrazas de banco es de suma importancia para:**

- Fincas con un uso intensivo de la tierra y donde se necesite aprovechar pendientes fuertes para la siembra de cultivos. Por su alto costo, se utiliza para cultivos más rentables que granos básicos.
- Fincas pequeñas donde se aprovechan todo tipo de terreno, hasta pendientes fuertes.
- Zonas con gran densidad de población en donde se justifique el empleo de gran cantidad de mano de obra.
- Reducir la velocidad del escurrimiento y evitar la erosión del suelo, en zonas de laderas.
- Conservar la humedad del suelo.

**Esta tecnología técnicamente es recomendada:**

- En zonas de altas precipitaciones se debe asegurar que la tierra tendrá la capacidad de infiltrar o desviar fuertes lluvias a lo largo del banco, sin causar problemas de drenaje o de desborde (terrazas a desnivel).

- El agua de lluvia o de riego se aprovecha mejor, lo cual es una medida de adaptación al cambio climático, especialmente para las épocas secas prolongadas.
- En zonas en donde se tengan pendientes de terreno entre 12 y 50% y en profundidades de suelo variable entre 20 y 60 cms, se menciona que suelos con profundidades mayores de 1 metro son recomendables.
- Para facilitar las labores de cultivo o de plantación de árboles, logrando mecanizar áreas con topografía muy accidentada.
- En donde exista disponibilidad de mano de obra en la época seca y para la producción de cultivos de alto valor (hortalizas, flores, frutales).





8

Ficha

## TERRAZAS DE BANCO

MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS



Las terrazas individuales son pequeñas plataformas redondas, semicirculares o cuadradas de aproximadamente 1.5 a 2 metros de diámetro, en cuyo centro se siembran normalmente árboles frutales u otros cultivos perennes. La terraza tiene normalmente una leve inclinación contra la pendiente y se combina bien con una barrera viva o muro de piedras (ver ficha 4 y 5) al borde del relleno (parte inferior). Es una tecnología utilizada en lugares de pendiente muy pronunciada, con poca profundidad efectiva del suelo, donde no es posible construir la terraza de banco, es efectiva la terraza con vegetación. En las terrazas relativamente estrechas, frecuentemente se plantan frutales con doble propósito, es decir para producción y para prevención de siniestros/desastres. También existen las terrazas individuales que consisten en rodear de piedras los árboles plantados para mejorar el microambiente para el crecimiento de la planta y con fines de prevención de la erosión del suelo.

## Objetivo



Las terrazas individuales se distribuyen en forma puntual, por lo que es conveniente ubicar las mismas en tresbolillo para que tenga cobertura espacial y estratégicamente para el control del agua de escorrentía.

## Importancia de su aplicación

- La función principal de la tecnología es la conservación de la humedad, a través de la acumulación e infiltración del agua. Estas pueden almacenar entre 10 y 20 litros de agua por terraza.
- Permitir un mejor aprovechamiento de los fertilizantes reduciendo la pérdida por escorrentía.
- Uso o aprovechamiento y manejo de tierras con mucha pendiente.
- Controla la erosión en cárcavas.
- Estimula el desarrollo cuando se utiliza para árboles plantados, principalmente frutales o especies forestales.
- Se aplica en siembras cercana o contigua de la casa, para poder cuidar mejor las plantas, sobre todo contra el daño de los animales.
- Por lo regular se recomienda para fincas pequeñas o medianas en donde se aprovechen las pendientes fuertes y en fincas con tenencia de la tierra asegurada.
- Se utiliza sobre todo en suelos profundos. En suelos moderadamente profundos se utiliza hasta cierta pendiente. En suelos superficiales se debe tener mayor cuidado en el movimiento de la capa fértil del suelo.
- En suelos de baja infiltración mejora la acumulación y el aprovechamiento del agua. En estos suelos se recomienda una barrera viva (ficha 4) al borde del relleno.
- Se utiliza sobre todo en pendientes fuertes hasta 60%. En zonas secas, se utiliza también en pendientes suaves para aprovechar mejor el agua.





Ficha

# TERRAZAS INDIVIDUALES

MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS

9







## Objetivo

La tecnología de abonos verdes o cultivos de cobertura son complementarias a las técnicas de rotación de cultivos (ficha 1) o a las de barbechos mejorados. Por lo regular, se siembran especies leguminosas, emparentadas con el frijol, tales como: siembra de Terciopelo (*Mucuna*, frijol abono) en primera o postrera en rotación con otros cultivos. La *Mucuna* tiene el objetivo de contribuir a mejorar la fertilidad del suelo, controla la maleza (barbecho mejorado) y protege el suelo contra la erosión. El nombre botánico del Terciopelo es *Mucuna pruriens*.

Existen muchas variedades y otras especies del mismo género con ciclos más cortos o más largos, de diferente adaptación agroecológica y de diferentes usos.

Además, la importancia en su aplicación "siempre" tendrán impactos positivos en su implementación, siendo propios de cada especie (*Lablab purpureus*, *Canavalia ensiformis*, *Vigna unguiculata*, *Vigna radiata*, *Arachis pintoi*, por citar algunas).

## Importancia de su aplicación

Al igual que todas las tecnologías, los cultivos de cobertura o abonos verdes son importantes debido a su contribución en:

- **Control de erosión:** Necesita aproximadamente de un mes para establecer una buena cobertura que proteja el suelo. En pendientes fuertes no controla bien la erosión y puede provocar derrumbes por no tener raíces profundas y fuertes que estabilizan el suelo. Este riesgo existe sobre todo en zonas de alta precipitación con suelos superficiales. En estos casos es recomendable combinarlo con barreras vivas (ficha 4) de especies perennes con raíces pivotantes.
- **Conservación de humedad del suelo:** La cobertura viva de la *Mucuna* mantiene la humedad del suelo y mejora la infiltración del agua en el suelo. La cobertura muerta resultado de chapear la *Mucuna*, protege el suelo durante la época lluviosa entre 1 a 3 semanas dependiendo de la humedad.

- **Protección contra el viento:** La cobertura viva en el suelo reduce la erosión eólica, sin embargo, la cobertura muerta de *Mucuna* después de chapearla se descompone rápidamente durante la época lluviosa. En la época seca dura más tiempo si se puede evitar la quema y el pastoreo del ganado en el área establecida.
- **Mejora de la fertilidad y estructura del suelo:** La rotación con *Mucuna* aumenta la disponibilidad de nitrógeno para el siguiente ciclo de cultivo en un equivalente a 2-3 quintales de urea. Sin embargo, la descomposición de la biomasa de *Mucuna* es muy rápida contribuyendo con una alta cantidad de nitrógeno sobre todo al inicio del desarrollo del siguiente ciclo de cultivo. La rotación anual con *Mucuna* contribuye a un aumento paulatino de la materia orgánica en el suelo. A mediano plazo, se mejora la estructura del suelo significativamente.

3. Muchas prácticas o técnicas relacionadas con el manejo de la fertilidad de los suelos agrícolas, se complementan con las prácticas o tecnologías abordadas en la sección Manejo y Conservación de suelos agrícolas.





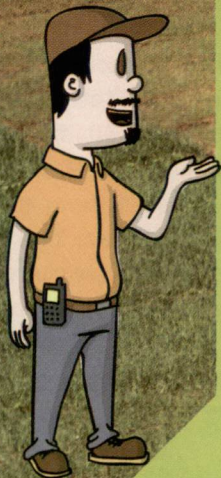
# 10

Ficha

## CULTIVOS DE COBERTURA Y/O ABONOS VERDES

MANEJO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS





## Objetivo

El Mulch es una tecnología, en la cual se coloca material orgánico encima de la superficie de la tierra, influyendo en sus características físicas, químicas y biológicas, para brindar mejores condiciones al sitio. La cobertura muerta (Mulch) es utilizada en zonas templadas y tiene como objetivo proteger e impedir la competencia de los cultivos por la radiación solar, agua y otros factores. En las zonas cálidas, esta misma cobertura muerta protege el suelo de las temperaturas excesivas y reduce los procesos de evaporación del suelo.

De esta manera, el mulching es el proceso de cubrir el suelo con materiales secos como hojas, hierba, ramas, residuos del cultivo, paja, etc. Una cobertura de Mulch mejora la actividad de los micro y macro organismos del suelo tales como lombrices, las cuales contribuyen a crear una estructura del suelo con más porosidad, facilitando los procesos de infiltración del agua, reduciendo así la escorrentía superficial. Asimismo, favorece el proceso de descomposición, que aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo, evitando o reduciendo el proceso de erosión.

### Tipos de Mulch:

- Las malezas o las plantas de cobertura.
- Los residuos del cultivo, rastrojo.
- Residuos del huerto (podas).
- Pastos.
- Paja de distintos vegetales.
- Podas de árboles AUM, hojarasca.
- Podas de los cercos vivos.
- Los desperdicios del procesamiento agrícola o forestal (aserrín).
- Cartón, periódico, tela de algodón.

## Importancia de su aplicación

- Protege el suelo de la erosión por viento y agua: Las partículas del suelo no pueden ser sujetas a la erosión hídrica o eólica.
- Mejora la infiltración de agua pluvial y de riego manteniendo una buena estructura del suelo: no hay formación de costras, los poros se mantienen abiertos.
- Mantiene el suelo húmedo reduciendo la evaporación: Las plantas necesitan menos irrigación, utilizan la humedad del suelo o usan la lluvia disponible más eficazmente en las estaciones o áreas secas.
- Alimenta y protege a los organismos del suelo: El material orgánico del mulch es alimento excelente para los organismos del suelo como las lombrices, y provee condiciones adecuadas para su crecimiento.
- Suprime el crecimiento de las malezas: Con una suficiente capa de mulch, se evita el crecimiento de malezas.
- Regula la temperatura del terreno: El Mulch provee sombra para el suelo evitando temperaturas extremas y retiene la humedad manteniéndolo fresco.





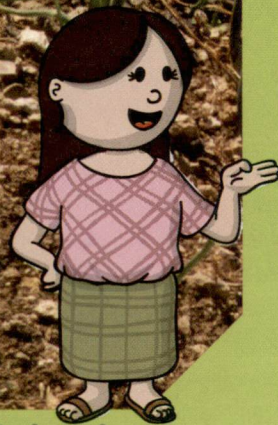
11

*Ficha*

## **USO DE MULCH O COBERTURAS ORGANICAS**

MANEJO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS





## Objetivo

El fertilizante o abono orgánico, viene a ser un sustrato de origen natural con un contenido importante de nutrientes que por lo general se obtiene de la descomposición parcial o total de una fuente de materia orgánica bajo condiciones normales o controladas.

Las fuentes de origen de los abonos vienen a ser los estiércoles de cualquier animal, sin embargo, los de animales de granja son más requeridos debido a que son alimentados con pastos verdes que son fuente de nitrógeno, elemento esencial para el crecimiento de las plantas; y con restos vegetales como cáscaras de hortalizas o frutas, pastos podados, ramas y tallos podados, etc.

Los abonos más utilizados en la agricultura ecológica son cuatro, de los cuales tres son sólidos y uno es líquido, estos son:

- **El Compost:** Se obtiene de la descomposición de residuos vegetales y estiércoles, gracias a la acción del agua y en presencia de oxígeno. Por lo general se obtiene en tres a cuatro meses.
- **El humus de lombriz:** Es el estiércol de las lombrices que se alimentan de residuos orgánicos parcialmente descompuestos. Por lo general se obtiene a partir de los cinco a siete meses.
- **El bokashi:** Es el resultado de la descomposición de estiércol y restos vegetales; por lo general se aplica cuando se encuentra en pleno proceso de descomposición, lo que produce un incremento de microorganismos del suelo. Por lo general se obtiene a partir del mes de producción.
- **El biol:** Se obtiene de la descomposición de residuos orgánicos (estiércoles y restos vegetales) en ausencia de oxígeno, es decir, en ambientes cerrados denominados biodigestores, según el tipo de estos envases se puede obtener a partir del tercer mes.

## Importancia de su aplicación

**Dentro de las funciones principales de los abonos o fertilizantes orgánicos podemos mencionar los siguientes:**

- Incrementa la fertilidad natural del suelo, logrando reponer los nutrientes que son extraídos por el cultivo principal. Además, se da un incremento de la capacidad de retención de agua. Si esto no sucediera se produciría una escasez de nutrientes y el cultivo principal no tendrían una fuente de donde absorber las sustancias nutritivas.
- Incrementa la capacidad de retención de agua, es decir, la presencia de abonos permite que el suelo pueda absorber mayor cantidad de agua del riego y la va a mantener mayor

tiempo cerca de las raíces de las plantas.

- Permite el desarrollo de los microorganismos del suelo, que se encargan de descomponer la materia orgánica en sustancias más simples que van a ser rápidamente asimiladas por las raíces de las plantas.
- Poseen una gran variedad de nutrientes (macronutrientes y micronutrientes) en cantidades reducidas.
- Todos los nutrientes se encuentran en cantidades equilibradas que al aplicarse al suelo van a permitir una adecuada nutrición de las plantas.





12

*Ficha*

## **FERTILIZANTES ORGÁNICOS**

MANEJO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS





## Objetivo

Las enmiendas del suelo han tomado auge en los últimos años, debido a los problemas de acidez del suelo, provocada principalmente por las altas aplicaciones de fertilizantes químicos, poca sombra y control químico de malezas, sin la aplicación de ninguna BPA.

La acidez del suelo se mide por el aumento de solubilidad y concentración de aluminio e hidrógeno en la solución del suelo, asociado generalmente con pH (grado alcalino) bajo, por el lavado o consumo del calcio y magnesio. Para contrarrestar los efectos de la acidez, es necesario aplicar fuentes de calcio y magnesio, basados en un análisis de suelo previo y en resultados de investigación de campo.

En términos simples la enmienda al suelo es el aporte de un producto fertilizante o de materiales o productos de naturaleza mineral u orgánica destinados a mejorar la calidad física y/o química de los suelos (en términos de estructura y composición, ajustando sus nutrientes, su pH (acidez o basicidad)). El término enmienda incluye a los correctivos de la acidez del suelo.

## Importancia de su aplicación

Tomando en cuenta que una enmienda al suelo es un aporte o suplemento externo y adicional al suelo, a continuación se describe la importancia que estos representan para el suelo y para el desarrollo de los cultivos:

- El uso de enmiendas es una tecnología de facilitación o rescate del empobrecimiento del suelo, es decir, éstas contribuyen a la recuperación de su capacidad de aceptar y almacenar agua, materia orgánica y elementos esenciales para la adecuada producción de los cultivos.
- Con la aplicación de enmiendas se mejoran los procesos de aprovechamientos de los fertilizantes, plaguicidas e incluso el riego; se contribuye a darle mejores condiciones a los cultivos (vigor) para que realicen un mejor aprovechamiento de los nutrimentos que tiene y que se aplican al suelo.
- Tomando en cuenta que todos los cultivos poseen un rango de pH óptimo del suelo, que permite que el sistema radicular se desarrolle en condiciones normales para extraer del suelo los nutrientes que necesita, las enmiendas contribuyen a estabilizar o regular el rango de pH hacia arriba o hacia abajo favoreciendo el desarrollo de las plantas, mejorando su rendimiento al final del ciclo de producción.
- Reducir la actividad de hongos patógenos del suelo, al disminuir la acidez.
- Contribuyen a soltar los terrenos muy compactos, lo que facilita su saneamiento y aireación, además de la ejecución con mayor facilidad de las diversas labores de cultivo.
- Mejorar la estructura del suelo, especialmente en suelos arcillosos.





13

Ficha

## ENMIENDAS AL SUELO

MANEJO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS





## Objetivo

*Puede ser una especie o variedad diferente al cultivo principal o ser simplemente diferente en su etapa de desarrollo.*

*Uno de los mayores retos en control de plagas en cualquier cultivo es el desarrollo de resistencia a los plaguicidas, lo que puede resultar en el agravamiento de una situación ya de por sí delicada.*

*Esta tecnología tiene como el principal objetivo hacer un control de plagas de manera natural o biológico, a través de la implementación de sistemas integrados de cultivos o plantas como atrayentes o repelentes a las plagas que se alimentan del cultivo principal (hortalizas o frutales).*

*Además, contribuye a minimizar o reducir el impacto negativo de la aplicación de plaguicidas químicos a los cultivos principales, y a la vez ser amigablemente con el ambiente, reduciendo la probabilidad de contaminación del suelo y fuentes de agua con residuos químicos o efectos residuales de los plaguicidas<sup>4</sup>.*

*Las plantas-trampa son cultivos que se siembran alrededor o intercalados con el cultivo principal para atraer a plagas problemáticas, con el objetivo de eliminar la mayoría de los insectos fuera del cultivo principal antes de que lleguen a infestarlo. De esa manera, las plagas infestan mayormente a plantas-trampa y no llegan a afectar el cultivo principal.*

*De igual manera, las plantas reservorio son plantas previamente pobladas de depredadores naturales que se reproducen y ayudan a controlar las plagas que afectan al cultivo principal. Estas plantas normalmente no estarían presentes, ni dentro ni cerca del cultivo principal, pero cuando son plantadas ahí, actúan como control biológico contra las plagas.*

## Importancia de su aplicación

- Es una alternativa amigable y sustentable para el control biológico de plagas y enfermedades.
- Controla y estabiliza el agroecosistema, así como el ataque de plagas y enfermedades a los cultivos de importancia.
- En el caso de las hortalizas, se recomienda sembrar estas plantas trampa en hileras alrededor del cultivo principal, como una muralla contra las plagas.
- La técnica de plantas-trampa es apropiada para controlar insectos destructivos que sean numerosos durante la mayor parte de la temporada. Funciona mejor contra insectos de movilidad intermedia, pero no es eficaz para los que vuelan bien o se dispersan en el viento. Es más eficaz cuando se aplica en combinación con otras técnicas biológicas, mecánicas, culturales o químicas como los plaguicidas, sistemas de plantas reservorio o rotación de cultivos (ficha 1), o con sustancias atractivas o repelentes a las plagas (ficha 17).
- Beneficios de plantas-trampa. Estos cultivos eliminan o disminuyen la necesidad en el uso de plaguicidas de amplio espectro en muchos casos; previenen el resurgimiento de la población de plagas principales; preservan los depredadores naturales; mejoran la calidad del cultivo por el uso reducido de pesticidas; conservan el suelo y el ambiente, y mejoran la eficacia de los pesticidas aplicados en el cultivo para combatir las plagas más difíciles.

4. Estas tecnologías pueden ser medidas amigables de mitigación ambiental contempladas dentro de los PMA de los encadenamientos empresariales que fomenta AGEXPORT.





14

*Ficha*

## **USO DE CULTIVOS TRAMPA**

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS -MIP-





## Objetivo

El principal objetivo es la generación y uso de variedades, plantas o material genético mejorado, cuya función es la de tolerar, evitar y recuperarse de los daños ocasionados por los insectos y/o enfermedades, así como variedades resistentes a las amenazas climáticas (sequía), que al final se ve reflejado en la pérdida de peso y calidad de la producción. Esta habilidad puede observarse en plantas con sistemas radiculares más grandes, hojas y frutos con mayor vellosidad, contenido de sustancias tóxicas para repeler o matar plagas, reducción del área foliar, mejorar la eficiencia en el uso del agua, entre otras. En el caso de enfermedades transmitidas por insectos, el uso de variedades resistentes, reduce la necesidad de controlar tales insectos.

La producción de variedades resistentes se realiza a través del mejoramiento genético, que consiste en un proceso mediante el cual son seleccionadas características de interés agronómico de los cultivos, transfiriéndose de un organismo a otro los genes que las codifican. Se logra mediante una serie de cruzamientos controlados, seguido de un proceso de evaluación y selección.

## Importancia de su aplicación

**A continuación se describe la importancia relevante y documentada del uso de variedades resistentes:**

- Gran adaptabilidad y buen rendimiento por unidad de área. En algunos cultivos se reporta aumentos en los rendimientos del 25% mayor que las variedades criollas.
- Dentro de una estrategia de MIP, el uso de variedades resistentes se está utilizando en combinación con otras medidas de

combate para un efectivo control de plagas y enfermedades para el futuro.

- Una variedad con base genética amplia permite una resistencia más duradera en el tiempo.
- Reducción en los costos de los productores en lo relacionado al uso de pesticidas para el control de plagas y enfermedades.





15

*Ficha*

## **VARIETADES RESISTENTES**

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS -MIP-





## Objetivo

La incorporación de residuos de cosecha o rastrojos al suelo, es una tecnología tradicional y sustentable para el manejo de materia orgánica en el suelo.

Es una práctica que sirve para proteger el suelo y sus condiciones físicas.

Cuando el productor no quema, está dejando los residuos de la cosecha, lo que permite que estos materiales naturales sean descompuestos rápidamente.

Esta tecnología permite que la descomposición orgánica de los residuos, sirvan como de abono natural a los cultivos de siembra posterior, y además se evita que plagas y enfermedades se propaguen, debido a que los microorganismos del suelo los destruyen, descomponen o inactivan. Idealmente, la incorporación de los residuos y rastrojo debería hacerse inmediatamente después de terminar la cosecha.

En términos prácticos, los objetivos principales se resumen de la siguiente manera:

- Favorecer las actividades de reciclaje de nutrimentos en el suelo, activando la dinámica de la microfauna del suelo.
- Contribución al mantenimiento de la humedad y microclima del suelo. Adicionalmente, contribuye a la protección del suelo contra la acción erosiva de la lluvia.
- Contribuir al manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo y de la finca.
- Propiciar una agricultura orgánica sustentable y amigable con el ambiente.

## Importancia de su aplicación

Dentro de las virtudes e importancia de esta tecnología podemos resaltar las siguientes:

- Los productores en zonas de ladera pueden mejorar el contenido de materia orgánica del suelo al incorporar los residuos de las cosechas anteriores.

- Se impide la pérdida de suelo y sus nutrimentos por causa de la erosión hídrica.

- Favorece actividades de reciclaje de nutrimentos en el suelo, activando la dinámica micro meso y macro biológica del suelo. Ésta a la vez mejora las condiciones de aireación y porosidad del suelo.





16

*Ficha*

## **MANEJO DE RESIDUOS DE COSECHA Y PLANTAS HOSPEDERAS**

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS -MIP-





## Objetivo

Se fundamentan en la etología<sup>6</sup> que consiste en utilización de técnicas de captura de insectos-plaga, utilizando algunos de sus hábitos de vida y comportamientos ante diferentes tipos de estímulos. En este caso se basan en que ciertos colores resultan atractivos para algunas especies de insectos, entre los cuales se puede destacar el color amarillo intenso atrae pulgones, moscas blancas, moscas minadoras, mosquillas de los brotes y otros insectos. Las trampas en los cultivos son una forma eficaz de monitorear y controlar plagas, estas son dispositivos que atraen a los insectos para capturarlos y/o destruirlos.

Comúnmente se utilizan para detectar la presencia de insectos, facilitando la determinación de estas especies y obtener la abundancia, con el objetivo de utilizar algún tipo de control químico, mecánico o biológico que pueda eliminar o reducir significativamente la plaga. En pequeños cultivos el uso de trampas son métodos efectivos para eliminar algunas plagas.

## Importancia de su aplicación

*Las trampas están hechas básicamente por una fuente de atracción y un mecanismo que captura y/o elimina a los insectos atraídos, a pesar de lo sencillas que pueden ser las trampas para insectos hay muchos tipos de estas. Algunas de las más comunes y efectivas son las trampas pegajosas, trampas de luz, y cebos tóxicos.*

**Las trampas pegajosas:** Ciertos colores resultan atractivos para algunas especies de insectos, uno de ellos es el color amarillo. Las trampas consisten en pedazos de plástico amarillo cubiertos de una sustancia pegajosa, que pueden ser

pegamentos especiales fabricados con este fin, o bien aceites y grasas de origen vegetal, mineral o sintético. Para este caso, el pegamento en estas trampas captura a los insectos y estos no se podrán liberar, los insectos morirán por falta de alimento y agua. Una de las más utilizadas en cultivos de exportación en el altiplano de Guatemala.

**Las trampas de luz:** La función de estas trampas es atraer insectos por medio de la luz ya sean de un foco, tubos fluorescentes, o incluso velas y mecheros. Para este caso, Las trampas de luz pueden ser de muchas formas pero siempre

6 Control etológico: Es el uso de feromonas, atrayentes, repelentes u otras formas de control que modifican el comportamiento de las plagas repeliéndolas o exterminándolas. Se basa en el conocimiento del comportamiento de las plagas para reprimir su ocurrencia.





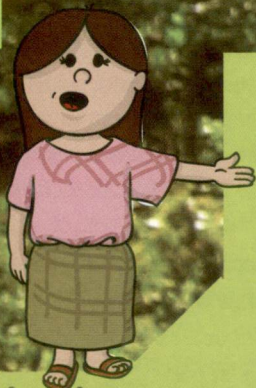
17

*Ficha*

## **TRAMPAS DENTRO DEL CULTIVO**

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS -MIP-





## Objetivo

Los biopesticidas son productos a base de sustancias naturales con propiedades para combatir plagas o enfermedades, ya que funcionan como insecticidas, acaricidas, nematocidas o fungicidas. Los más conocidos son los extractos de plantas que muchos agricultores elaboran en sus propias fincas. El conocimiento sobre biopesticidas no es nuevo, ya que por muchos años se han conocido plantas y microorganismos con propiedades que permiten combatir plagas.

Los biopesticidas son una opción natural y accesible para el combate de plagas, que contribuyen a disminuir el uso de insumos externos, lo cual lo hace una tecnología amigable con el ambiente.

Los biopesticidas pueden elaborarse a nivel local, directamente de las plantas (producidas dentro de su huerto casero/familiar), lo que permite al productor el aprovechamiento de sus propios recursos y la disminución en el uso de insumos externos.

La EPA-USA<sup>7</sup> reconoce 3 tipos de bioplaguicidas: a) plaguicidas microbiales – bacterias, virus, hongos, protozoos; b) protectores incorporados en plantas (incorporación de genes con propiedades plaguicidas dentro de las plantas; c) plaguicidas bioquímicos: sustancias de ocurrencia natural para el control de plagas por medio NO tóxicos.

## Importancia de su aplicación

**Como en todas las tecnologías, la producción de bioplaguicidas o biopesticidas tiene su importancia en los productores rurales, debido a que:**

- Los biopesticidas son un complemento en el manejo de plagas y dentro del MIC.
- Los biopesticidas pueden usarse tanto en monocultivos como en fincas diversificadas y pueden aplicarse en cualquier clima y altitud.
- Los biopesticidas suelen ser más seguros o amigables para el medio ambiente y los seres humanos en comparación a los pesticidas convencionales.

7 EPA. Environmental Protection Agency (Agencia de protección ambiental de Estados Unidos de América).



- Se evita la contaminación de suelos y aguas subterráneas, ríos y quebradas en comparación con los pesticidas sintéticos.
- A diferencia de los plaguicidas sintéticos, que afectan indiscriminadamente a diferentes organismos benéficos tales como insectos polinizadores, peces y mamíferos; por lo general, los biopesticidas afectan solo a plagas específicas.
- Contrario de muchos plaguicidas sintéticos que pueden permanecer décadas en el suelo, los biopesticidas tienen una persistencia limitada en el campo, ya que por ser de origen natural, tienen la capacidad de biodegradarse y reintegrarse al ambiente.
- Muy recomendable para sistemas de producción de cultivos de pequeña escala o tradicional, especialmente para sistemas orgánicos. Su uso se adapta bien con enfoque MIC/MIP.
- Los biopesticidas reducen la necesidad de insumos externos, normalmente más caros.
- Es una oportunidad para recuperar el conocimiento tradicional sobre las propiedades pesticidas de plantas locales, el cual se invisibilizó con el auge de productos sintéticos.
- Algunas de las plantas de las que provienen los biopesticidas poseen también otros usos, tales como medicinales o repelentes de insectos caseros y de plagas de animales.
- La rápida degradación de los biopesticidas disminuye el riesgo de residuos en los alimentos, lo que reduce el peligro en los productores, sus familias y consumidores finales. Los insecticidas botánicos desarrollan resistencia en las plagas más lentamente que los insecticidas sintéticos, lo que prolonga el uso de los productos.
- Se genera empleo para personas de la familia o de la comunidad, por medio de las actividades de producción, experimentación y aplicación de los productos.

## Limitantes

*De igual manera que en otras tecnologías, el uso individual de la presente tecnología puede presentar algunas limitantes, las cuales se describen a continuación:*

- En su mayoría, los biopesticidas afectan solo a plagas específicas, por lo que se deben desarrollar diverso número de bioplaguicidas.
- Los biopesticidas se deben manejar con los cuidados necesarios, ya que algunos como el extracto de tabaco, pueden afectar la salud y la microfauna benéfica.
- Los biopesticidas tienden a trabajar un poco más lentamente que los pesticidas sintéticos y su vida útil en almacén es más corta, por lo que conviene no almacenarlos por tiempos prolongados. Insuficiente cultura para su uso. Se ha perdido el uso tradicional de la tecnología.

**A >**

**B >**

**C >**

## Paso a paso de su implementación

Como premisa en la aplicación y uso de biopesticidas, se debe considerar al inicio del uso de éstos, que:

- El productor debe experimentar primero para conocer y aprender cómo funcionan éstos en su caso particular.
- Existen muchas "recetas" diferentes para elaborar biopesticidas a base de extractos de plantas.
- Algunas contienen una pequeña cantidad de jabón, que sirve como adherente o pega. En el siguiente cuadro, se presentan brevemente algunas de estas recetas sólo como referencia, ya que cada parcela tiene características particulares, y deben hacerse las pruebas necesarias antes de decidirse a implementar una nueva tecnología en toda la o las parcelas de los productores.





## Consideraciones para definir costos

Sin embargo, la producción de biopesticidas a lo interno de la parcela SAN o huerto familiar, requiere de bajo costo de materia prima (ver cuadro anexo).

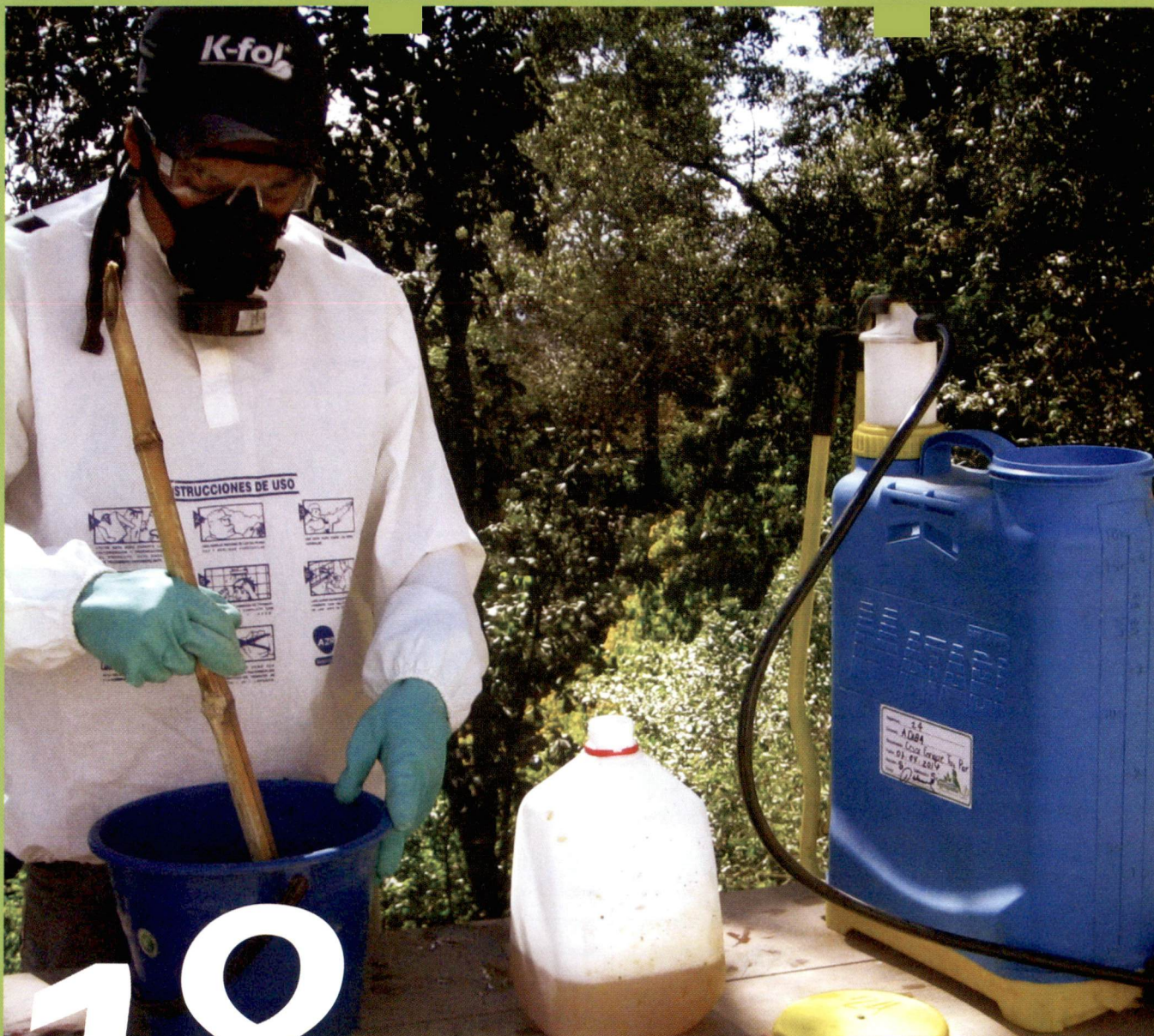
- Para el caso de jornales, se pueden considerar los jornales equivalentes necesarios para las actividades de fumigación con pesticidas sintéticos, lo cual va a depender del cultivo de hortalizas al que se le va a aplicar la tecnología.
- ½ jornal en la preparación del macerado o infusión o cocción del material orgánico usado como materia prima de los biopesticidas.

## Uso de bioplaguicidas

Disminuye el costo de plaguicidas al utilizar extracto de plantas como plaguicidas biológicos.







# 18

*Ficha*

## **USO DE BIOPLAGUICIDAS**

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS -MIP-





## Objetivo

Es una modalidad de sistemas agroforestales en la cual los cultivos anuales son sembrados entre hileras de una leñosa perenne (leguminosa), la cual puede ser podada o manejada para otros usos dentro de la parcela, para evitar competencia y proveer un mantillo de materia orgánica o mulch para los cultivos.

El objetivo principal es promover la diversificación agrícola de las parcelas con la incorporación de AUM, contribuyendo a controlar malezas, reducir la erosión, proveer nutrientes o ser fijadores de nitrógeno y capturar carbono, y además, producir leña, forraje, etc. Algunas especies pueden ser las del género *Erythrina*, *Ingas*, madero negro/madre cacao y guayabas, leucaenas, maderables, o especies de uso múltiple para producción de frutos, leña y otros.

También pueden establecerse combinando hileras de árboles maderables y de leguminosas.

- Eliminar el barbecho y restaurar la fertilidad del suelo a través de especies fijadoras de nitrógeno, suministraran materia orgánica al sistema.
- Contribuye a la estabilidad o equilibrio de los agroecosistemas en los procesos de mitigación y adaptación al cambio climático, mitigando los problemas de degradación de la tierra y agua y de la escasez de bienes de los árboles (madera, leña, forraje).

## Importancia de su aplicación

Este sistema o tecnología de gran potencial que presenta características de barbecho mejorado, además integra el conocimiento tradicional con la ciencia moderna, ya que permite cultivar y dejar en barbecho simultáneamente. Lo importante de su aplicación se centraliza en que:

- Aumenta el periodo de cultivo y la intensidad del uso de la tierra.
- Requiere pocos insumos externos.
- Adición de biomasa o abono verde o mulch a través de las podas. Los árboles producen altas cantidades de biomasa (20-60 TON/ha/año) que se aprovecha por podas frecuentes.
- Suministra nutrientes y sustituye otros fertilizantes. Permite una mejor recirculación de nutrimentos en el suelo (N, P, K, Ca, Mg, C y la CIC).
- Satisface otras necesidades del productor (leña, apicultura, alimento animal, etc.).
- Promueve una mejora en el microclima en la parcela (regulación de la temperatura y humedad del suelo).
- Evita procesos de erosión del suelo.
- Mejora las propiedades físicas del suelo tales como la porosidad y capacidad de infiltración.





19

*Ficha*

## **CULTIVO EN CALLEJONES**

MANEJO DE SISTEMAS AGROFORESTALES





## Objetivo

La cerca viva es una o algunas líneas de especies leñosas (ocasionalmente con no leñosas) que restringen el paso de personas o animales a una propiedad o parte de ella. Una cerca viva por lo regular está asociada a una agroecosistema, a otras tecnologías agroforestales y a la vivienda.

En la cerca viva, las especies leñosas actúan como poste vivo o cuenta con un sofisticado grupo de plantas espinosas y no palatables al ganado y protege a los cultivos o viviendas. Cuando las cercas vivas están compuestas en su mayoría por arbustos se les llama "setos".

Esta tecnología permite aprovechar el espacio en áreas de pasturas o cultivos, sin perjudicar sustancialmente la producción. Además, en el caso de las cercas, los troncos de los árboles funcionan como soporte para fijar hilos de alambre.

## Importancia de su aplicación

La cerca viva presenta amplia distribución, es la tecnología de mayor distribución en tierras tropicales. Es decir, es una tecnología agroforestal plenamente aceptada, conocida y practicada. Esto le imprime gran importancia en la solución de problemas rurales (necesidad de leña, madera para construcción, forraje, conservación de suelos, conservación de la biodiversidad, y en algunos casos a resolver problemas de hambre o desnutrición).

Normalmente el uso de cercas vivas como reemplazo de los sistemas tradicionales para delimitar áreas, ofrece ventajas que van desde las ecológicas, por cuanto con ellas se disminuye la deforestación y la liberación de gases efecto invernadero a la atmósfera, hasta las económicas si se plantan árboles de alto valor.

Dentro de sus cualidades se menciona que contribuye a la protección contra heladas y al mejoramiento del microclima dentro de la parcela.

**Desde el punto de vista socioeconómico, son una forma barata de definir propiedades, caminos y divisiones internas dentro de las parcelas o fincas:**

- Las especies seleccionadas pueden producir leñas, estacas, postes, forrajes, alimentos, insecticidas, medicinas naturales,

fibras, entre otros.

- Para parcelas pequeñas, permite obtener recursos económicos adicionales y la diversificación en las parcelas productivas.
- Son un recurso accesible a la economía campesina y compatible con la cultura tradicional.

**Desde el punto de vista ecológico, las cercas vivas son importantes debido a:**

- Favorece la belleza escénica.
- Controlan factores adversos de clima como el viento, lluvias, derrumbes, etc.
- Contribuyen a estabilizar el microclima dentro de la parcela.
- Propician un equilibrio para la biodiversidad, contribuyendo a la formación de corredores biológicos.
- Favorecen los procesos de infiltración de agua y estabilidad de los suelos.
- Contribuyen al mejoramiento de las propiedades de suelo (materia orgánica, nitrógeno).
- Contribuyen a la fijación de carbono y disponibilidad de oxígeno al ambiente.





20

*Ficha*

## **CERCAS VIVAS**

MANEJO DE SISTEMAS AGROFORESTALES





Esta tecnología está representada por un arreglo agroforestal, en el cual se incluyen principalmente árboles, denominados linderos maderables, debido a que son árboles plantados en línea, principalmente en los límites o contorno de las parcelas agrícolas o fincas, principalmente con el objetivo productivo de producir madera o postes y enmarcar los límites de las propiedades.

Sin embargo, al considerar AUM se puede planificar la obtención de otros productos proveniente de los árboles tales como: leña, forraje, frutos; así como beneficios como sombra, regulación del clima, etc.

## Objetivo

## Importancia de su aplicación

**Como un arreglo agroforestal con múltiples beneficios sociales y ambientales, a continuación se describe la importancia del uso de AUM en linderos:**

- Delimitación clara de la finca. Físicamente sirve de división espacial de la finca, identificando los límites externos de la o las parcelas o finca.
- Sin embargo, dependiendo de la planificación del productor, estos linderos pueden ser establecidos dentro de la finca, como separación de diferentes componentes agrícolas, forestales y pecuarios.
- Mayor valor económico y mejoramiento estético de la finca.
- La importancia productiva se enfoca principalmente en la producción de madera y otros productos arbóreos (leña, semilla, frutos). En este sentido, se debe establecer dentro de los planes de finca actividades de podas y raleos con el fin de producir postes y leña.
- Entre otros servicios provee mejor protección ambiental a los cultivos, pastos, ganado y/o suelos.

- Desde el punto de vista económico, la diversificación de las actividades productivas dentro de la finca, reduce los riesgos de catástrofes económicas, elemento esencial en los sistemas del pequeño agricultor, campesinos e indígenas.
- Le promueve mayor plusvalía a las parcelas o finca.
- Contribuye a la reducción de malezas y chapeas.
- Contribuye en la estrategia de MIP o MIC dentro del cultivo principal.
- Los primeros ingresos recién ocurren a los dos (2) años (leña) o cuatro (4) años (postes, frutas).
- Desde el punto de vista ecológico, este arreglo agroforestal contribuye a la regulación de temperaturas (microclima), mitigación y adaptación al CC, contribuye al reciclaje de nutrientes, a la absorción de CO<sub>2</sub> y liberación de O<sub>2</sub> por medio del proceso de fotosíntesis.
- Evidencia la existencia de una interacción biológica con cultivos o pastos adyacentes.





21

*Ficha*

## **AUM EN LINDEROS**

MANEJO DE SISTEMAS AGROFORESTALES





## Objetivo

Esta tecnología es un arreglo integral de los sistemas agroforestales. Esta tecnología es un sistema de producción basado en el trabajo familiar y orientado al autoconsumo. Incluye el manejo de árboles y arbustos asociados con cultivos agrícolas anuales y perennes, así como con animales domésticos. El diseño del huerto casero es exclusivo en cada caso, debido a que la familia selecciona las especies de árboles, arbustos y cultivos de acuerdo con sus necesidades, hábitos alimenticios, características del terreno, disponibilidad de recursos (incluyendo mano de obra) y la tradición familiar.

Por lo general el ganado y las especies menores como cabras y cerdos se mantienen en corrales o apriscos y se alimentan con árboles, arbustos y pastos cosechados en el propio huerto casero; los pollos y las gallinas por lo regular se mantienen sueltos en el traspatio. También son importantes para la siembra y uso de especies medicinales y repelentes a insectos y otras plagas que afectan los cultivos y las casas.

*En conclusión: El objetivo de los huertos es la producción de especies animales y vegetales para cubrir las necesidades básicas de familias o comunidades pequeñas; ocasionalmente se venden algunos excedentes de producción. El huerto casero bien desarrollado contribuye significativamente a satisfacer diariamente las necesidades alimentarias de la familia rural.*

## Importancia de su aplicación

### 1. Desde el punto de vista ecológico, los huertos familiares son importantes debido a:

- Es un diseño sustentable de manejo de recursos en un agroecosistema.
- La mayoría de los huertos contiene entre 2 y 5 estratos de vegetación.
- Generalmente no existen hileras, bloques o parcelas definidas.
- Controlan factores adversos de clima como el viento, lluvias, derrumbes, etc.
- Contribuyen a estabilizar el microclima dentro de la parcela.
- Propician un equilibrio para la biodiversidad, ya que tienen una función en la conservación y el paso de la biodiversidad local como corredores biológicos.
- Favorecen los procesos de infiltración de agua y estabilidad de los suelos.

■ Contribuyen al mejoramiento de las propiedades de suelo (materia orgánica, aporte de nitrógeno).

■ Contribuyen a la fijación de carbono y disponibilidad de oxígeno al ambiente.

■ La belleza natural del paisaje se incrementa con mayor presencia de árboles.

### 2. Desde el punto de vista socioeconómico:

■ Contribuye a los procesos sociales de mitigación y adaptación al cambio climático, brindando opciones para mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de la familia de manera sustentable y responsable.

■ Es una tecnología que rescata o mantienen las costumbres tradicionales o ancestrales en el manejo integral de agroecosistemas en el altiplano de Guatemala.

■ El huerto puede encontrarse en el área inmediatamente





22

*Ficha*

## **HUERTOS FAMILIARES**

MANEJO DE SISTEMAS AGROFORESTALES



# 23 CORTINAS ROMPEVIENTOS



## Objetivo

Las cortinas rompevientos son parte integral de un sistema agroforestal que consiste de densas filas de árboles y arbustos que funcionan como muros de vegetación o barreras naturales, que disminuyen la velocidad y fuerza del viento, creando un microclima favorable para la protección de los cultivos agrícolas y el desarrollo y productividad del ganado.

Las cortinas rompevientos incluyen muros de vegetación bajos, medios y altos, ya que los diferentes estratos incrementan la protección.

Entre las diversas especies recomendadas por utilizar, principalmente, se encuentran: Estrato bajo: manzana rosa (*Eugenia jambos*), colpachí (*Croton niveus*), uruca (*Trichilia glabra*), tubú (*Montanoa dumicola*), trueno (*Ligustrum lucidum*). Estrato medio: manzana de agua (*Eugenia malaccensis*), guachipilín (*Diphysa robinoides*), limoncillo (*Randia armata*), cucaracho (*Billia colombiana*), níspero (*Prunus annularis*), murta (*Ardisia compres*a), manzana rosa (*Eugenia jambos*), colpachí (*Croton niveus*). Estrato alto: eucalipto (*Eucalyptus spp*), casuarina (*Casuarina spp*), ciprés (*Cupressus lusitanica*), papa (*Panopsis suaveolens*), pino (*Pinnus spp*). De preferencia deben utilizarse especies nativas de cada región para contribuir con la restauración de los ecosistemas naturales.

## Importancia de su aplicación

### A. Desde el punto de vista ecológico:

- Se regulan las condiciones del microclima local, especialmente la influencia del viento.
- Aumenta la infiltración del agua gracias a la cobertura vegetal.
- La degradación del suelo disminuye, se enriquece con el aporte de nitrógeno y su estado de conservación mejora.
- La finca incrementa su área de cobertura vegetal (arbustiva y arbórea).
- La conservación y el paso de la biodiversidad local se favorece al funcionar las cortinas rompevientos como corredores biológicos.
- Disminuye la contaminación ambiental porque los árboles fijan carbono.
- La belleza natural del paisaje se incrementa con mayor presencia de árboles.

### B. Desde el punto de vista socioeconómico:

- Es una inversión de interés colectivo, para la protección de daños

causado por el viento, cuya implementación puede beneficiar a grupos de productores en comunidades del altiplano de Guatemala.

- Al reducir la velocidad del viento, el daño a los cultivos disminuye y la producción se puede incrementar.
- La materia orgánica y los nutrientes en el suelo aumentan, especialmente con el uso de plantas fijadoras de nitrógeno, lo que incrementa la capacidad productiva del terreno.
- Las cortinas rompevientos estabilizan el microclima local, beneficiando a la comunidad en general.
- Para los productores que incluyan el manejo pecuario, las cortinas rompevientos favorecen la condición de la pastura, al reducir la deshidratación causada por el viento. Además, el ganado pastorea con mayor tranquilidad a la sombra de las cortinas, lo que reduce el estrés por calor.
- El ataque de algunas plagas a cultivos agrícolas disminuye como efecto de un mayor equilibrio biológico de éstos con las cortinas rompevientos.





23

*Ficha*

## **CORTINAS ROMPEVIENTOS**

MANEJO DE SISTEMAS AGROFORESTALES





## Objetivo

La cosecha de aguas pluviales (o de lluvia) es el arte de desviar o capturar la precipitación (aguas de lluvia) para usarse en actividades necesarias para el hombre, para su SAN y sus actividades productivas (consumo humano y animal, riego). Cosechar agua es una práctica popular en climas áridos/secos. Sin embargo, los efectos negativos del cambio climático en Guatemala, principalmente en las épocas de sequías prolongadas está obligando a los productores del altiplano a tomar algunas medidas de adaptación a estos efectos relacionados a la escasez en acceso y uso del agua.

Este tipo de práctica ayuda en gran medida a bajar la explotación de los mantos freáticos, ya que se minimizaría el uso de agua que podría ser potable (después de pasar por algún filtro).

## Importancia de su aplicación

La premisa básica para la implementación de esta tecnología es el aseguramiento del acceso y abastecimiento de agua para el ser humano en el desarrollo de sus actividades de SAN y sus actividades productivas. Se considera como el eje del desarrollo productivo y económico a nivel local.

Captar agua de lluvia, almacenarla y después re-utilizarla para beber, cocinar, regar los cultivos, aguar el ganado, criar peces y recargar pozos y acuíferos, es una de las tecnologías más antiguas del mundo.

De manera emergente, se diseñan y construyen pequeñas obras particulares y/o comunales para cosechar (captar) y almacenar el agua de lluvia. Es una de las mejores soluciones para enfrentar la sequía y la adaptación al cambio climático. La cosecha de agua de lluvia es una solución barata, técnicamente factible y que, además, puede adaptarse a distintas condiciones sociales y ambientales.



## Ventajas relevantes

A continuación se presentan algunas ventajas:

- Es una tecnología que contribuye a proveer una reserva de agua en aquellos lugares que no cuentan con sistema de suministro de agua.
- Contribuye a reducir la demanda del agua en los hogares.
- Contribuye a disminuir el uso inadecuado del agua potable en actividades cotidianas.
- Contribuye a reducir o estabilizar el uso excesivo de agua proveniente de los mantos freáticos.
- Para la agricultura funciona perfectamente como un riego de alivio para los periodos extremos de sequía y canícula.





24

*Ficha*

## **COSECHA Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA**

ADAPTACIÓN A LAS SEQUÍAS ESTACIONALES





## Objetivo

Son estructuras que no tienen las características apropiadas de ancho y altura al canal para ser consideradas invernaderos, pero ya permiten que las labores se realicen en el interior. Tienen de 4 a 5 m de ancho y de 2 a 3 m de altura en la parte más elevada, con longitudes variables que para facilitar su manejo se recomiendan que no sean mayores a 60 m.

Estos son ideales para la producción de semilleros o almácigos de especies hortícolas y ornamentales.

**Micro túnel, túnel bajo o mini invernadero:** son estructuras pequeñas construidas con arcos sobre los que se colocan cubiertas de plástico. Por sus reducidas dimensiones no es posible que las personas puedan realizar labores culturales, por lo que se realizan desde afuera. El objetivo de éstos es principalmente minimizar los efectos perjudiciales de las bajas temperaturas, proteger los cultivos y acortar el ciclo productivo al lograrse mayor precocidad, sin recurrir a estructuras costosas.

Las dimensiones depende del tipo de cultivo, es decir, hortalizas pequeñas como rábano, lechuga, fresa, zanahoria requieren de 0.3 a 0.4 m, mientras que para tomate, chile, berenjena se requiere de una altura de 0.8 a 0.9 m. Con relación al ancho, se requiere de una distancia de 0.2 m de separación de la planta.

En conclusión, se utiliza **Micro-Túnel** (para pequeñas y medianas capacidades) y **Macro-Túnel** (para grandes capacidades).

La técnica de micro y macro túnel permite crear un microambiente, obteniendo ventajas similares a las de un invernadero. Protege a los cultivos de bajas temperaturas en los meses fríos, además sirve como barrera para insectos.

Estos equipos son fabricados en unidades estándar que facilitan su instalación y puesta en marcha, pudiéndose montar desde una sola unidad hasta tantas como la instalación lo requiera.

## Importancia de su aplicación

- **PRECOCIDAD.**- Se obtienen cosechas en menos tiempo, lo que permite aumentar el número de veces a cultivar.
- **PROGRAMACIÓN.**- Se obtienen cosechas fuera de las épocas normales de producción, alcanzando mejores precios tanto en el mercado local como internacional.
- **PROTECCIÓN.**- Se protegen las cosechas de eventos climáticos extremos tales como el frío, lluvia, heladas, granizo, vientos, etc.
- **MIP.**- Facilitan el control y manejo de plagas, enfermedades y malezas (protección), reduciéndose el uso de pesticidas.
- **MENORES COSTOS.**- Para el caso de los micro túneles, son estructuras de bajo precio para su implementación, lo que permite que una persona pueda llegar a tener un invernadero mediante un programa que se inicia con la mínima inversión

de uno o dos micro túneles. Se reducen sustantivamente los costos operativos por el incremento de la sanidad vegetal.

- **TEMPERATURAS.**- Mantienen las temperaturas del aire y del suelo, lo cual permite un mejor desarrollo radicular (permiten la producción de especies sin importar el clima o la temporada, ya que los cultivos se benefician de su protección con un microclima controlado con temperaturas adecuadas para su normal desarrollo).
- **CALIDAD.**- Los frutos obtenidos bajo micro túneles son en general de mejor calidad que los que pueden lograrse sin la protección. Facilita el cumplimiento de las normas sanitarias y los protocolos para exportación (productos de mejor calidad, más limpios y sanos).





25

*Ficha*

## **MICRO Y MACRO TÚNELES**

PROTECCIÓN CONTRA EL CLIMA





## Objetivo

Para contextualizar el término, una cárcava es el estado más avanzado de la erosión en surcos, ya que está formado por un proceso de erosión extrema y de grandes dimensiones que desvalorizan los procesos agrícolas y disminuir el área aprovechable de terreno para dedicarlos a los cultivos. En este sentido, el control y recuperación de cárcavas es un proceso lento y oneroso, que requiere de procedimientos prácticos elaborados por el hombre (cierre del área, construcción de un canal divergente en la cabecera, suavización de taludes, siembra de vegetación, construcción de obras físicas a lo interno) para recuperar las áreas degradadas por la cárcava o zanja.

El control de cárcavas debe estar contemplado dentro del plan de manejo de una producción, conservación y protección, y debe considerarse como un sistema de recuperación de zonas degradadas. Dentro de los objetivos de la tecnología se pueden mencionar:

- Control de los escurrimientos superficiales
- Corrección de la pendiente del cauce.
- Disminuir la producción de sedimentos.
- Mejorar la calidad de agua escurrida.
- Conservar la humedad en la ladera.
- Estabilización de taludes.
- Propiciar el desarrollo de la vegetación natural.
- Aumentar la infiltración y la recarga de acuíferos.
- Captación de agua.
- Mejorar el acondicionamiento hidráulico de los ríos.

## Importancia de su aplicación

**Es importante aclarar que esta tecnología, es una tecnología curativa, es decir, es utilizada para resarcir un problema avanzado de mal manejo del recurso suelo, de tal manera que la importancia radica:**

- Es utilizada para detener los procesos de degradación de los suelos.
- Contribuye a la reducción de la velocidad de escurrimiento del agua de lluvia.

- Favorece la capacidad de infiltración del agua al manto freático.
- Recupera la cobertura vegetal del área.
- En el mediano y largo plazo, rehabilita el área de uso agrícola para la producción de hortalizas o alimentos para la familia, siempre y cuando se integre con otras tecnologías para conservación de suelos y agua descritas en este manual.





26

*Ficha*

## **CONTROL Y RECUPERACIÓN DE CÁRCAVAS Y SUELOS DEGRADADOS**

RESTAURACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS





## Objetivo

La protección de fuentes de agua se caracteriza como un conjunto de prácticas cuyo objetivo es mejorar las condiciones de producción de agua, en cantidad y calidad, reducir o eliminar la contaminación y optimizar las condiciones de uso y manejo.

Esta tecnología consiste en identificar las zonas estratégicas en las cuales se debe hacer un manejo de protección de los recursos arbóreos que se encuentren aledaños a las fuentes de agua o zonas de recarga hidrológica.

El objetivo es conservar la vegetación arbórea existente y/o realizar enriquecimiento de sitios con especies forestales nativas de la región.

## Importancia de su aplicación

### Desde el punto de vista ambiental o ecológico:

- Esta tecnología es una medida técnica de adaptación al cambio climático que pretende proteger y conservar las fuentes de agua y/o zonas de captación hidrológica que asegure el agua para consumo humano y riego para cultivos de exportación o para cultivos de SAN.
- Contribuye a la regulación del clima a nivel local (temperatura y humedad).
- Contribuye a la estabilidad y/o restauración de los ecosistemas naturales de la región favoreciendo el desarrollo de la biodiversidad nativa (flora y fauna) de los ecosistemas de pino y encino.
- Le brinda el uso al suelo, según su capacidad, contribuyendo al ordenamiento territorial de la comunidad.
- La cobertura forestal contribuye con la fijación de carbono, como medida de mitigación al cambio climático, especialmente los árboles en crecimiento.
- Permite a productores incorporarse a procesos colaborativos

para el control de la erosión y protección de los bosques de ribera en su región o comunidad.

### Desde el punto de vista socioeconómico:

- Asegurar el agua para consumo humano y riego para cultivos de exportación o para cultivos de SAN y consumo de agua para animales.
- Contribuye a mejorar los procesos de absorción e infiltración de agua al subsuelo permitiendo la reducción de desastres naturales.
- Disminuye la presencia de sedimentos y residuos de agroquímicos en las aguas de ríos y quebradas.
- Bajo costo de implementación y es una tecnología amigable e incrementa la belleza natural del paisaje.
- Las áreas de recuperación o protección puede ser sujeta a programas de incentivos ambientales.
- Se favorecen las posibilidades de establecimiento de sistemas de riego más eficientes, así como otro tipo de proyectos vinculados (represas).





27

*Ficha*

## **PROTECCIÓN DE ORILLAS DE QUEBRADAS, RIACHUELOS Y RÍOS**

RESTAURACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS



# 28 DIVERSIFICACIÓN DE LA SOMBRA



## Objetivo

*Sin considerar las especies que se usen como sombra, el empleo de ellas es clave para favorecer la productividad del café. El uso y manejo apropiado de los árboles de sombra tiene por objeto evitar extremos perjudiciales; así por ejemplo, una sombra excesiva afecta o limita la producción y un exceso de sol acorta la vida productiva de la plantación y demanda mayor uso de insumos.*

*De igual manera, el uso de una sombra diversificada, permite aumentar las opciones y estratificar la producción dentro del agroecosistema, es decir, juntamente con la producción de café como cultivo principal, se incluyen otros productos (bienes) tales como frutos, follajes, madera, leña, flores, plantas medicinales, así como una serie de servicios brindados por el agroecosistema tales como contribuir al reciclaje de nutrientes, fijación de N y C, regulación del clima, restauración del paisaje natural, estabilización de laderas, refugio de biodiversidad, entre otros.*

*Como objetivo socioeconómico se considera que provee al productor un medio de vida estable al contribuir a la SAN de la familia con la disponibilidad de variedad de alimentos, así como el acceso a ingresos adicionales en momentos de crisis del café.*

## Importancia de su aplicación

### **Beneficios o importancia ecológica**

- Diversificación del agroecosistema, propiciando el desarrollo de múltiples especies en múltiples estratos.
- Contribuye a la restauración del paisaje natural, siempre y cuando se utilicen especies nativas en el proceso de diversificación de la parcela.
- Estabilización física de los suelos, ya que disminuyen el proceso de erosión, debido al amarre del suelo por parte de las raíces.
- Estabilización química de los suelos, favoreciendo el reciclaje de nutrientes, aumentando la disponibilidad de materia orgánica, contribuyendo con los procesos de fijación de N y C.
- Regulación del crecimiento de malezas que invadan al cultivo principal del agroecosistema.
- Contribuye a la regulación de la temperatura y humedad (microclima) y contribuye directamente a facilitar el proceso de recarga e infiltración de agua al manto freático.
- Representa un refugio a la vida silvestre local.
- Una importancia de estos agroecosistemas poliestratos o

multiestratos es que las plantas tienen diferentes alturas y hábitos de enraizamiento, los cuales pueden ser agrupados para formar combinaciones compatibles para un mejor aprovechamiento de la luz solar y de nutrientes del suelo a diferentes profundidades.

### **Beneficios o importancia socioeconómica**

- Contribuye al generar ingresos adicionales al café, por medio de la venta de otros productos como los maderables (madera, postes, leña, brotones, etc.), frutos, follajes, plantas medicinales, entre otras.
- La crisis del precio y la reducción en los rendimientos del café, han forzado a los caficultores a buscar estrategias que les permitan compensar las pérdidas económicas (proceso de adaptación a los efectos negativos del cambio climático)
- Representa un medio de vida clave para el desarrollo económico local de los productores rurales. Ofrece una fuente segura de alimentos para las familias de los productores (plátanos, naranjas, mandarinas, limones, aguacates, etc.). También alimenta a la fauna silvestre.





28

*Ficha*

## **DIVERSIFICACIÓN DE LA SOMBRA**

ESPECÍFICOS PARA EL CULTIVO DEL CAFÉ





## Objetivo

El abono orgánico producido de pulpa de café en términos simples, es la reutilización del subproducto obtenido como desperdicio del procesamiento o beneficiado de los frutos del café.

Del café en cereza solo el 18.5% es café oro, el resto del fruto es agua (20%), pulpa (41%), cascarilla (4.5%), mucilago (16%). El desperdicio de la pulpa de café genera el 60% de la contaminación del agua en las zonas cafeteras<sup>12</sup>. La pulpa contiene materia orgánica y nutrientes. Las concentraciones de fósforo (P), calcio (Ca) y potasio (K) están en mayor cantidad en la pulpa que en el propio grano de café, además de contener magnesio (Mg), Azufre (S), hierro (Fe) y boro (B).

El objetivo del abono orgánico producido de pulpa de café principalmente, tiene la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la actividad micro, meso y macro biológica del suelo.

## Importancia de su aplicación

**Tomando en cuenta que el producto de esta tecnología es 100% orgánico, presenta la siguiente importancia en su aplicación:**

- Procesada la pulpa de café como abono orgánico, los nutrientes se liberan paulatinamente. En zonas de ladera es esencial combinar la aplicación del abono para mejorar la fertilidad del suelo con otras prácticas de conservación de suelos y agua (ver fichas de la 1 a la 10).
- El abono de pulpa de café, en la actualidad, se utiliza preferiblemente para establecer nuevas plantaciones de café y para viveros. Sin embargo, se puede utilizar en plantaciones de café en producción. Se estima que 100 lbs de pulpa descompuesta equivalen a 10 lbs de fertilizante químico fórmula 14-3-37 (N-P-K). Además contiene materia orgánica<sup>13</sup>.
- Se puede utilizar en todas las zonas climáticas donde se siembra café.
- Se utiliza en todo tipo de suelo. En suelos arenosos tiene la ventaja de ser menos susceptible a la lixiviación que el fertilizante químico. Se utiliza en suelos profundos y superficiales. Contribuye a mejorar suelos pedregosos.
- Contribuye a mejorar suelos degradados proporcionando una amplia gama de nutrientes.
- En suelos fértiles la aplicación del abono contribuye a mantener la materia orgánica en el suelo y estimula la actividad micro, meso y macro biológica del suelo.
- Reemplaza insumos externos (fertilizantes químicos), por ejemplo, para abonar una hectárea de café se necesita aplicar la producción de abono de aproximadamente 3 ha de café.
- La preparación y el uso del abono de pulpa se adecua muy bien a parcelas pequeñas y medianas en fincas con un uso intensivo de la tierra y con la disponibilidad de mano de obra.
- La aplicación del abono se puede hacer en el café mismo o en otros cultivos de alto valor como son los viveros de café, lo frutales y las hortalizas.
- De manera indirecta, estabiliza la temperatura en los suelos.

12. Es importante tener implementada una Buena práctica agroecológica (fosas, zanjas, tinas, canales de sedimentación) para prevenir alguna contaminación con desechos líquidos o sólidos provenientes de residuos del procesamiento o beneficiado del café. Esta medida de mitigación debe estar explícita en el Plan de Mitigación Ambiental (PMA) en cada encadenamiento, ajustado a las condiciones en donde se encuentre cada encadenamiento.

13. En los últimos años, en Guatemala se han obtenido alrededor de 10 millones de quintales de pulpa/año.





29

Ficha

## ABONO ORGÁNICO CON PULPA DE CAFÉ

ESPECÍFICOS PARA EL CULTIVO DEL CAFÉ





## Objetivo

Los residuos orgánicos, tanto sólidos como líquidos, son de muy difícil disposición final por su carácter de contaminantes del medio ambiente. Sin embargo, el mejor tratamiento para cualquiera de estos elementos, es su conversión en productos que puedan volverse a incorporar a la naturaleza en forma reciclada.

Los subproductos que se generan en el proceso del beneficiado húmedo son la pulpa, el mucílago, las aguas de despulpado, agua del arrastre de la pulpa y las del proceso de lavado.

El agua miel: Es el agua residual resultante que fue utilizada para despulpar y lavar.

Su naturaleza química está relacionada con la composición físico-química de la pulpa y el mucílago. Así se origina su aporte como carga orgánica, del primer y segundo lavado, con alrededor en términos de DQO15 de 43,615 mg. oz/litro, equivalente a 6 Kg. de DQO/quintal oro.

Sin embargo, cuanto a este residuo líquido de las aguas del despulpado y de lavado, que son las que arrastran la principal proporción de mucílago suelto o fermentado son sometidas al procesamiento en los sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales, se logra separar, por un lado el agua clarificada y por otro los lodos orgánicos; estos son un buen aporte de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio etc.; se pueden mezclar con la pulpa para hacer un compost.

El objetivo principal de esta tecnología se enfoca en la realización de actividades responsables dentro del beneficiado húmedo del café SIN CAUSAR IMPACTOS NEGATIVOS al ambiente<sup>16</sup> y hacer un uso sustentable del agua.

## Importancia de su aplicación

■ Contribuye a hacer un uso responsable de los recursos hidrológicos requeridos para su procesamiento. Es una tecnología que permite un ahorro de hasta 90% en el volumen del agua que se utiliza en el proceso de beneficiado húmedo de café. Por ejemplo: al comparar con los beneficios tradicionales, utilizan de 2,000 lt de agua por quintal de pergamino seco procesado, el desarrollo tecnológico a través de la reingeniería del proceso ha permitido reducir el uso de 120 a 150 litros por quintal de café pergamino seco, a través plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), que conllevan como primera

condición la recirculación del agua utilizada en el beneficio húmedo.

- Contribuye a evitar impactos ambientales negativos al ambiente y a fuentes de agua cercanos a drenaje de residuos.
- Es una medida responsable dentro de un MIC para adaptación al cambio climático.
- Es una tecnología que "NO" emana olores pestilentes o al menos son reducidos en comparación si no se aplica tratamiento. Es decir, evita el efecto perjudicial para el cuerpo de agua (requerimientos de oxígeno de las bacterias son mayores que

15. Demanda química de oxígeno (DQO): Es la medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales, se mide por la cantidad de oxígeno utilizado en la descomposición (oxidación) de la materia orgánica e inorgánica. Es decir, la cantidad de oxígeno requerida para la oxidación completa de la materia orgánica.

Un ejemplo de comparación:

Aguas negras domésticas tratadas = 20 a 60mg/lit, y aguas negras domésticas no tratadas = 300 a 400mg/lit,

Efluentes de beneficiado húmedo de café con tratamiento = 3,000 a 7,000 mg/lit,

Pasta de estiércol porcino = 20,000 a 30,000mg/lit

16. Es importante y mandatorio tener implementada una Buena práctica agroecológica como medida de mitigación, para prevenir alguna contaminación con desechos sólidos o líquidos provenientes del proceso de beneficiado húmedo del café. Esta medida de mitigación debe estar explícita en el Plan de Mitigación Ambiental (PMA) para cada encadenamiento, ajustado a las condiciones de sitio en donde se encuentre cada encadenamiento.





30

*Ficha*

## **MANEJO DE AGUAS MIELES DEL DESPULPADO DE CAFÉ**

ESPECÍFICOS PARA EL CULTIVO DEL CAFÉ



## F

## Bibliografía

- ADIBA, SIESA, 2013. Plan de negocios Asociación para El Desarrollo Integral "Buenos Aires" –ADIBA-. Programa de Encadenamientos Empresariales, AGEXPORT. 34 p.
- ALTIERI, M.; TOLEDO, V. 2011. La revolución agroecológica en Latinoamérica. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología –SOCLA-. Versión al español del artículo Altieri, M. & V.M. Toledo. 2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. The Journal of Peasant Studies Vol. 38, No. 3, July 2011, 587–612. Traducción de Pablo Alarcón-Chaires revisada por los autores. 34 p.
- ALTIERI, M. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan Comunidad. pp. 217-218.
- CATIE. 1998. Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales. Ed. Francisco Jiménez, Arturo Vargas. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica, Manual Técnico No. 32. Pp. 259 – 273. Recuperado de <http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/Agrof-Cult-AyP/2006/Clase%2013%20de%20febrero/EI%20cultivo%20en%20callejones.pdf>
- CATIE. Sf. Barreras vivas. Compilado por Modesto Juárez. IICA-CATIE-CRS-UCA. 10 p. Recuperado de <http://biblioteca.catie.ac.cr:5050/repositorioforestal/bitstream/123456789/6367/1/Barreras%20Vivas.pdf>
- Capítulo 2. Medidas técnicas de conservación por obras físicas. Pp. 09. Recuperado de [http://www.green.go.jp/green/gyoumu/kaigai/manual/bolivia/01technical\\_manual/spanish/vol02.pdf](http://www.green.go.jp/green/gyoumu/kaigai/manual/bolivia/01technical_manual/spanish/vol02.pdf)
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). Sf. Producción de barreras vivas. Edición: Ing. Cesar Orlando Mejicano, Ing. José Roberto Campos, Ing. Víctor Eli Zelaya. Recuperado de <http://www.centa.gob.sv/sidia/pdf/guias/7%20Guia%20en%20Produccion%20barreras%20vivas.pdf> <http://www.centa.gob.sv/sidia/inicio.html>
- CARRASCO, J.; SQUELLA, F.; RECKMANN, O. INIA. Sf. Conservación y recuperación de suelos. Medición de pendientes y trazado de curvas a nivel. Pp. 48 – 51. Recuperado de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR26133.pdf>
- CUBERO, D. 1999. Las barreras vivas y su aplicación conservacionista. In XI Congreso Nacional Agronómico. III Congreso Nacional de Suelos. FAO – MAG. Conferencia 67. Pp. 3 – 10.
- FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y agua de la FAO. Pp. 97 – 98.
- FAO PESA. 2005. Manejo de suelos y agua. In Tecnologías y metodologías validadas para mejorar la seguridad alimentaria en las zonas secas de Honduras. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) en Honduras y el Proyecto Sistemas de Información Científico Técnica del PESA en Honduras (SICT). PASOLAC, Benjamín Bustamante. Primera edición 2005. 105 p.
- FAO – Union Europea. 2011. Barreras vivas. In Colección Buenas Prácticas. Programa extraordinario de apoyo a la seguridad alimentaria y nutricional. 8 p. Recuperado de <http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/10/13195641664990/barrerasfinal.pdf>
- FUNDACION HONDUREÑA DE INVESTIGACION AGRICOLA. 2011 Guía sobre prácticas de Conservación de Suelos. Segunda Edición. San Pedro Sula, Cortés, Honduras. Pp. 21 – 22. [http://www.fhia.org.hn/downloads/guia\\_conservacion\\_de\\_suelos.pdf](http://www.fhia.org.hn/downloads/guia_conservacion_de_suelos.pdf)
- FUNDESYRAM, 2012. Tecnología: Terrazas de banco. In Manejo de suelo y agua; Tecnologías y metodologías validadas para mejorar la seguridad alimentaria en las zonas secas de Honduras. Año 2005. Actualización: 04 de Julio de 2012. Código: 100028. Recuperado de <http://www.fundesyram.info/biblioteca/displayFicha.php?fichaID=358>
- FUNDESYRAM, 2012. Tecnología: Terrazas individuales. In Manejo de suelo y agua; Tecnologías y metodologías validadas para mejorar la seguridad alimentaria en las zonas secas de Honduras. Año 2005. Actualización: 21 de agosto de 2012. Código: 100138. Recuperado de <http://www.fundesyram.info/biblioteca/displayFicha.php?fichaID=924>
- GLIESSMAN, S.R. 1998. Agroecology: ecological process in sustainable agriculture. Ann Arbor, MI: Ann Arbor Press.
- GOBIERNO DE ESPAÑA, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2008. Conservación de suelos: rotación de cultivos. In Inventario de tecnologías disponibles en España para la lucha contra la Desertificación. Suárez de Castro, F. Diciembre 2008. 4 p.



HERZOG, F. AND N. GOTSCH. (1998). Assessing the sustainability of smallholder tree crop production in the tropics a methodological outline. *Journal of Sustainable Agriculture* (Washington) 11 (4), p. 13-37. Recuperado de <http://www.engormix.com/MA-agricultura/articulos/beneficios-efectos-rotacion-cultivos-t2227/p0.htm>

HORACIO J. Y MANSO. M LUCRECIA. Una Tecnología poco costosa: La rotación de cultivos. Pp. 19-21. Recuperado de <http://www.engormix.com/MA-agricultura/articulos/beneficios-efectos-rotacion-cultivos-t2227/p0.htm> y recuperado de <http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/Agricultura%20Ecol%C3%B3gica/AE-512/Lit%20reviews/Paredes%20Nelly%20Rotacion%20de%20cultivos/BIBLIOGRAFIAS/Una%20tecnolog%C3%ADa%20poco%20costosa.pdf>

MANUAL DE CONSERVACION. Sf. Terrazas de banco (absorción). 7 p. Recuperado de [http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/manual\\_conservacion/manual\\_conservacion8.pdf](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/manual_conservacion/manual_conservacion8.pdf)

MANUAL DE CONSERVACION. Sf. Terrazas individuales. 4 p. Recuperado de [http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/manual\\_conservacion/manual\\_conservacion10.pdf](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/manual_conservacion/manual_conservacion10.pdf)

MENDIETA, M.; ROCHA, L. 2007. Sistemas agroforestales. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Managua, Nicaragua. Pp. 30 – 78. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/1\\_RENF08M538.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_RENF08M538.pdf)

MATEU, E. (1992). Agricultura y medio ambiente. *Rev. Valenciana d'Estudis Autònoms*. No 14. Valencia.

MINISTERIO DE AGRICULTURA DE PERU. 1985. Manual técnico de conservación de suelos. Dirección general de suelos e irrigaciones. Programa nacional de conservación de suelos y aguas en cuencas hidrográficas. Convenio Perú – AID No. 527 – 0220. Pp. 15 – 25; 28 – 39; 45 – 47. Recuperado de [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNAAT803.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAT803.pdf)

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. Sf. Surcos en contorno. Programa presupuestal por resultados – 089. "Reducción de la degradación de los suelos agrarios". Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural –AGRORURAL-. Dirección zonal Huancavelica, Perú. 11 p.

NUÑEZ, M. A., 2000. Manual de técnicas agroecológicas. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe Boulevard de los Virreyes 155, Colonia Lomas de Virreyes 11000, México D.F., México. 91 p.

PASOLAC. 2000. Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. 1a. ed. -- San Salvador. 205 p. Recuperado de <http://www.infoagro.net/programas/Ambiente/pages/agricultura/herramientas/3.pdf>

PASOLAC. Ficha técnica código: CSAA-011. Barrera muerta de piedras. In Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua. Recuperado de [http://www.funica.org.ni/docs/conser\\_sueyagua\\_11.pdf](http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_11.pdf)

PASOLAC. Ficha técnica código: CSAA-012. Barrera muerta de rastrojos. In Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua. Recuperado de [http://www.funica.org.ni/docs/conser\\_sueyagua\\_12.pdf](http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_12.pdf)

PASOLAC. Ficha técnica Código: CSAA-067. Labranza mínima, Siembra en contorno. In Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua. Recuperado de [http://www.funica.org.ni/docs/conser\\_sueyagua\\_67.pdf](http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_67.pdf)

PASOLAC. Ficha técnica Código: CSAA-075. Terrazas de banco. In Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua. Recuperado de [http://www.funica.org.ni/docs/conser\\_sueyagua\\_75.pdf](http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_75.pdf)

Peña, E. 2013. Conservación de suelo como estrategia de producción. *Revista El Cafetal*, julio 2013. Asesor Técnico Región III. ANACAFE. Recuperado de <http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=16TEC:Conservacion-de-suelo-produccion>

Pérez, C. Sf. Capítulo 4, Barreras vivas para producción de granos básicos en zonas de laderas de América Central. In Buenas prácticas agrícolas para la adaptación al cambio climático. Pp 69 – 85. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3831e/A3831e.pdf>

PINEDA, P. 2014. Consulta técnica para la determinación del modelo estadístico para la determinación de la muestra utilizada en el diagnóstico. URL-IARNA.

PROYECTO JALDA, sf. Cartilla 8/; Terrazas de Banco. Sucre, Bolivia. 8 p. recuperado de <http://www.green.go.jp/green/gyoumu/kaigai/manual/bolivia/03text/spanish/08.pdf>



PROYECTO JALDA, sf. Cartilla 9/; Terrazas individuales. Sucre, Bolivia. 8 p. recuperado de <http://www.green.go.jp/green/gyoumu/kaigai/manual/bolivia/03text/spanish/09.pdf>

RODRÍGUEZ C., J. 2007. Guía de elaboración de diagnósticos. 12 p.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACION (SAGARPA). 2014. Rotación de cultivos. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Fascículo 1. Responsables Ing. Francisco J Morales Flores Dr. Mario R. Martínez Menez, Colegio de Postgraduados. Pp 1-8.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACION (SAGARPA). 2014. Sistemas Agroforestales. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Fascículo 8. Responsables M.Sc. Gerardo López Tecpoyotl, Colegio de Postgraduados. Pp 1 – 8. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Sistemas%20Agroforestales.pdf>

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACION (SAGARPA). sf. Labranza de conservación. Capítulo 5. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. 8 p. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/Agrcolas/Attachments/3/A-05-1.pdf>

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACION (SAGARPA). sf. Surcado al contorno. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. 4 p. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Surcado%20al%20contorno.pdf>

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACION (SAGARPA). sf. Terrazas de banco. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. 10 p. Recuperado de [http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/TERRAZAS\\_DE\\_BANCO.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/TERRAZAS_DE_BANCO.pdf)

SEGEPLAN. 2011. Plan del municipio de Sololá con enfoque territorial, Género y pertinencia cultural 2011-2018. Municipalidad de Sololá. 95 p.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Manejo y conservación de suelos. Lección 34, surcos al contorno, barreras vivas y cortinas rompevientos. Recuperado de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30160/leccin\\_34\\_siembras\\_en\\_contorno\\_barreras\\_vivas\\_y\\_cortinas\\_rompe\\_vientos.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30160/leccin_34_siembras_en_contorno_barreras_vivas_y_cortinas_rompe_vientos.html)

URUCERT, (1998). Normas para la Producción Ecológica. Recuperado de <http://www.engormix.com/MA-agricultura/articulos/beneficios-efectos-rotacion-cultivos-t2227/p0.htm>

ZARANTONELLO, A. sf. Mitigación ambiental. Recuperado de <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/MitigAm.htm>



