

# Guía técnica para la difusión de **Tecnologías de producción agropecuaria sostenible**





# Contenido

<i>Abreviaturas usadas</i> . . . . .	4
<i>Agradecimientos</i> . . . . .	5
<b>Presentación</b> . . . . .	7
<b>INTRODUCCIÓN</b> . . . . .	9
<b>RECONOCIMIENTO DE BENEFICIOS AMBIENTALES (RBA)</b> . . . . .	11
<b>FICHAS TÉCNICAS</b>	
Abonos orgánicos . . . . .	Ficha técnica 1
Abonos verdes . . . . .	Ficha técnica 2
Biofermentos . . . . .	Ficha técnica 3
Manejo integrado de cultivos . . . . .	Ficha técnica 4
Microorganismos benéficos . . . . .	Ficha técnica 5
Biopesticidas . . . . .	Ficha técnica 6
Inocuidad de alimentos en fincas . . . . .	Ficha técnica 7
Sistemas agroforestales . . . . .	Ficha técnica 8
Cercas vivas . . . . .	Ficha técnica 9
Cortinas rompevientos . . . . .	Ficha técnica 10
Viveros de árboles y arbustos . . . . .	Ficha técnica 11
Producción en ambientes protegidos . . . . .	Ficha técnica 12
Solarización . . . . .	Ficha técnica 13
Riego por goteo . . . . .	Ficha técnica 14
Microbeneficio ecológico de café . . . . .	Ficha técnica 15
Sistemas silvopastoriles . . . . .	Ficha técnica 16
Pastos mejorados . . . . .	Ficha técnica 17
Bancos forrajeros . . . . .	Ficha técnica 18
Ensilaje y henificación para épocas críticas . . . . .	Ficha técnica 19
Bloques nutricionales proteicos . . . . .	Ficha técnica 20
Abrevaderos y saladeros . . . . .	Ficha técnica 21
Estabulación de ganado . . . . .	Ficha técnica 22
Biodigestores . . . . .	Ficha técnica 23
Tratamiento de residuos en queserías . . . . .	Ficha técnica 24
Cobertura de suelos . . . . .	Ficha técnica 25
Control de la erosión . . . . .	Ficha técnica 26
Recuperación y control de cárcavas . . . . .	Ficha técnica 27
Labranza conservacionista . . . . .	Ficha técnica 28
Protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos . . . . .	Ficha técnica 29
Reforestación protectora sin aprovechamiento . . . . .	Ficha técnica 30
<b>DESAFIOS AMBIENTALES DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA COSTARRICENSE</b> . . . . .	17
<b>ANEXOS</b>	
Anexo 1. Tipo de inversiones . . . . .	24
Anexo 2. Lista de especies vegetales citadas en las fichas . . . . .	27
Anexo 3. Lista de contactos . . . . .	30
Anexo 4. Fuentes de información . . . . .	39

631.58

C837g Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería  
Guía técnica para la difusión de tecnologías  
de producción agropecuaria sostenible. – 1 ed. –  
San José, C.R. : MAG, 2010.  
180 p. 24 x 29 cm.

ISBN 978-9968-877-34-3

1. Sostenibilidad. 2. Producción agropecuaria.  
3. Buenas prácticas agropecuarias. 4. Costa  
Rica. I. Título.

El presente documento fue elaborado en el marco de la consultoría SP-10-2009 “Contenido técnico, ilustración, diseño, diagramación y edición final de **Guía técnica para la difusión de tecnologías de producción agropecuaria sostenible**”, la cual ha sido financiada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería con fondos del Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible, contrato préstamo 1436/OC-CR BID-MAG.

*SEGUIMIENTO TÉCNICO Y APROBACIÓN DE LA GUÍA TÉCNICA:*

Roberto Azofeifa Rodríguez,  
*Coordinador del Componente de  
Asistencia Técnica e Inversiones, PFPAS*

*PRODUCCIÓN:*

Sostenible por Naturaleza, S.A.

*COORDINACIÓN GENERAL Y EDICIÓN:*

Erick Vargas Campos

*COORDINACIÓN TÉCNICA:*

Miguel Vallejo Solís

*INVESTIGACIÓN Y COMPILACIÓN:*

Geovany Delgado Hidalgo, Guido Sibaja Rodas,  
Miguel Vallejo Solís

*DISEÑO Y EDICIÓN GRÁFICA:*

Rodrigo Granados Jiménez

*ILUSTRACIONES:*

Hernán Ramírez Corrales

*FOTOGRAFÍAS:*

Geovany Delgado Hidalgo, Rodrigo Granados Jiménez  
Guido Sibaja Rodas, Miguel Vallejo Solís,  
Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

*DIAGNÓSTICO DE USUARIOS:*

Asesores Empresariales en Comunicación Jiro S.A.

*IMPRESO EN:*

Litografía e Imprenta LiL, S.A.

© Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica, 2010  
Reservados todos los derechos  
Hecho el depósito de ley  
Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra.

## Abreviaturas usadas

kg	kilogramo
kg/ha	kilo por hectárea
gr	gramos
km	kilómetro
m	metro
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
m <sup>3</sup>	metro cúbico
cm	centímetro
ha	hectárea
%	por ciento
45°	grados
N/A	No Aplica
>	mayor que
UA/hectárea	unidades animal por hectárea

# *Agradecimientos*

En nombre de los miembros de la Unidad Coordinadora del Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible, manifiesto el agradecimiento a todos los compañeros extensionistas e investigadores que aportaron sus atenciones y recomendaciones para enriquecer el texto de las guías técnicas.

Igualmente agradezco a los productores agropecuarios sus aportes para lograr este trabajo.

Al equipo técnico de la empresa consultora Sostenible por Naturaleza, agradezco sus aportes. El amor, la dedicación, la paciencia y la cortesía que mostraron en la realización de este trabajo, hizo de ésta, una muy linda experiencia.

Con gran expectativa de que este trabajo sirva como insumo para el proceso de incorporación de cambios paulatinos en el trabajo de los productores agropecuarios de Costa Rica, agradezco a Dios por darnos la oportunidad de aportar un granito de arena en el continuo hacia la sostenibilidad y competitividad de las familias en el sector agropecuario.

**Roberto Azofeifa Rodríguez**

*Coordinador Componente de Asistencia Técnica e Inversiones*  
Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible



# Presentación

Durante el periodo 2006-2010, especialmente en los tres últimos años, el Ministerio de Agricultura y Ganadería ha dado un trascendental impulso al sector agropecuario mediante mecanismos que fortalecen la sostenibilidad de la producción y la competitividad de los productores, al tiempo que benefician a la sociedad en su conjunto por medio de los beneficios ambientales generados y de la promoción de prácticas de inocuidad de los productos.

La ejecución del Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible es uno de los más importantes aportes que en materia de desarrollo agropecuario con sostenibilidad caracterizan la gestión Ministerial en el periodo citado. Ha fomentado la utilización de una serie de opciones técnicas para que los productores empleen de manera más eficiente los recursos propios de las fincas, los sistemas de producción generen beneficios ambientales y las emisiones de gases de efecto invernadero se reduzcan. A la vez, busca que los productores mejoren su competitividad.

Para facilitar el fortalecimiento de capacidades de productores y productoras en cuanto a la aplicación práctica de las tecnologías para la producción sostenible, el Ministerio de Agricultura y Ganadería presenta esta “Guía técnica”, con el deseo de que sea una herramienta orientadora para personal técnico y productores.

Gracias.

**Javier Flores Galarza**  
*Ministro de Agricultura y Ganadería*  
Costa Rica



# Introducción

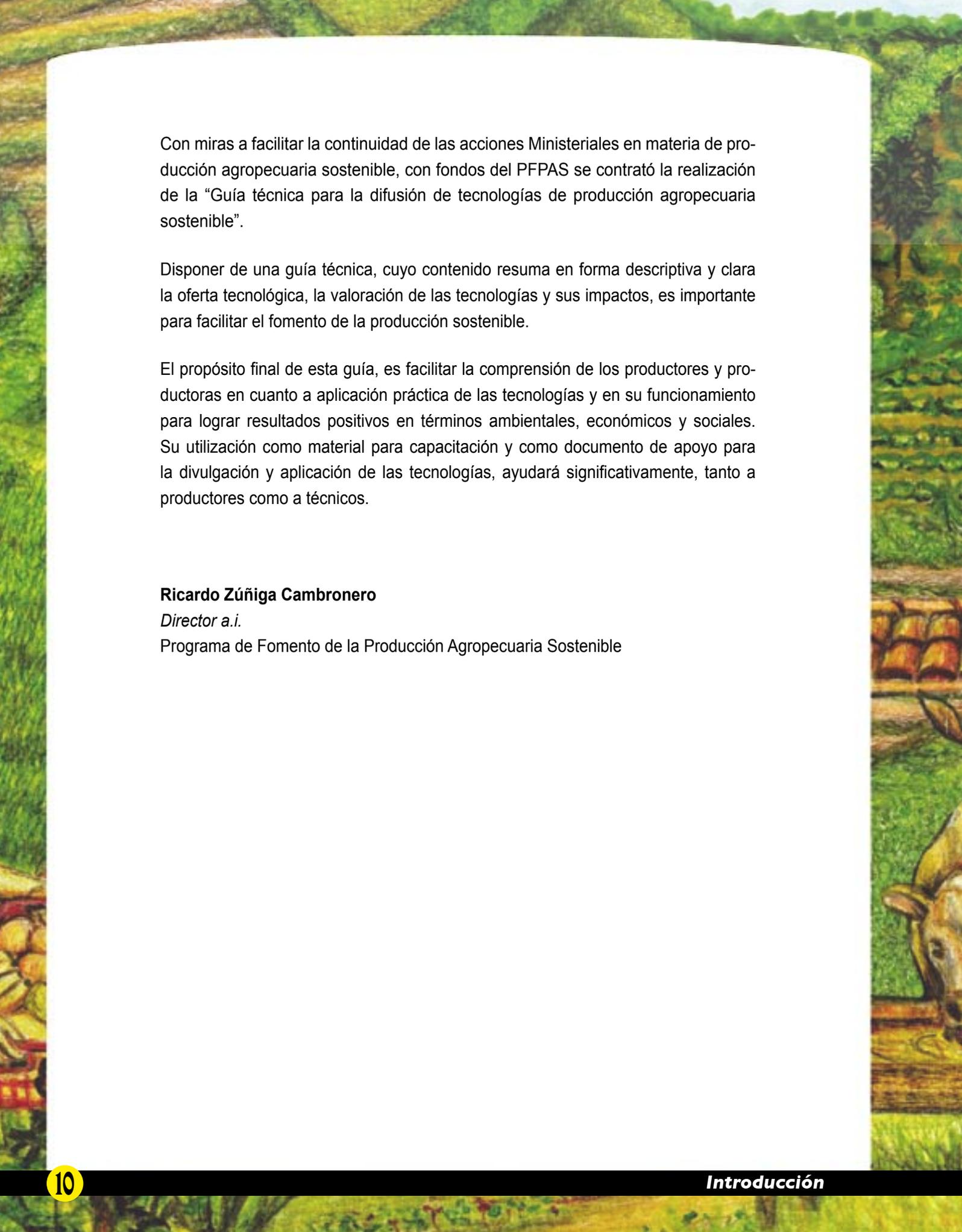
Uno de los objetivos del Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible (PFPAS), es fomentar la adopción de tecnologías agropecuarias con efecto ambiental positivo por parte de pequeños y medianos productores y productoras en el país. Durante su ejecución el Programa ha fomentado la difusión de tecnologías innovadoras que combinan un aumento de ingresos, con la conservación de la base productiva y el reconocimiento de los beneficios ambientales por la reducción de las externalidades negativas.

El objetivo superior es propiciar la masificación de una cultura de producción agropecuaria que aplique medidas precautorias para evitar la degradación del ambiente, disminuye sus efectos negativos sobre el cambio climático, mejore su competitividad y genere condiciones para una mejor calidad de vida.

Con la propuesta del “Reconocimiento de Beneficios Ambientales y Asistencia Técnica” descrita en su Componente I, el PFPAS ha puesto a disposición de las organizaciones de pequeños y medianos productores y productoras del país, un mecanismo novedoso de incentivos para promover el cambio en las formas de producción en el sector agropecuario. Las tecnologías agropecuarias propuestas han permitido disminuir los costos de producción, mejorar los ingresos de los pequeños y medianos productores y reducir los impactos ambientales negativos de las prácticas convencionales orientadas al uso intensivo de agroquímicos, degradación del suelo, contaminación de fuentes de agua, destrucción de la biodiversidad y disminución de la calidad de vida.

Con la participación activa de los técnicos extensionistas institucionales y de los líderes de las organizaciones de productores y productoras, se han desarrollado e identificado una serie de tecnologías con beneficio ambiental positivo que están a disposición para su transferencia a nivel nacional.

No obstante, el uso masivo y correcto de estas prácticas pasa por una definición y descripción de las mismas y por un proceso de comunicación adecuado hacia todos los actores interesados, como fase previa a su adopción y previo al desarrollo de los mecanismos de incentivos propuestos por el Programa. Las tecnologías consideran las 30 opciones técnicas más aplicadas durante la ejecución del PFPAS.



Con miras a facilitar la continuidad de las acciones Ministeriales en materia de producción agropecuaria sostenible, con fondos del PFPAS se contrató la realización de la “Guía técnica para la difusión de tecnologías de producción agropecuaria sostenible”.

Disponer de una guía técnica, cuyo contenido resuma en forma descriptiva y clara la oferta tecnológica, la valoración de las tecnologías y sus impactos, es importante para facilitar el fomento de la producción sostenible.

El propósito final de esta guía, es facilitar la comprensión de los productores y productoras en cuanto a 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 como documento de apoyo para la divulgación y aplicación de las tecnologías, ayudará significativamente, tanto a productores como a técnicos.

**Ricardo Zúñiga Cambronero**

*Director a.i.*

Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible

# Reconocimiento de beneficios ambientales (RBA)

El Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible es una operación piloto en el sector agropecuario costarricense. Por medio de incentivos, capacitación y estudios de competitividad, ha impulsado la aplicación de tecnologías que permiten mejorar los resultados económicos de las actividades agropecuarias y a la vez reducir las externalidades negativas de la producción en los sistemas agrícolas y pecuarios, mejorando la competitividad y sostenibilidad de éstos sistemas.

Como herramienta impulsora de las tecnologías que permiten el desarrollo de sistemas agropecuarios sostenibles y competitivos, el Programa

brinda un incentivo económico en Reconocimiento del Beneficio Ambiental (RBA).

El incentivo de RBA, aplicable a proyectos presentados por organizaciones de productores que cumplan con los requisitos establecidos por el Programa, varía entre el 20 y 30% del equivalente del valor de las inversiones con efecto ambiental positivo, que son aquellas erogaciones financieras requeridas para desarrollar o adaptar los sistemas productivos de tal manera que se reduzca la degradación de las tierras y la contaminación ambiental y la producción se realice en armonía con el ambiente, genere servicios ambientales (todos



los elementos que favorecen la vida, tales como el agua, el aire, la biodiversidad, el paisaje y el suelo fértil) y productos sanos e inocuos.

El menor porcentaje (20% del equivalente del valor de las inversiones con efecto ambiental positivo) se asigna a las inversiones de interés y beneficio ambiental individual y cuyo retorno económico es claramente visible en el corto plazo (desde el primer ciclo agrícola)<sup>1</sup>.

En una posición intermedia (25% del valor de las inversiones), están las inversiones cuyo interés puede ser colectivo o individual, pero cuyo retorno económico es visible en el mediano y largo plazo, más allá de dos ciclos productivos<sup>2</sup> (ver Cuadro 1).

El mayor porcentaje posible según establece la ley 8408 y su reglamento (30% del equivalente del valor de las inversiones con efecto ambiental positivo), se asigna a las inversiones de interés y beneficio ambiental colectivo y cuyo retorno económico es de largo plazo.

## ***Inversiones tipo I***

Son de interés del agricultor individualmente, benefician directa y claramente la productividad de las actividades productivas de la finca y su retorno económico es de corto plazo.

Algunos de los beneficios ambientales importantes que estas inversiones generan son: aumen-



Inversión tipo 1. Banco proteico de morera y poró.

- 1 Se considera corto plazo el período que requiere un ciclo productivo, mediano plazo es el periodo que requieren dos ciclos productivos, largo plazo es el periodo que requieren más de dos ciclos productivos.
- 2 Un ciclo productivo es el período que transcurre entre la preparación para una actividad y la realización de su cosecha. En el caso de un cultivo anual, es el tiempo que transcurre desde la preparación del suelo o del sustrato y la cosecha de su producto. En el caso de un cultivo permanente, es el tiempo que transcurre desde la finalización de una cosecha hasta la cosecha de la siguiente producción. En el caso de actividades pecuarias, es el tiempo que transcurre desde el inicio del ciclo o de la etapa en que inicie la actividad, hasta la realización de la producción.

**Cuadro 1. Tipos de inversión**

	<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>	<b>Tipo 3</b>	<b>Tipo 4</b>
Interés	Individual	Individual	Colectivo	Colectivo
Beneficio ambiental	Individual	Individual	Grupal	Grupal
Acciones que requiere	Individual	Individual	Colectiva	Colectiva
Retorno económico	corto plazo	Mediano o largo plazo	Corto o mediano plazo	Largo plazo
%RBA	20	25	25	30



Inversión tipo 2. Ensilaje de maíz.

to de la cobertura vegetal, disminución de la degradación del suelo, aumento de la infiltración, disminución de la contaminación ambiental.

### ***Inversiones tipo 2***

Son de interés del agricultor individualmente, no benefician directa o claramente la productividad de las actividades productivas y su retorno económico es de mediano o largo plazo.

Aunque el beneficiario principal es para su gestor directo, producen otros beneficios en la mejora de la calidad del agua y el suelo y son

garantía de una mayor sostenibilidad en la producción de bienes y servicios.

Los beneficios ambientales que estas inversiones generan, entre otros, son: disminución de la contaminación, aumento de la infiltración, disminución de la degradación de suelo.

### ***Inversiones tipo 3***

Son de interés de un grupo de agricultores, benefician directa y claramente la productividad de las actividades o los ingresos de las fincas y el retorno económico es de corto o mediano plazo.

Los beneficios ambientales que se obtienen con la realización de estas inversiones son, entre otros: aire más limpio, agua limpia y abundante, protección de los recursos naturales de flora y fauna.



Inversión tipo 3. Cafetal arbolado.

## ***Inversiones tipo 4***

Son de interés colectivo. Su ejecución beneficia a un grupo de productores, la comunidad, o la sociedad y son opciones importantes cuanto se tiene un problema que sobrepasa los límites de la finca y su solución requiere compartir acciones con los vecinos o con la comunidad. Su retorno es en largo plazo y muchas veces no es claramente visible o fácilmente cuantificable.

Este tipo de inversiones generan beneficios ambientales como: reducción de la contaminación, aumento de la infiltración del agua en el perfil del suelo, reducción de la erosión, conservación de la biodiversidad y fijación de carbono. Por lo anterior, estas inversiones recibirán un reconocimiento ambiental de 30% del monto de la inversión requerida para su realización.

En esta Guía Técnica se desarrollan las treinta tecnologías consideradas como las más frecuentes en los proyectos presentados en el Programa. En el cuadro de la página siguiente se ordenan las tecnologías por número de ficha técnica y tipo de inversión según la normativa del Programa. En el Anexo 1 se presenta el listado total por tipo de inversión, sobre el cual se basó el Programa.



Inversión tipo 4. Protección de ríos y quebradas.

## **Tecnologías incluidas en esta guía técnica por tipo de inversión**

Número de Ficha técnica	Tecnología	Tipo de inversión según PFPAS
1	Abonos orgánicos	2
2	Abonos verdes	2
3	Biofermentos	2
4	Manejo integrado de cultivos	4
5	Microorganismos benéficos	2
6	Biopesticidas	2
7	Inocuidad de alimentos en fincas	3
8	Sistemas agroforestales	3
9	Cercas vivas	2
10	Cortinas rompevientos	4
11	Viveros de árboles y arbustos	4
12	Producción en ambientes protegidos	2
13	Solarización	1
14	Riego por goteo	1
15	Microbeneficio ecológico de café	4
16	Sistemas silvopastoriles	3
17	Pastos mejorados	1
18	Bancos forrajeros	1
19	Ensilaje y henificación para épocas críticas	2
20	Bloques nutricionales proteicos	1
21	Abrevaderos y saladeros	2
22	Estabulación de ganado	2
23	Biodigestores	2
24	Tratamiento de residuos en queserías	2
25	Cobertura de suelos	2
26	Control de erosión	4
27	Recuperación y control de cárcavas	4
28	Labranza conservacionista	4
29	Protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos	4
30	Reforestación protectora sin aprovechamiento	4



## Abonos orgánicos

El abono orgánico es un fertilizante a base de ingredientes de origen vegetal o animal y que el productor puede elaborar por sí mismo, aprovechando insumos de la propia finca. Ésta es una buena opción para la agricultura orgánica y puede ser también un complemento para la agricultura convencional. Dos técnicas muy efectivas para la elaboración del abono orgánico son el lombricompost y el bocashi. Los siguientes factores son importantes para asegurar la calidad del abono:

- ◆ **Temperatura:** Al inicio es alta, hasta 75° C, por la acción de los microbios. Conforme el abono madura, baja a temperatura ambiente.
- ◆ **Humedad:** Entre 50 y 60% para estimular la descomposición. Si es muy baja, el proceso es lento; si es muy alta, hay pudrición y malos olores.
- ◆ **Acidez:** Intermedia, con pH 6 y 7,5. La cal ayuda a controlar la acidez.
- ◆ **Aireación:** El volteo del material ayuda en su aireación. Debe evitarse el exceso de humedad.
- ◆ **Tamaño de las partículas:** Materiales gruesos como granza de arroz o burucha evitan la compactación y facilitan la aireación.
- ◆ **Relación Carbono-Nitrógeno:** Asegura el balance en la dieta de los microorganismos. El nitrógeno se obtiene de estiércol y gallinaza y de hojas de leguminosas como frijol y poró. Fuentes de carbono son bagazo de caña, pasto y hojas no leguminosas. El bocashi requiere más nitrógeno que otros abonos, dado que requiere mucho menos tiempo.

Los abonos orgánicos son una buena opción para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos. Además, son un complemento a otras técnicas de manejo sostenible del suelo, como el uso de



Mezcla de ingredientes en la elaboración de bocashi.

abonos verdes (ver ficha 2 “Abonos verdes”) y de biofermentos (Ver ficha 3 “Biofermentos”). Ésta es una práctica compatible tanto con la agricultura orgánica como con la convencional. Si la finca es orgánica certificada, debiera consultarse con la agencia certificadora correspondiente antes de la elaboración y uso de abonos orgánicos, ya que para algunos mercados existen regulaciones sobre los ingredientes que pueden emplearse y sobre la forma de hacer estos abonos.

### **Elaboración del lombricompost**

Para producir lombricompost se usa la lombriz roja californiana, que descompone la materia orgánica y la convierte en humus, el residuo orgánico no digerido que sirve de abono. Su consumo diario equivale a su propio peso, convirtiendo un 60% en humus. Una lombriz adulta pesa entre 0.8 y 1 gramo y produce una descendencia de unas 1.500 lombrices por año. Ellas son muy sensibles a la



Elaboración de lombricompost.

luz por lo que, para producir este tipo de abono, se necesita un sitio bajo techo. Se siguen los siguientes pasos:

- ◆ Se selecciona un sitio aislado de plagas como hormigas o pájaros, lejos de árboles resinosos y tóxicos como pino y eucalipto y lejos de plaguicidas.
- ◆ Se seleccionan los materiales que servirán de alimento a las lombrices. Puede emplearse sólo estiércol fresco de vaca o caballo o combinarlo en capas con materia vegetal fresca como broza de café, hojas o pasto. No deben usarse desechos domésticos que tengan carne o grasa ni residuos de banana o plátano, cuyas sustancias son tóxicas para las lombrices.
- ◆ Para albergar a las lombrices, se diseñan cajones de donde ellas no logren escapar. Pueden hacerse lechos directamente sobre el suelo con paredes de concreto o madera, o bien, fosas de 50 cm de profundidad. También pueden fabricarse cajones de madera y ubicarlos a 1 metro sobre el suelo.
- ◆ Si se opta por un lecho directamente sobre el suelo, se preparan las camas de 1,5 x 1 m x 40 cm de alto y se colocan 15 cm de alimento fresco en el fondo.
- ◆ Hay que regar periódicamente, sin exceso ni chorros directos. Puede comprarse

si la humedad es la correcta, apretando la mezcla con la mano; el líquido no debe escurrirse entre los dedos.

- ◆ Se agrega alimento fresco cada 10 días, o cuando sea necesario, llenando hasta una altura de 5 cm sobre el nivel actual.
- ◆ El abono estará listo después de 3 o 4 meses, cuando su color sea negro, su textura suelta y no se pueda distinguir la materia original.
- ◆ Cuando el abono colme el cajón, se separa de las lombrices colocando encima una malla con comida fresca por 5 días para atraerlas y hacerlas salir. Luego, se retira la malla. Se repite una o más veces para no perder lombrices en forma significativa.
- ◆ Como resultado de este proceso, se obtienen dos productos: El abono orgánico y una cantidad de lombrices mucho mayor que la inicial.
- ◆ El abono resultante puede emplearse en la propia finca o puede venderse a los vecinos. Las lombrices se trasladan a otra abo- nera o pueden comercializarse.



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Disminuye la necesidad de fertilizantes sintéticos.
- ❖ Los abonos orgánicos pueden emplearse tanto en agricultura convencional como orgánica.
- ❖ Al reemplazar fertilizantes sintéticos por abonos orgánicos, hay un ahorro en los costos de producción.
- ❖ La productividad de los cultivos puede mantenerse o incrementarse.
- ❖ Parte de los ingredientes se obtienen de la propia finca; con el estiércol de 9 vacas semiestabuladas durante 10 horas diarias, se producen hasta 2,5 toneladas de abono al año.
- ❖ El abono orgánico producido podría venderse a vecinos y amigos, generando un ingreso adicional.

Contar con todos los ingredientes necesarios es clave para elaborar un buen compost



El material se voltea para bajar la temperatura



Los abonos orgánicos son útiles en una amplia gama de cultivos



El abono orgánico se puede vender

## Elaboración del bocashi

El bocashi es un abono resultante de la fermentación de materia orgánica con microorganismos como hongos y bacterias. Toma alrededor de tres semanas y se usa estiércol, gallinaza, pulpa de café y otros. Si la finca genera grandes volúmenes de estos residuos y el espacio para hacer abono es limitado, el bocashi es una buena opción. Esta práctica es apta para diferentes regiones y climas del país, ya sean secas o lluviosas, cálidas o frescas. El bocashi puede elaborarse tanto en climas calientes como frescos, ya que su temperatura es resultado de un proceso interno que no depende del entorno.

Los ingredientes son clave para ofrecer buena alimentación a los microorganismos y lograr un proceso rápido. Pueden variar según las diferentes localidades, por lo que se recomienda experimentar para identificar los más apropiados localmente y para realizar los ajustes necesarios al procedimiento de elaboración. En el Cuadro 1 se presenta una de las muchas recetas que hay y permite elaborar 50 quintales de abono.

Para la elaboración del bocashi, se siguen los siguientes pasos:

- ◆ Los ingredientes se colocan en capas o revueltos. Se mezclan de manera uniforme. El montón no debe sobrepasar los 50 cm de altura.
- ◆ La producción del abono inicia con la fermentación, que se da a altas temperaturas y con una elevada actividad microbiana.
- ◆ Para acelerar el proceso, en los primeros tres días se cubre la abonera con sacos o plástico.
- ◆ La temperatura durante los primeros cinco días debe controlarse para que no sobrepase los 75°C. Para esto, el material se voltea a diario, varias veces de ser necesario y también se puede ir bajando la altura del montón o pila hasta llegar a unos 20 cm. Luego la temperatura comienza a descender y se continúa volteando una vez al día.
- ◆ El proceso continúa con la maduración, cuando la degradación del material restante se da más lentamente.

**Cuadro 1. Receta para elaborar 50 quintales de bocashi**

Ingrediente	Función	Costo unitario <sup>1</sup>	Costo total <sup>1</sup>
10 sacos de granza de arroz	Facilita aireación y da estructura al abono	¢550/saco	¢5.500
10 sacos de gallinaza	Fuente de nitrógeno	¢600/saco	¢6.000
10 sacos de suelo		N/A	
10 sacos de estiércol bovino	Fuente de nitrógeno	¢550/saco	¢5.500
10 sacos de estiércol de cerdo	Fuente de nitrógeno	¢550/saco	¢5.500
10 sacos de broza de café	Fuente inicial de alimento	N/A	N/A
1/2 quintal de afrecho o semolina de arroz	Fuente inicial de alimento	¢10.000/quintal	¢5.000
1/2 saco de carbón vegetal		¢600/saco	¢300
2 litros de melaza (miel de purga)	Fuente inmediata de energía	¢50/litro	¢100
1/2 libra de levadura		¢100/onza	¢1.000
1/2 quintal de cal agrícola	Control de acidez	¢2.000/quintal	¢1.000
1/2 quintal de K-Mag	Mineral natural usado como fertilizante	¢16.000/quintal	¢8.000
Agua		N/A	N/A
<b>Total</b>			<b>¢37.900</b>

1. Costos estimados en colones del 2010.

- ◆ A los 12-15 días, la mezcla ya fermentó, la temperatura del material es igual a la del ambiente y el abono ya está listo.



## Costos

El costo depende del tipo de abono que se desea producir, así como de la disponibilidad de ingredientes en la propia finca. Pueden emplearse facilidades desde un terreno cubierto de plástico para tapar el abono, hasta galerones. Para lombricompost, puede iniciarse con uno o dos kg de lombriz, cuyo costo varía entre ¢2.000 y ¢10.000 por kg (estimado en colones de 2010). Para el bocashi sugerido, el costo en materiales es de ¢37.900 para una cantidad 50 quintales de abono.



## Beneficios ambientales

- ❖ Se evita o disminuye la contaminación de suelos y aguas subterráneas, ríos y quebradas por los fertilizantes sintéticos.
- ❖ Se emplean residuos como estiércol, evitando así que contaminen el ambiente.
- ❖ Los malos olores por descomposición no controlada de residuos orgánicos se eliminan.
- ❖ Disminuye el riesgo de enfermedades o infecciones en las personas.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Abonos verdes

Hay ciertas plantas de cobertura que pueden sembrarse exclusivamente para proteger y mejorar los suelos y su fertilidad. En general, se les conoce como abonos verdes y no se siembran con fines de consumo humano ni animal, sino más bien para aportar nutrientes y materia orgánica por medio de sus restos (ver ficha 25 “Cobertura de suelos”). Se les llama “verdes” por tratarse de materia vegetal sin procesar. La diferencia con un cultivo de cobertura es que éste tiene como finalidad principal la protección del suelo contra la erosión (ver ficha 26 “Control de erosión”), mientras que el abono verde se emplea para hacer más fértil el suelo.

Es conveniente contar con varias opciones para el manejo de la fertilidad del suelo y no depender de los fertilizantes sintéticos. El manejo de los suelos debe llevar a una buena nutrición del cultivo, pero debe ir mucho más allá, pensando en la conservación y la mejora de los suelos, tanto en sus características químicas como biológicas y físicas, para asegurar que éstos puedan mantenerse productivos por mucho tiempo.



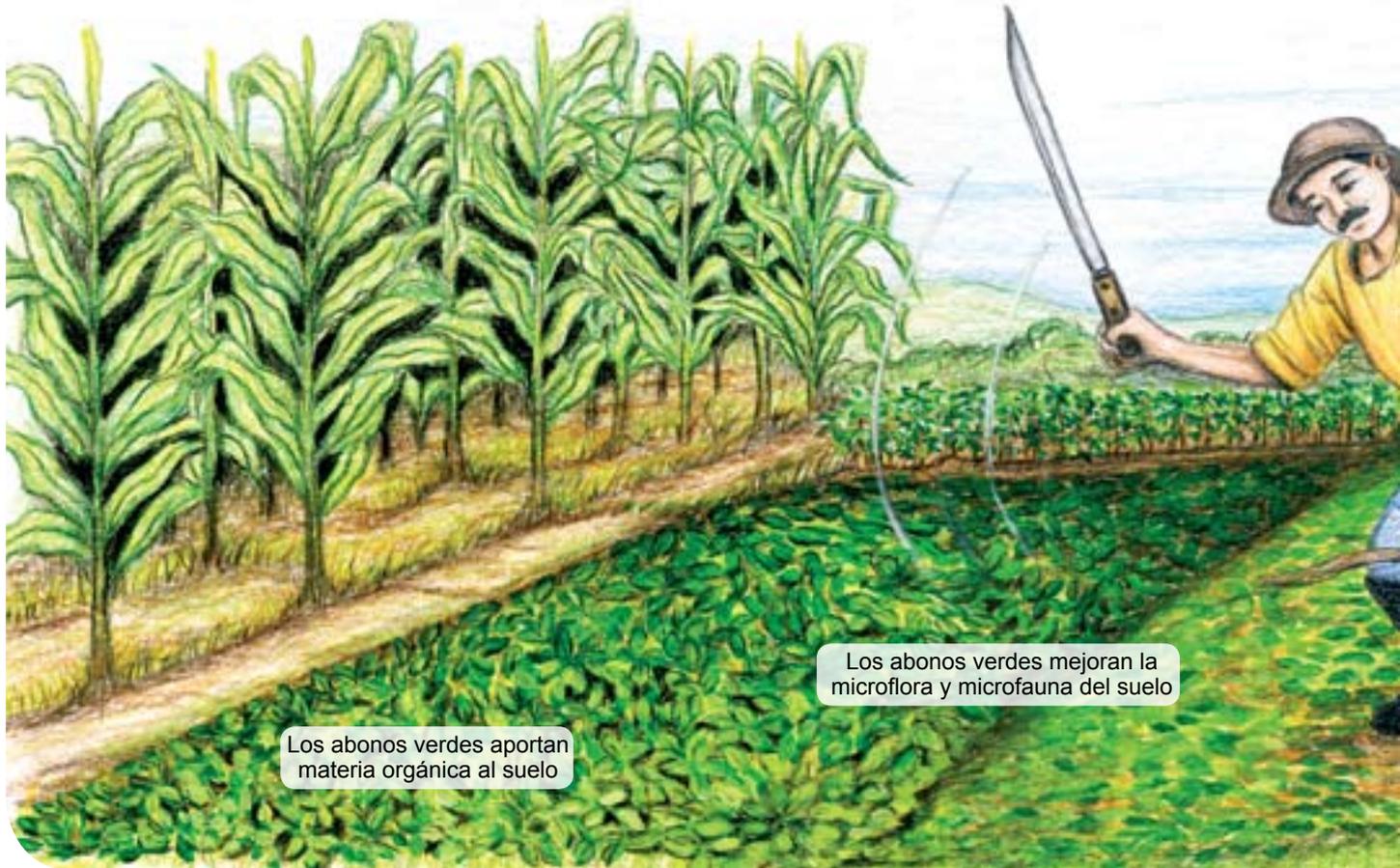
Follaje de poró usado como abono verde en pastos.



Gandul, especie usada como abono verde.

Las leguminosas son las plantas que se usan más comúnmente como abonos verdes, ya que acumulan nitrógeno que sus raíces toman del aire y luego, al ser cortadas y descomponerse, este nitrógeno queda disponible para otras plantas. Algunas de las más utilizadas son la mucuna o frijol terciopelo, la canavalia, el gandul, la crotalaria, la alfalfa y el caupí.

Los abonos verdes son una opción real y accesible para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos. Además, los abonos verdes son un complemento a otras técnicas de manejo sostenible y ambientalmente responsable del suelo, como el uso de abonos orgánicos (ver ficha 1 “Abonos orgánicos”) y de biofermentos (Ver ficha 3 “Biofermentos”). Ésta es una práctica compatible tanto con la agricultura orgánica como con la convencional.



Los abonos verdes aportan materia orgánica al suelo

Los abonos verdes mejoran la microflora y microfauna del suelo

Los abonos verdes son apropiados en terrenos dedicados a cultivos de ciclo corto, incluyendo cultivos anuales. Es importante recordar que, mientras el campo esté siendo ocupado por un abono verde, no pueden sembrarse otros cultivos, ya que el suelo necesita mantenerse en descanso. Antes de sembrar un abono verde, se debe considerar lo siguiente:

- ◆ Hay diferentes especies que funcionan como abonos verdes en diferentes climas y altitudes. Se recomienda identificar aquellas que se adapten mejor a las condiciones de la zona en la que uno se encuentra.
- ◆ Se recomienda seleccionar especies de ciclo corto, que no exijan demasiado tiempo para crecer.
- ◆ Mientras que un área de la finca puede dedicarse a los abonos verdes, otras pueden sembrarse con cultivos. Aquellos espacios que han estado produciendo en forma continua por mucho tiempo son fuertes candidatos a sembrarse con algún abono verde.
- ◆ Los abonos verdes no deben usarse como la única forma de manejo de suelos ni de nutrición del cultivo, ya que por sí mismos no logran proveer todos los nutrientes que los cultivos necesitan.
- ◆ Los restos del abono verde se dejan sobre la superficie del suelo, donde los organismos realizan el trabajo de descomposición.
- ◆ Se recomienda cortar el abono verde antes de la floración. Sin embargo el productor debe dejar suficiente semilla para el próximo ciclo.
- ◆ Si la finca es orgánica, es conveniente que la semilla para el abono verde sea también orgánica.



Se corta el abono verde y dispersa sobre el suelo



## Beneficios ambientales

- ❖ La descomposición de los abonos verdes por los microorganismos ayuda a formar y estabilizar los agregados del suelo, dando como resultado una buena estructura y mejor aireación, retención de humedad y labranza.
- ❖ Los abonos verdes funcionan como una goma que amarra el suelo y lo protege contra el desprendimiento de las partículas, contribuyendo a disminuir la escorrentía y la erosión.
- ❖ Se obtiene un efecto positivo en la microflora y microfauna del suelo.
- ❖ La presencia de materia orgánica ayuda a que los nutrientes se mantengan en el suelo y que estén disponibles para las plantas.
- ❖ Generalmente los abonos verdes no reciben fertilizaciones ni aplicaciones de pesticidas, por lo que no hay riesgos de contaminación ambiental.
- ❖ Con suelos más fértiles, disminuye la necesidad de fertilizantes sintéticos y la contaminación de fuentes de agua, ríos y quebradas.



Vainas de frijol terciopelo.



Frijol terciopelo (*Mucuna* sp.)



Maní forrajero (*Arachis pintoi*)



## Costos

Aunque la semilla suele tener un costo inicial, entre productores es común que la misma se comparta sin costo. Se requieren aproximadamente 20 kg de semilla de mucuna para una hectárea de terreno. A un precio de ¢1.000 el kg (costo estimado con colones de 2010), el costo inicial de la semilla para una hectárea bajo abono verde es de aproximadamente ¢20.000. El costo de la actividad de siembra es de aproximadamente ¢15.000 (2,5 jornales) por ha (distancia de siembra 1 x 1 m, sembrando de 3 a 4 semillas por hueco). En total, la semilla más la

fuerza de trabajo para una hectárea es de ¢35.000. Pueden producirse entre 1.000 y 1.500 kg de semilla en una hectárea de mucuna, por lo que el costo anterior es solo para el primer año. Para los años siguientes hay que restar el costo de semilla, dejando sólo el de la mano de obra.



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Las cosechas mejoran porque las plantas se nutren mejor.
- ❖ Las plantas leguminosas aportan nitrógeno, mejorando o manteniendo los rendimientos del siguiente ciclo del cultivo. Como ejemplo, la mucuna aporta al suelo hasta 150 kg/ha de nitrógeno por ciclo.
- ❖ El terreno “descansa” por un tiempo, recuperando así parte de su fertilidad y reduciendo su degradación.
- ❖ Se da un mejor aprovechamiento de los nutrientes, lo que permite reducir el uso de fertilizantes químicos, ahorrando así recursos económicos.
- ❖ El uso de abonos verdes entre ciclos de cultivo ayuda a cortar los ciclos de plagas y enfermedades. Especies como la crotalaria y mucuna reducen las poblaciones de nemátodos en el suelo.
- ❖ Los abonos verdes de crecimiento agresivo, como la mucuna, reducen el surgimiento de vegetación natural espontánea, así como la necesidad de chapear.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Biofermentos

Los biofermentos son abonos líquidos a base de estiércol y otros ingredientes naturales que aportan nutrientes a los cultivos. Un biofermento es el resultado de la fermentación de materia orgánica a partir de una intensa actividad microbiológica que la transforma en minerales, vitaminas, aminoácidos y ácidos orgánicos que las plantas pueden asimilar y pueden aplicarse a cultivos en cualquier parte del país. Ellos también aportan al agroecosistema microorganismos beneficiosos, contribuyendo así a restaurar su equilibrio microbiológico. También permiten reducir la dependencia del productor de abonos químicos altamente solubles.

Junto con el bocashi, el lombricompost y los biopesticidas (ver fichas 1 “Abonos orgánicos” y 6 “Biopesticidas”), los biofermentos son una opción al uso de agroquímicos.

Por su bajo costo y por la posibilidad de hacerlos en la propia finca, los biofermentos son una opción alternativa para reducir el uso de los insumos externos. En la agricultura orgánica, al no permitirse los fertilizantes sintéticos, representan una alternativa aún de mayor interés. Para su elaboración, no hay limitantes climatológicas importantes, por lo que pueden producirse tanto en climas cálidos como frescos.

### Recomendaciones generales

Antes de iniciar la elaboración de biofermentos es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- ◆ Los biofermentos pueden emplearse tanto en agricultura convencional como en orgánica. Sin embargo, si el productor es orgánico, debiera consultar con la agencia certi-



Elaboración de biofermento utilizando frutas.

ficadora antes de adoptar estos productos, para verificar que cada uno de los ingredientes utilizados cumple con la normativa correspondiente.

- ◆ Entre más frescos sean los ingredientes, especialmente el estiércol, mayor será la actividad microbiológica y mejor será el biofermento. Lo ideal es recoger el estiércol muy temprano por la mañana, cuando aún no sale el sol.
- ◆ Si el estiércol se expone en forma prolongada a la luz o a la lluvia antes de iniciar la elaboración del fertilizante, o si se agrega demasiada agua durante el proceso, su calidad será inferior.
- ◆ Se recomienda emplear estañones con tapa de rosca, previendo algún mecanismo que facilite la salida de gases. Una opción es colocar una manguera con un extremo dentro del estañón, sin tocar la mezcla y el otro extremo afuera, dentro de un envase o botella plástica con agua para evitar el ingreso de aire. Este sistema permite la sa-



Otros ingredientes que se pueden agregar al estiércol para elaborar el biofermento

Uso de estiércol para elaborar biofermento

lida de gases, al tiempo que obstaculiza el ingreso de aire.

- ◆ Si durante el proceso se perciben malos olores o se observan dentro del estañón moscas, larvas de moscas, hongos e insectos vivos, es casi seguro que ingresó aire al digestor.
- ◆ Es importante asegurar la inocuidad microbiológica del producto final (ver ficha 7 "Inocuidad de alimentos en fincas"). Un análisis periódico de laboratorio puede ayudar a detectar la presencia de coliformes fecales en el biofermento. De ser así, hay que revisar el equipo utilizado y corregir el procedimiento seguido donde amerite.

## Cómo elaborar biofermentos

Hay varias formas de elaborar biofermentos. Aquí se presenta una receta común de fácil elaboración. Se recomienda usar un estañón plástico de 200 litros. Se llena una tercera parte de estiércol

fresco de vacunos y dos terceras partes de agua. Se cierra. Una semana después se destapa, se remueve la nata sobrenadante, de 5 a 10 cm de espesor y se agrega lo siguiente, mezclando:

- ◆ 2 litros de melaza o un kilo de azúcar.
- ◆ 1 litro de leche.
- ◆ 2 kg de dolomita o cal.
- ◆ 5 o 6 kg de harina de carne y hueso como fuente de proteínas.
- ◆ 2 kg de ceniza.
- ◆ Adicionalmente pueden agregarse nutrientes que benefician el desarrollo de los cultivos, según sus necesidades. Por ejemplo micronutrientes como el sulfato de zinc (300 gr), sulfato de magnesio (300 gr), sulfato de manganeso (50 gr) y ácido bórico o bórico (50 gr), entre otros.

Se mezcla con un palo limpio. Luego el estañón debe cerrarse nuevamente. Se debe controlar la acidez, manteniéndola cerca del pH 7. A menor acidez, el color es más oscuro y la superficie líquida más brillante, lo que se corrige agregando

2 litros de leche o suero por estañón. Cuando la acidez es mayor, el color es verde azulado claro, el aroma ácido y aparecen hongos en la superficie, lo que se corrige agregando 2 Kg de cal o dolomita en polvo.

Puede saberse que el proceso de fermentación marcha bien cuando el color es verde intermedio (o algo marrón si hay muchas fibras), la superficie se cubre de una espuma verde, burbujea permanentemente y no hay olores desagradables. Al principio se percibe un suave olor a estiércol vacuno fresco que desaparecerá con el tiempo. Al final, después de un mes aproximadamente, el producto está listo. Para verificarlo, hay que asegurarse de que ya no hay más burbujeo en la botella con agua.

Los biofermentos se diluyen en agua y se aplican normalmente en forma foliar, a las hojas de los cultivos. También pueden aplicarse a suelos que tengan cobertura. No hay una fórmula estándar, ya que diferentes cultivos requieren de diferentes concentraciones de biofermentos. Para identificar la concentración más eficiente para un cultivo en particular, es conveniente realizar pruebas con diferentes concentraciones. Para ello, se diluye un litro de biofermento en una cantidad de litros de agua que va desde 9 (concentración 10%) a 24 (concentración 4%).



### **Beneficios ambientales**

- ❖ Se evita o disminuye la contaminación de suelos y aguas subterráneas, ríos y quebradas por los fertilizantes sintéticos.
- ❖ Se emplean residuos como estiércol que, de no disponerse adecuadamente, podrían contaminar el ambiente.
- ❖ Los biofermentos contribuyen con la conservación de biodiversidad, ya que los microorganismos beneficiosos que aportan ayudan a restablecer el equilibrio natural en el agroecosistema.



Productor elaborando biofermento.



### **Costos**

Los ingredientes para elaborar biofermentos son de bajo costo. Se necesita hacer una inversión inicial para adquirir el equipo, incluyendo un estañón plástico y la manguera, con costo estimado de ¢12.000.



Estiércol fresco como materia prima para biofermentos.



Elaboración de biofermento de estiércol.



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Disminuye la dependencia de fertilizantes sintéticos.
- ❖ Los biofermentos pueden emplearse tanto en agricultura convencional como orgánica.
- ❖ Al reemplazar fertilizantes sintéticos por biofermentos, hay un ahorro en los costos.
- ❖ La productividad de los cultivos puede mantenerse o incrementarse.
- ❖ Los biofermentos son un complemento de los abonos orgánicos y de los biopesticidas y junto con aquellos ayudan a dar un buen uso a recursos disponibles en la finca.
- ❖ Por el bajo costo de sus materiales, son una opción para mejorar la rentabilidad de la finca.
- ❖ Los biofermentos pueden elaborarse tanto a nivel de finca individual como de grupos de productores organizados, permitiendo un beneficio colectivo.

Para el procedimiento de elaboración no hay un único costo ya que no existe una sola receta. Por el contrario, probablemente existen cientos de ellas y el productor puede experimentar por su cuenta hasta descubrir las fórmulas que le resulten más apropiadas. A continuación se presenta el costo estimado para la receta presentada en esta ficha:

Ingredientes/Equipo	Costo <sup>1</sup>
2 litro de melaza o 1 kg de azúcar	¢200 o ¢550 respectivamente
1 litro de leche	¢300
2 kg de cal	¢150
5 a 6 kg de harina de carne y hueso	¢1,110
2 kg de ceniza	N/A
Minerales	¢1,000
<b>Subtotal ingredientes</b>	<b>¢3.110</b>
<b>Inversión inicial</b>	
Estañón plástico (no coloreado)	¢10,000
Manguera y anillo	¢1,000
Envase plástico	---
Ensamble para manguera	¢1,000
<b>Subtotal inversión inicial</b>	<b>¢12,000</b>

1. Costos estimados en colones del 2010.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Manejo integrado de cultivos

El manejo integrado de cultivos es un sistema basado en principios y conocimientos de ecología, del clima, de la planta, del suelo y de las plagas, para seleccionar y usar de manera compatible las estrategias de control de plagas, enfermedades y plantas de crecimiento espontáneo, así como el manejo de la fertilidad y la conservación del suelo, asegurando resultados favorables en lo económico, ecológico y social.

El manejo integrado de cultivos anima a ver a la planta como un elemento que no está aislado, sino más bien integrado con su medio. Cualquier variedad agrícola interactúa con distintos elementos del entorno como el suelo, el clima, otras plantas, insectos y microorganismos. El productor puede manejar sus cultivos observando cómo funcionan esas relaciones y aprovechando ese conocimiento en sus prácticas agrícolas. Uno de los principales objetivos del Manejo Integrado de Cultivos es la gestión adecuada de plagas y enfermedades, de tres formas esenciales:

- ◆ **Prevención:** Es el conjunto de medidas preventivas orientadas a mantener bajas las poblaciones de plagas y enfermedades.
- ◆ **Observación:** Se refiere al monitoreo del cultivo por medio de la observación constante, para establecer el nivel de población de las plagas.
- ◆ **Intervención:** En caso de que a través de la observación se detecte que las medidas preventivas fueron insuficientes, se procede a aplicar medidas de intervención para reducir las plagas a niveles que no afecten económicamente a la producción.

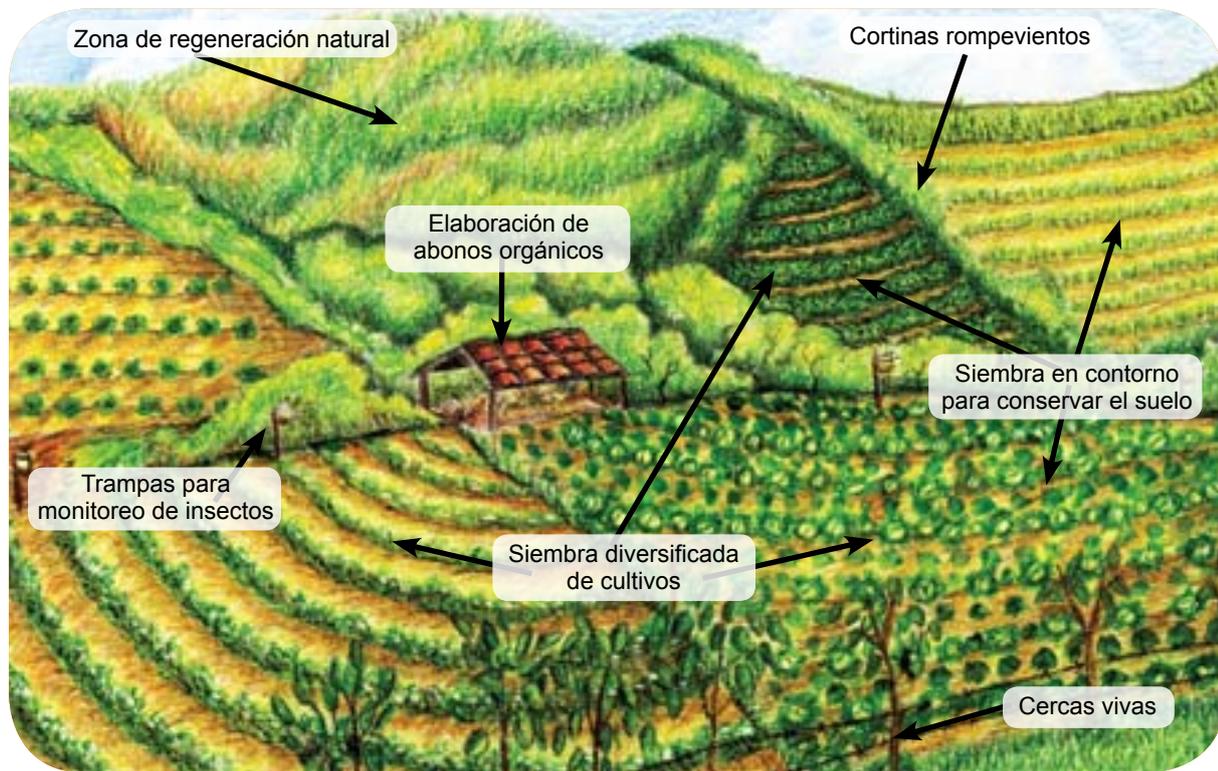
Estos tres tipos de medidas se detallan en las secciones siguientes.

### Medidas preventivas

- ◆ Antes de sembrar, el productor debe planificar su actividad e identificar los recursos necesi-



Siembra en contorno, diversificación y adecuado control de vegetación espontánea son algunas de las medidas en el manejo integrado de cultivos.



rios para manejar su cultivo. Estas preguntas pueden ser útiles: ¿A quién va a vender su producto?, ¿Cuánto se necesita vender?, ¿Cuánto debe sembrarse?, ¿Cuál es el mejor sitio para sembrar este año?, ¿Qué problemas podrían tenerse y cómo se van a resolver?, ¿Cuánto va a costar resolverlos y cómo se van a obtener los recursos?

- ◆ El suelo es fundamental en el manejo integrado de cultivos ya que, para obtener una cosecha sana, debe contarse con un suelo sano. Los aportes de materia orgánica contribuyen a mejorar la fertilidad del suelo, asegurando nutrientes para los cultivos (ver fichas 1 “Abonos orgánicos”, 2 “Abonos verdes”, 25 “Cobertura de suelos”, 26 “Control de la erosión” y 28 “Labranza conservacionista”).
- ◆ Para una cosecha sana, debe emplearse semilla de buena calidad. Con malas semillas, el productor expone su cultivo a plagas y enfermedades y gastará más en insumos.
- ◆ La finca puede diversificarse conservando áreas de bosque, estableciendo cercas vivas y cortinas rompevientos y sembrando, de ser posible, varios cultivos a la vez. Así se atraen y albergan a más depredadores naturales de las plagas y a más seres vivos en general.

◆ Rotación de cultivos – Policultivo - Abonos verdes:

- Debe evitarse la siembra continua de cultivos de la misma familia, para reducir la permanencia de plagas comunes entre ellos. Por ejemplo, no se debe sembrar chile dulce después de tomate o tiquizque después de ñampi. Así se logrará cortar el ciclo de las plagas, pues el siguiente cultivo no servirá como hospedero.
- Se recomienda sembrar más de un cultivo a la vez, ya sea en lotes diferentes o intercalados. Así disminuye el riesgo de plagas y enfermedades, mientras se protege el bolsillo de los altibajos del mercado.
- El uso de abonos verdes, como leguminosas, permite enriquecer el suelo (ver ficha 2 “Abonos verdes”).
- Cuando sea posible, puede dejarse parte del terreno en tacotal por unos meses o más, como una práctica en cultivos anuales que permita restablecer la vida y las buenas condiciones del suelo.

## Observación y monitoreo

- ◆ La observación constante del comportamiento del cultivo es una parte muy importante en el manejo integrado de cultivos. Como requisito para hacer un manejo integrado, el productor debe adquirir el hábito de escribir notas de sus actividades para el control de plagas, así como de sus observaciones periódicas acerca de insectos o enfermedades. Esta información es útil para identificar y resolver problemas.
- ◆ Monitoreo con umbrales y trampas:
  - El umbral económico es un dato que indica en qué nivel de población de una plaga es necesario realizar una aplicación de plaguicida. Por debajo de esa población, no es económico hacerlo; por encima, ya pudo haber causado daños importantes. En la papa, por ejemplo, estos umbrales son útiles para combatir polillas. Es sumamente importante tener conocimiento de estos umbrales para cada plaga, evitando aplicaciones basadas en avistamientos de un solo insecto en el campo. Las poblaciones de plagas se miden con trampas que se colocan en el campo.
  - Las trampas con feromonas ayudan a atraer, capturar, identificar y controlar plagas asociadas a cultivos y determinar si ya su población llegó al umbral económico. Estas trampas se emplean, por ejem-



Uso de trampas en cultivo de repollo.



## Beneficios ambientales

- ❖ Se reduce la contaminación de suelos y aguas al bajar la aplicación intensa y con pocos controles de fertilizantes y plaguicidas sintéticos.
- ❖ Se reduce la erosión y degradación del suelo.
- ❖ La conservación de la biodiversidad y las interacciones entre las especies se benefician al haber menos agroquímicos en el entorno.
- ❖ La diversificación de la finca con áreas de bosque, cercas vivas y cortinas rompevientos contribuye a la fijación de carbono.

plo, con *Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella*, o polillas de la papa. Así, las aplicaciones de plaguicidas pueden reducirse hasta en un 50%.

- Las trampas pegajosas se usan para atrapar moscas y disminuir su presencia en el ambiente. En la papa se usan para atrapar la mosca *Liriomiza huidobrensis*.

## Control e intervención

- ◆ En caso de que las medidas preventivas sean insuficientes y se encontró que el nivel de población sobrepasó el umbral, puede recurrirse como complemento a plaguicidas naturales o en su defecto sintéticos, siguiendo las instrucciones de la etiqueta al pie de la letra. Sólo deben emplearse aquellos autorizados para el cultivo y en las dosis y frecuencias recomendadas.
- ◆ Puede consultarse la ficha 7 “Inocuidad de alimentos” sobre formas recomendadas y los cuidados al aplicar la “intervención”.
- ◆ El control biológico es una forma de intervención amigable con el ambiente. Esta opción se basa en el conocimiento tanto de la plaga como de organismos que la controlan:
  - Se basa no sólo en la compra de controladores biológicos, sino también en iden-

tificar, conocer y aprovechar los controladores naturales en la propia finca, generando condiciones para su desarrollo.

- El productor puede beneficiarse mucho del control biológico, ya que la plaga no se vuelve resistente al depredador, no hay contaminación y el control es más duradero.
- Existe un conjunto de microorganismos benéficos como hongos y bacterias, que ayudan a controlar plagas y enfermedades de cultivos producidas por otros hongos y bacterias, así como por insectos (ver ficha técnica 5 “Microorganismos benéficos”).
- También hay insectos que funcionan muy bien en control biológico. El barrenador del tallo de la caña de azúcar, por ejemplo, puede combatirse con ayuda de la avispa parasitoide *Trichogramma pretiosum*. Los trips (*Thrips palmi*) se controlan con insectos depredadores como el chinche *Orius insidiosus*, el ácaro *Amblyseius swirskii*, la mariquita *Cryptolaemus montrouzieri* y la crisopa o león de los áfidos *Chrysoperla carnea*.



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Aprovechar a los depredadores naturales equivale a un control de plagas de bajo costo y además se ahorra dinero al aplicar menos plaguicidas sintéticos.
- ❖ Las personas que trabajan en la finca, los miembros de la familia y la comunidad en general están menos expuestos a plaguicidas tóxicos.
- ❖ Se reducen los costos de producción, ya que los plaguicidas se aplican sólo cuando es necesario.
- ❖ Es más barato evitar la pérdida de suelo que invertir en su recuperación.
- ❖ Al diversificar la finca, no se depende de un solo producto, con lo que el productor se expone menos a los cambios en los precios de un cultivo en particular.
- ❖ Los productos que salen de la finca serán más sanos, protegiendo así al consumidor.



## Costos

La diversidad de acciones que podrían implementarse bajo el concepto de “manejo integrado de

cultivos” es muy amplia, lo que impide hablar de un costo específico. A manera de ejemplo, la inversión para instalar y mantener trampas en una hectárea de papa durante seis meses se desglosa como sigue:

Material-Práctica	Detalle	Costo/hectárea <sup>1</sup>
Feromonas	32 unidades a un dólar por unidad	¢20.000
Galones plásticos	32 galones a 300 colones cada uno	¢9.600
Instalación y mantenimiento	Un jornal por semana	¢144.000
Detergente	Una bolsa semanal	¢10.000
<b>Costo total</b>		<b>¢183.600</b>

1. Costos estimados en colones del 2010.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Microorganismos benéficos

La técnica de microorganismos benéficos se refiere al uso de organismos vivos microscópicos para controlar las plagas y enfermedades de los cultivos. Abarcan a controladores biológicos como hongos y bacterias que combaten otros hongos y bacterias, así como a insectos. También incluyen a los biofertilizantes, que son microorganismos que actúan en la nutrición de la planta.

Los microorganismos benéficos son una alternativa sana y limpia para combatir plagas y enfermedades en las plantas. Por el conocimiento especializado y el alto costo de la inversión requeridos para su elaboración, lo recomendable es comprarlos en la forma de productos ya terminados, en centros especializados.

Si el productor desea instalar su propio laboratorio para reproducir microorganismos benéficos, necesitará dinero, estudio, tiempo y dedicación. También debiera hacer un estudio económico para conocer sus posibilidades reales de éxito.

### Recomendaciones generales

- ◆ Si se está iniciando en el uso de estos productos, es conveniente consultar con otras personas con experiencia para conocer los resultados que han obtenido.
- ◆ Se necesita equipo de refrigeración, ya que la mayoría de estos microorganismos debe permanecer a bajas temperaturas para preservar sus propiedades.
- ◆ Pueden emplearse junto con otros métodos naturales y de bajo impacto de control de



Acción de *Beauveria bassiana* sobre insecto. Foto cortesía de Miguel Obregón.

plagas (ver fichas 4 “Manejo integrado de cultivos”, 6 “Biopesticidas” y 7 “Inocuidad de alimentos en fincas”).

- ◆ Cuando se va a iniciar con el uso de microorganismos benéficos en la finca, lo recomendable es experimentar primero para saber cómo funcionan.
- ◆ No hay restricciones de clima o altitud para su uso exitoso, aunque pueden ser más efectivos cuando hay humedad en el suelo.
- ◆ Como regla general, se recomienda no aplicar los productos cuando esté lloviendo.
- ◆ Ya sea para agricultura orgánica o convencional, los microorganismos benéficos son una opción viable, siempre y cuando se tenga el cuidado correspondiente. Por ejemplo, si el microorganismo benéfico que se está aplicando es un hongo, no debiera usarse junto con fungicidas.



Larva de insecto atacada por *Metarrhizium*.  
Foto cortesía de Miguel Obregón.

## Controladores biológicos

Los controladores biológicos son microorganismos que combaten otros organismos dañinos para el cultivo, pueden obtenerse en presentación líquida o sólida:

***Beauveria bassiana***: Es un hongo enemigo natural de insectos como abejones, moscas, mariposas y orugas de mariposas. El hongo invade el cuerpo hasta matarlo. Da buenos resultados en arroz y en pasto trasvala para controlar plagas como sagota, minador de la hoja y gusano cogollero. La mezcla de *Beauveria bassiana* y *Beauveria brigiartii* es muy útil para controlar la cochinilla gigante del helecho.

***Lecanicillium spp***: Es un hongo que combate insectos y nemátodos. Además, compite por espacio o nutrientes con otros hongos dañinos, hasta desplazarlos. Se usa en contra de insectos como mosca blanca, trips, cochinilla y áfidos, así como para combatir hongos como roya y mildiú polvoso.

***Metarrhizium anisopliae***: Se usa este hongo para controlar insectos como termitas, abejones, prosapia, trips, jobotos y cochinillas. También es útil con otras plagas que no

son insectos como babosas, caracoles, ácaros y garrapatas. Es muy útil para combatir insectos que han desarrollado resistencia a insecticidas de uso común.

***Paecilomyces fumosoroseus***: Este hongo es útil para combatir avispas, moscas, polillas, larvas de mariposas y áfidos.

***Paecilomyces lilacinus***: Puede controlar huevos y larvas de nemátodos e insectos como mosca blanca y chinches.

***Trichoderma spp***: Este hongo es uno de los controladores biológicos más conocidos. Es parásito de otros hongos y compite con ellos por espacio. Se usa para combatir *Rhizoctonia*, *Mucor*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Botrytis* y *Colletotrichum*. Es enemigo natural de nemátodos y promotor del crecimiento de las raíces de cultivos. Aplicado en arroz o pasto trasvala, este hongo ayuda a combatir la Pyricularia, la pudrición de la vaina, el escaldado de la hoja, el *Helminthosporium* y la mancha lineal.

***Bacillus subtilis***: Es una bacteria enemiga natural de hongos como *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizo-*



## Beneficios ambientales

- ❖ Son más seguros para el medio ambiente y los seres humanos que los pesticidas convencionales.
- ❖ Se evita la contaminación de suelos y de aguas subterráneas, ríos y quebradas por los pesticidas sintéticos.
- ❖ Los microorganismos benéficos ayudan a controlar a plagas específicas, en vez de afectar indiscriminadamente a diferentes organismos que no son plaga.



El uso de microorganismos benéficos es más amigable con el ambiente y la salud

El uso de plaguicidas afecta el ambiente y los microorganismos benéficos

*pus, Mucor, Oidium, Botrytis, Colletotrichum*, de bacterias como *Erwinia, Pseudomonas* y *Xanthomonas* y de nemátodos. También puede emplearse para mejorar la absorción de los nutrientes desde las raíces. Puede utilizarse también el *Bacillus thuringiensis* o BT, que se distribuye ampliamente bajo algunas marcas comerciales.

**Streptomyces:** Es un microorganismo antagonista y promotor del crecimiento. Es enemigo natural de bacterias como *Erwinia, Pseudomonas, Xanthomonas* y *Ralstonia*. También puede controlar nemátodos.

## Uso de los controladores biológicos

A la hora de emplear cualquier controlador biológico, deben seguirse las indicaciones específicas de cada uno. Lo ideal es usar el producto de inmediato. Si no es posible, la mayoría de estos productos

requieren almacenarse en frío. No deben guardarse por mucho tiempo dado que pueden perder su efectividad. Como ejemplo, se describe el uso de *Trichoderma*, ya que tiene similitudes con el uso de otros microorganismos:

- ◆ Hay que aplicarlo tan pronto como se adquiere. De no ser posible, debe refrigerarse a temperaturas entre 1° y 10° C. Puede conservarse por cuatro meses.
- ◆ Los fungicidas convencionales afectan al *Trichoderma*, por lo que es preferible evitar su uso o aplicarlos con varios días de anticipación, pero no simultáneamente.
- ◆ Se aplica por primera vez de 6 kg/ha (dosis inundativa). En las siguientes aplicaciones (dosis inoculativa) se utiliza de 1 a 3 kg/ha. Para enfermedades de follaje, se aplica cada dos a cuatro semanas, para enfermedades de raíz, se aplica semanal o quincenalmente.
- ◆ En sitios donde hay infección, se aplica el producto granulado y posteriormente se irriga.



Mantenimiento de *Trichoderma* en arroz.

## Biofertilizantes

Cumplen una función de nutrición del cultivo. A este grupo pertenecen microorganismos que aportan nitrógeno o fósforo a la planta. Al igual que los controladores biológicos, la elaboración de este tipo de organismos para su uso en agricultura requiere de especialización. Pueden adquirirse en lugares dedicados a su producción.

- ◆ **Bacterias fijadoras de nitrógeno:** La más conocida es el género *Rhizobium*, que fija nitrógeno atmosférico y lo deposita en las raíces de plantas leguminosas como el frijol.
- ◆ **Micorrizas:** Son hongos que aportan fósforo a la raíz.



## Costos

Si se es un pequeño o mediano productor, lo mejor es adquirir los productos terminados en los laboratorios y empresas especializadas. Los hongos



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Con el uso de microorganismos en los cultivos, las plagas no generan resistencia como sucede cuando utiliza agroquímicos.
- ❖ Al reemplazar agroquímicos sintéticos por microorganismos benéficos, el productor ahorra en sus costos de producción.
- ❖ Al tratarse de microorganismos vivos, pueden regenerarse en el suelo y mantener allí una reserva viva.
- ❖ Además de su uso en agricultura orgánica, con cuidados adicionales también pueden emplearse en agricultura convencional.

enemigos naturales de insectos pueden costar entre ¢5.000 y ¢6.000 el litro o el kg, según el tipo de producto (costos en colones de 2010). El costo por ha de la dosis inundativa de 6 kg es de ¢30.000 a ¢35.000. Para aplicaciones siguientes, el producto cuesta aproximadamente la mitad. La frecuencia y cantidad de producto dependerá de la evolución de la plaga en el cultivo y de la posibilidad económica del productor.

Si se desea instalar un laboratorio para la producción de controladores biológicos, se necesita aproximadamente de ¢5.000.000 en equipo e instalaciones. Además, hay que capacitarse previamente o tener el apoyo de una persona con experiencia en el tema.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Biopesticidas

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. Hoy día, el uso de biopesticidas está en aumento. Incluyen extractos de plantas y microorganismos como hongos y bacterias (Ver ficha “Microorganismos benéficos”), así como insectos benéficos. Esta ficha se enfocará en los biopesticidas de origen vegetal, utilizados principalmente en forma de extractos de plantas.

Los biopesticidas son una opción natural y accesible para el combate de plagas, que contribuyen a disminuir el uso de insumos externos. A pesar de que hay biopesticidas en el mercado bajo alguna marca comercial (por ejemplo, existen productos a base de neem y de hombre grande, o *Quassia amara*), en la gran mayoría de los casos los biopesticidas pueden elaborarse a nivel local, directamente de las plantas, lo que permite al productor el aprovechamiento de sus propios recursos y la disminución en el uso de insumos externos.

### Aspectos generales

A la hora de elegir, probar y usar biopesticidas es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

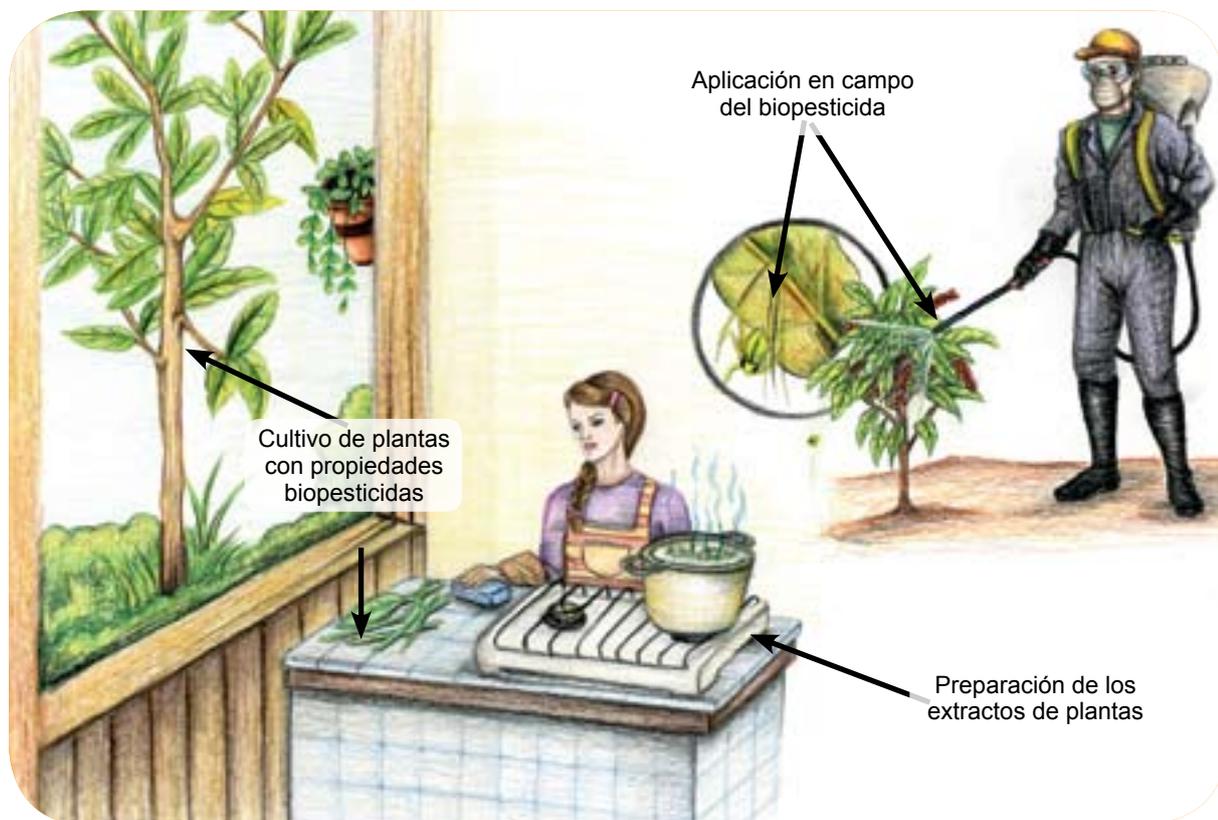
- ◆ Los biopesticidas son un complemento en el manejo de plagas. En primer lugar, debe recurrirse a medidas preventivas. Para ello, se recomienda revisar las fichas técnicas 2



Árbol de neem, conocido y utilizado por sus propiedades biopesticidas.

“Abonos orgánicos” y 4 “Manejo integrado de cultivos”.

- ◆ Los biopesticidas pueden usarse tanto en monocultivos como en fincas diversificadas y pueden aplicarse en cualquier clima y altitud.
- ◆ En su mayoría, los biopesticidas afectan solo a plagas específicas (aunque algunos también son de amplio espectro).
- ◆ Cuando se va a iniciar con el uso de biopesticidas en la finca, el productor debe experimentar primero para saber cómo funcionan en su caso particular. Una mayor comprensión de las propiedades y efectos de los biopesticidas empleados ayuda a evitar su uso continuo y sin control.
- ◆ 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. En general y



como medida preventiva, para aplicar estos productos es necesario emplear equipo de protección personal.

- ◆ 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.

## Plantas útiles para elaborar biopesticidas

Algunas de las muchas plantas conocidas por sus propiedades biopesticidas son:

**NEEM:** Tiene propiedades insecticidas y es la base de varios pesticidas comerciales. Se usa contra áfidos, nemátodos, gusanos de la mazorca, comedores de follaje, barrenadores y mosca del mediterráneo. Su ingrediente activo se halla en las semillas y, en menor medida, en la corteza, hojas y frutos.



## Beneficios ambientales

- ❖ En general, los biopesticidas suelen ser más seguros para el medio ambiente y los seres humanos que los pesticidas convencionales.
- ❖ Se evita la contaminación de suelos y aguas subterráneas, ríos y quebradas por los pesticidas sintéticos.
- ❖ A diferencia de los plaguicidas sintéticos, que afectan indiscriminadamente a diferentes organismos 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.

**HOMBRE GRANDE (Quassia):** Es insecticida y nematocida y su principio activo está principalmente en su madera.

**TORONJA:** Su semilla tiene propiedades insecticidas y se usa como desinfectante en lavado comercial de frutas. Hay productos comerciales a base del extracto de semillas de toronja.

**MADERO NEGRO O MADRECACAO:** Se conoce por sus propiedades insecticidas. Su semilla ha dado buenos resultados en el control del picudo del chile.

**CÚRCUMA:** Es originaria de India. Aparte de emplearse como condimento, se usa para la protec-

ción de cultivos. Es insecticida y repelente contra gorgojos, orugas y gusanos, por lo que tiene gran valor en el almacenamiento de granos. El insecticida se obtiene al pulverizar los rizomas.

**COLA DE CABALLO:** Tiene propiedades fungicidas y se usa para el control del tizón temprano y tardío y del mildiú.

**PLANTAS REPELENTES:** Existen muchas plantas con propiedades repelentes como la ortiga, la cebolla, el ajo, el chile picante y otras.

A nivel comercial existen algunos biopesticidas a base de extractos de éstas y otras plantas. Antes de decidirse por su compra, el productor podría

**Cuadro 1. Algunas recetas para elaborar biopesticidas**

Producto	Ingredientes	Preparación	Uso y Forma de Uso
Rrepelente a base de chile y ajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ ¼ kg de chile picante seco.</li> <li>▲ 4 cabezas de ajo.</li> <li>▲ 1 cebolla grande picada.</li> <li>▲ Asiento de jabón dejado por una noche.</li> </ul> <p>Costo de los ingredientes: aproximadamente ¢950.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ Se prepara de un día para otro.</li> <li>▲ En una cubeta se pone agua con una barra de jabón. Se deja hasta el día siguiente.</li> <li>▲ Al otro día se saca la barra de jabón y en el agua se mezclan los ingredientes finamente picados.</li> <li>▲ Se filtra y está listo para usarse.</li> </ul>	<p>Repelente de insectos en general. Ayuda a controlar plagas como mosca blanca. Este repelente no mata ni elimina por completo las plagas, sino que ayuda a mantenerlas en niveles bajos.</p> <p>Se aplica entre ½ y 1 litro de repelente por cada 15 litros de agua.</p>
Extracto de Hombre Grande o Quassia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ 150 gr de pedacitos de madera de hombre grande.</li> <li>▲ 10 litros de agua.</li> <li>▲ 250 gr de jabón.</li> </ul> <p>Costo aproximado de ingredientes: ¢750.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ Se hierven 150 gr de virutas de madera de hombre grande en 10 litros de agua.</li> <li>▲ Se le agregan 250 gr de jabón.</li> <li>▲ Una vez preparado, se enfría, se filtra y se puede usar.</li> </ul>	<p>Contra áfidos y nemátodos.</p>
Extracto de cola de caballo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ 1 kg de cola de caballo fresca (o 150 gr en polvo)</li> <li>▲ 10 litros de agua.</li> </ul> <p>Costo aproximado de los ingredientes: ¢1.000 si deben comprarse las plantas de cola de caballo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ En 10 litros de agua se hierve la cola de caballo por 20-30 minutos.</li> <li>▲ Se deja reposar y enfriar.</li> <li>▲ Se filtra y se procede a su uso.</li> </ul>	<p>Fungicida.</p> <p>Al aparecer los primeros síntomas de ataques de hongos, se aplica un litro de extracto por cada 5 litros de agua.</p>



Chile picante usado como biopesticida.

explorar las posibilidades con las que cuenta en su zona o en su finca para hacer sus propios productos. Por ejemplo, si se cuenta con árboles de neem, podría hacer extractos.

## Elaboración de biopesticidas

Hay 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 Cuadro 1 se presentan estas recetas sólo como referencia, ya que cada finca tiene características particulares, por lo que es importante experimentar antes de decidirse a implementar una nueva técnica en toda la finca.



### Costos

El principal costo es el tiempo de elaboración, aplicación y experimentación, siempre y cuando se tengan las plantas necesarias para su uso. Los precios de algunos ingredientes que podrían requerirse de comprar son (estimación en colones de 2010):



### Beneficios socioeconómicos

- ❖ Los biopesticidas reducen la necesidad de insumos externos, normalmente más caros.
- ❖ Es una oportunidad para recuperar el conocimiento sobre las propiedades pesticidas de plantas locales, que se retrasó con el auge de productos sintéticos.
- ❖ Algunas de las plantas de las que provienen los biopesticidas poseen también otros usos 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.
- ❖ Los insecticidas botánicos desarrollan resistencia en las plagas más lentamente que los insecticidas sintéticos.
- ❖ Se genera trabajo para personas de la familia o de la comunidad por medio de las actividades de producción, experimentación y aplicación de los productos.

- ◆ Una botella de aceite comestible costo aproximado ₡1.000.
- ◆ Una cabeza de ajos: ₡100.
- ◆ Una cebolla: ₡125.
- ◆ Plantas con propiedades insecticidas y plaguicidas: Pueden sembrarse en la propia finca o pueden comprarse para usarlas de una vez. Generalmente su costo es bajo.



### Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

# Inocuidad de alimentos en fincas

Se habla de que un alimento es inocuo si no causa daño a quien lo consume. Para que se considere como inocuo, un alimento no debe contener residuos de plaguicidas más allá de los niveles permitidos, lo que se conoce como inocuidad química. Tampoco debe presentar agentes microbiológicos capaces de producir enfermedades, lo que se conoce como inocuidad microbiológica. El concepto de inocuidad aplica a productos derivados tanto de agricultura convencional como orgánica. Sin embargo, la inocuidad química es de especial interés en productos derivados del sistema convencional. Hoy día, autoridades sanitarias y empresas comerciales como las cadenas de detallistas, ponen mayor atención a la calidad e inocuidad de los alimentos, para que los mismos sean seguros para los consumidores.

Desde la finca, el productor puede implementar una serie de prácticas con el objetivo de lograr alimentos limpios o inocuos. Éstas no dependen de condiciones como clima o altitud aunque, como se verá más adelante, algunos aspectos cobran más importancia dependiendo del contexto.



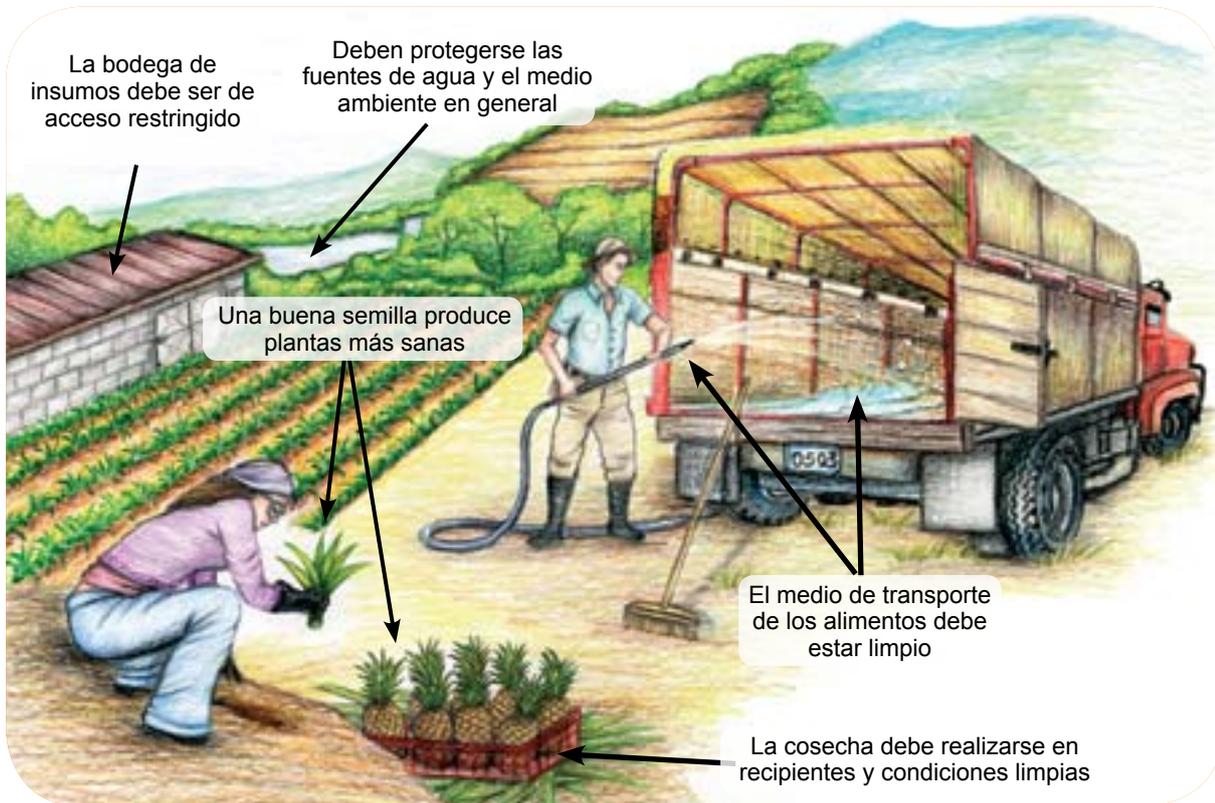
En alimentos de consumo fresco, la inocuidad es sumamente importante.

## Prácticas para evitar residuos de pesticidas en los alimentos

- ◆ Usar semilla de buena calidad y adaptada a la zona para que el cultivo sea más saludable y requiera menos agroquímicos.
- ◆ Aplicar la prevención antes de valorar el uso de agroquímicos (ver ficha 4 “Manejo integrado de cultivos”).
- ◆ Cuidar el mantenimiento y la mejora de la fertilidad de los suelos para que los cultivos se nutran mejor y sean más sanos (Ver fichas 1 “Abonos orgánicos”, 2 “Abonos verdes”, 3 “Fertilización con biofermentos”, 25 “Cobertura de suelos” y 28 “Labranza conservacionista”).
- ◆ Para controlar plagas, deben usarse primero métodos preventivos, naturales y de bajo impacto (ver fichas 4 “Manejo integrado de



Rótulo con medidas para lograr la inocuidad.



cultivos”, 5 “Microorganismos benéficos” y 6 “Biopesticidas”). En caso de requerirse el uso de un pesticida, seguir las siguientes recomendaciones:

- Para identificar cuál es el mejor momento para aplicar algún plaguicida, debe llevarse un control escrito de la presencia de plagas, en vez de aplicar el producto periódicamente de forma calendarizada.
- Toda persona que manipule, almacene o aplique plaguicidas naturales o sintéticos debe recibir capacitación para su manejo adecuado y seguro, para proteger la salud del consumidor y también del trabajador.
- Deben usarse solamente aquellos plaguicidas de marca comercial que estén oficialmente registrados para el cultivo correspondiente.
- Los plaguicidas deben usarse tal y como se explica en la etiqueta. Las dosis deben aplicarse según instrucciones.
- Es mejor usar plaguicidas con la menor toxicidad posible, evitando aquellos de etiqueta roja y amarilla.



Todo cultivo debe ser cosechado en condiciones higiénicas.

- Para evitar que las plagas se vuelvan resistentes a los plaguicidas, se deben alternar productos de diferentes tipos y familias, en vez de emplear repetidamente el mismo.
- El equipo de aplicación debe estar en buenas condiciones y adecuadamente calibrado.
- Es necesario respetar los períodos de no aplicación. Cada etiqueta menciona cuántos días antes de la cosecha debe suspenderse la aplicación de un producto determinado para reducir la posibilidad de residuos de agroquímicos en el alimento.

## Prácticas para asegurar la inocuidad microbiológica

- ◆ Los trabajadores deben poner en práctica estas medidas: lavarse las manos luego de ir al baño, usar ropa limpia, y, en caso de alguna herida, no contaminar el producto con sangre.
- ◆ La cosecha se hace en cajas o envases limpios y éstos deben lavarse periódicamente. Las cajas no deben colocarse directamente sobre el suelo y deben llevarse al campo el mismo día de la cosecha, no antes.
- ◆ El producto debe trasladarse en vehículos limpios, que no se empleen también en el transporte de animales, insumos tóxicos o cualquier otra sustancia que pueda contaminar el producto, como por ejemplo combustible.
- ◆ Cuando se usan abonos orgánicos que incluyen estiércol como ingrediente, hay que asegurarse de que el producto no esté contaminado con microorganismos que puedan dañar la salud.
- ◆ Hay que asegurarse de que el agua empleada para lavar el producto cosechado no sea una fuente de contaminación microbiológica o química.



### Beneficios ambientales

Al aplicar prácticas para obtener productos inocuos se contribuye a:

- ❖ Disminuir la degradación ambiental al evitarse el uso no controlado de plaguicidas, empleando aquellos menos tóxicos y sólo en las cantidades necesarias.
- ❖ Evitar la contaminación por agroquímicos de las aguas subterráneas, ríos y quebradas, manteniendo así su calidad.
- ❖ Proteger los pasos de agua al evitar la siembra de cultivos en las orillas.



La inocuidad de un alimento protege la salud del consumidor.

- ◆ En caso que un trabajador contraiga diarrea o gripe, deben tomarse medidas para que no contagie a otros trabajadores y para que no entre en contacto con el producto final y lo contamine.

## Prácticas para proteger a los trabajadores y al ambiente

Las prácticas agrícolas orientadas a la inocuidad también buscan que el manejo de la finca no genere daños a los trabajadores y al medio ambiente:

- ◆ Los plaguicidas son productos peligrosos que deben mantenerse en un lugar seguro, bajo llave, en sus envases originales y alejados de alimentos y de utensilios.
- ◆ Todo trabajador que realice una labor específica –cosecha, manejo de plaguicidas, manejo de maquinaria– debe haber sido debidamente capacitado.
- ◆ Cuando se requiera usar plaguicidas, deben seleccionarse los menos tóxicos y considerar el uso de biopesticidas (Ver Ficha 6 “Biopesticidas”).
- ◆ Debe usarse equipo de protección adecuado según lo requiera la etiqueta, como guantes, mascarilla, traje de protección, botas, gafas y sombrero.
- ◆ Se debe contar en la finca con al menos un botiquín con los componentes básicos y con una persona formada en primeros auxilios.
- ◆ Las mezclas de pesticidas deben prepararse de forma exacta para que no haya sobrante de producto; de haberlo, puede usar-

se en lugares designados, como zonas de barbecho o partes no aplicadas del cultivo.

- ◆ Los envases vacíos nunca deben dejarse tirados en el campo ni emplearse para otros fines, es mejor retornarlos al proveedor.

Existen normas internacionales de inocuidad y una de las más conocidas es la norma de buenas prácticas agrícolas Global Gap. Para que una finca obtenga una certificación de este tipo, hay que implementar entre otros, aspectos como los mencionados arriba. Sin embargo, aunque no se aspire a una certificación, los mercados son cada vez más exigentes y selectivos, por lo que con el tiempo muchas de estas prácticas pueden llegar a ser obligatorias. Debido a que algunas de ellas son costosas, puede comenzarse con aquellas que estén más al alcance del productor, para luego ir avanzando con otras. En caso de que la finca esté certificada o en proceso de certificación, el productor debe consultar con su agencia certificadora sobre los insumos que utiliza o planea utilizar.



## Costos

El manejo de la inocuidad como parte de las buenas prácticas agrícolas, puede implicar la necesidad de hacer ciertas inversiones o incurrir en algunos costos. Entre las inversiones requeridas en el proceso de inocuidad de alimentos en fincas se incluye la capacitación de los trabajadores en las labores que les corresponde, la construcción de una bodega segura y con acceso restringido para guardar herramientas e insumos agrícolas y el levantamiento y equipamiento de instalaciones donde los trabajadores puedan lavarse las manos, tener sanitarios y, para situaciones inesperadas, un lavaojos y una ducha de emergencia. La construcción de la bodega en concreto, segura y con llaves varía entre ¢1.000.000 y ¢2.000.000, aun-



## Beneficios socioeconómicos

Al aplicar prácticas para obtener productos inocuos, se contribuye al logro de estos beneficios:

- ❖ Se usan sólo los pesticidas necesarios, bajando así los costos.
- ❖ Con trabajadores debidamente capacitados, se evitan desperdicios, derrames, contaminación, enfermedades y accidentes laborales.
- ❖ La familia campesina que aprovecha parte de la cosecha para su propio consumo tiene acceso a un producto más sano y seguro.
- ❖ Un producto inocuo tiene mejores oportunidades de mercado que otro que no sigue estas normas.
- ❖ El consumidor se beneficia con acceso a productos de calidad y sin presencia de agroquímicos o de microorganismos peligrosos.
- ❖ El tener una bodega cerrada y segura evita riesgos de robo y de incendios.

que si se fabrica de zinc, el costo podría ser significativamente menor.

Otros costos asociados incluyen suficientes trajes y equipos completos de protección para las personas que tienen contacto y manipulan plaguicidas (traje, mascarillas, gafas, guantes, botas, según sea el caso), así como un botiquín en la finca y contar con al menos una persona que conozca de primeros auxilios. También debe adquirirse equipo para medir peso y volumen a la hora de hacer las mezclas (ej. balanza, probeta).



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Sistemas agroforestales

Un sistema agroforestal es una forma de manejo del terreno, donde se combinan árboles y arbustos con cultivos agrícolas anuales, perennes o pastos, en un mismo momento o de forma progresiva, según las prioridades del productor. Incluye por lo menos dos especies vegetales y una de ellas debe ser un árbol o arbusto, asociado con un cultivo. Sus ventajas incluyen la diversificación de productos y servicios en la finca, el reciclaje de nutrientes que favorece la fertilización de los cultivos y el control de los posibles efectos de competencia por luz, agua y nutrientes.

La producción basada en un solo cultivo puede dificultar el manejo del suelo, incrementar las plagas y enfermedades y reducir la producción y los ingresos. Con los sistemas agroforestales –la combinación de cultivos agrícolas y árboles– se aprovecha mejor la capacidad productiva del suelo y la mano de obra disponible y se reduce el riesgo de pérdidas al diversificar las fuentes de ingresos. Ejemplos de prácticas empleadas son cercas vivas, cortinas rompevientos, sistemas silvopastori-

les y bancos forrajeros (fichas técnicas 9 “Cercas vivas”, 10 “Cortinas rompevientos”, 16 “Sistemas silvopastoriles” y 18 “Bancos forrajeros”).

Aunque hay diversos tipos de sistemas agroforestales, esta ficha se enfoca en cuatro: café arbolado, sistemas con cultivos anuales, cultivo en callejones y huertos caseros. Se recomienda al productor hacer sus propias adaptaciones de acuerdo con las características del clima local, de la finca y del cultivo.

### **Cafetal arbolado**

Combina el cultivo de café con otras especies, en forma ordenada. Pueden emplearse árboles maderables de alto valor comercial como cedro, caoba, laurel y otros; frutales como cítricos, aguacate y mango; palmas como pejobaye; y mejoradores del suelo y del clima como poró, guaba o madero negro. Las siguientes recomendaciones pueden ser de utilidad:

- ◆ El productor puede seleccionar las especies de árboles o arbustos que incorporará en su cafetal dependiendo de sus necesidades (maderables, frutales, otras).
- ◆ Para facilitar el manejo de los árboles y arbustos, es conveniente que se ubiquen en líneas bien definidas y no al azar. Pueden sembrarse dentro de las calles de café o entre ellas. Hay que considerar que el exceso de sombra provoca humedad y proliferación de enfermedades causadas por hongos.
- ◆ Los cítricos, poró y guabas se siembran a 6 metros de distancia entre sí.
- ◆ Los árboles maderables requieren espacios de al menos 12 metros para permitir el desarrollo de sus copas y de raíces amplias. Puede sembrarse cedro, caoba y laurel.



Café con tiquizque, plátano, cítricos y poró.

- ◆ Durante los primeros 3 o 4 años de desarrollo, los cítricos demandan poco espacio. Para introducirlos, pueden sacarse de las líneas que correspondan solo los cafetos necesarios. Después de 5 años, hay que eliminar otros cafetos cercanos para dar más espacio y facilitar el manejo y cosecha de los frutos.
- ◆ Una hectárea de cafetal arbolado puede establecerse con 5.807 cafetos, 120 cítricos, 56 árboles maderables y 56 de poró u otra leguminosa.

## Sistema agroforestal con cultivos anuales

Un cultivo anual germina, florece, produce y muere en el lapso de un año o menos. En un sistema agroforestal con cultivos anuales, los árboles comparten el suelo y el espacio con cultivos agrícolas, sin competir directamente por la luz y los nutrientes. Dependiendo de la altura, diámetro, forma y tamaño de la copa, distintas especies de árboles pueden combinarse con plátano, piña, frijol, yuca, naranjilla, maracuyá, maíz, arroz y otros. Los cultivos asociados deben producir bien en condiciones de sombra.

Hay muchas opciones para establecer sistemas agroforestales con cultivos anuales. Especies comunes son guaba, laurel, madero negro, poró y jaúl. Los árboles pueden plantarse en los linderos, en contorno o en hileras alrededor de los cultivos (fichas 9 “Cercas vivas” y 10 “Cortinas rompevientos”). Las siguientes recomendaciones pueden ser de utilidad:



Cultivo de frijoles en plantación de cítricos.



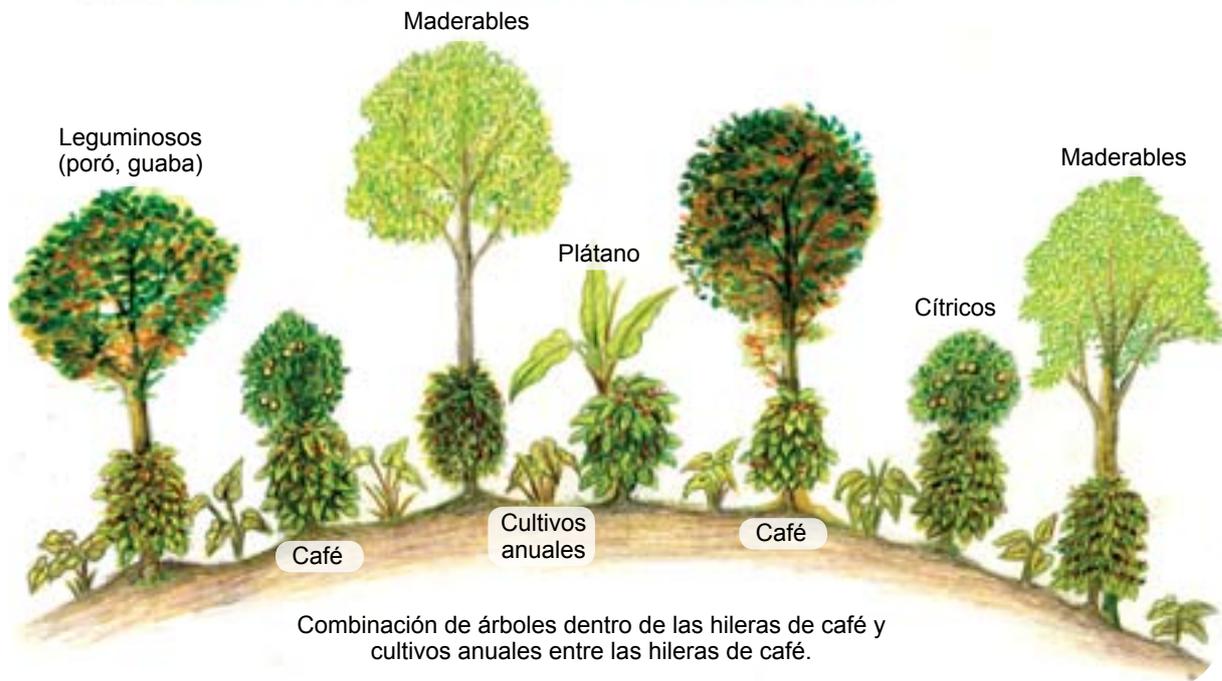
## Beneficios ambientales

- ❖ Disminuye la escorrentía, erosión y degradación de suelos.
- ❖ Aumenta la infiltración del agua en los terrenos de cultivos.
- ❖ Mejora la calidad y disponibilidad del agua.
- ❖ Aumenta la fertilidad con la dispersión de abonos verdes sobre el suelo.
- ❖ Los árboles fijan carbono y otros elementos atmosféricos, reduciendo la contaminación ambiental.
- ❖ Se ofrece mayor protección a la biodiversidad local, al proporcionar hábitat y promover corredores biológicos.

- ◆ El productor debe seleccionar las especies de árboles y arbustos que empleará con base en su disponibilidad en la zona, en su compatibilidad con los cultivos locales y en los bienes y servicios que ofrecen.
- ◆ Los árboles se plantan manteniendo distancias adecuadas entre uno y otro, lo que varía dependiendo de la especie, sus necesidades y beneficios esperados. El poró y el madero negro pueden plantarse de 1 a 2 metros entre sí. El laurel puede sembrarse en una densidad de 40 a 60 árboles por hectárea.
- ◆ Los cultivos se siembran y manejan de acuerdo con sus características y necesidades. Se toman en cuenta aspectos como semilla utilizada, distancia entre las plantas, densidad de siembra, fertilización, control de plagas y enfermedades, aporcas, rodajeas, métodos de cosecha y otros.

## Cultivo en callejones

Es la siembra de cultivos anuales, perennes o pastos en los espacios o callejones entre líneas de árboles o arbustos. Pueden ser fijadores de nitrógeno como poró, madero negro y guaba, maderables, o especies de uso múltiple para producción de frutos,



leña y otros. También pueden establecerse combinando hileras de árboles maderables y de leguminosas. Para el establecimiento y manejo del cultivo en callejones combinando árboles maderables y leguminosos se recomienda lo siguiente:

- ◆ Cada línea de árboles maderables se siembra a una distancia de 15 a 20 metros entre hileras y de 6 a 8 metros entre árboles.
- ◆ En el espacio disponible entre una fila y otra de maderables se establecen hileras de leguminosas como poró, madero negro, cratylia o guaba, de 3 a 5 metros entre hilera y de 1 a 2 metros entre los arbustos. Estos arbustos se siembran para aprovechar su efecto en el mejoramiento del suelo y la fertilización.
- ◆ Las hileras de arbustos leguminosos pueden ser simples o dobles. Si son dobles, deben sembrarse con espaciamiento de un metro entre hileras y arbustos en “pata de gallo”.
- ◆ Sobre el manejo de los árboles y arbustos pueden revisarse las recomendaciones de las fichas 9 “Cercas vivas”, 10 “Cortinas rompevientos” y 11 “Viveros de árboles y arbustos”.
- ◆ Para sembrar cada árbol o arbusto, se hace un hoyo de 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad. En el fondo del hoyo puede aplicarse abono orgánico (ficha 1 “Abonos orgánicos”). Luego se siembra el árbol. El poró y madero negro pueden sembrarse por estacones.
- ◆ Entre las hileras de leguminosas se siembran los cultivos anuales, perennes o pastos. Los cultivos pueden sembrarse de inmediato, mientras se establecen los arbustos y los árboles. Cada cultivo se siembra dependiendo de sus requerimientos, a un metro de las líneas de arbustos. Por ejemplo, los esquejes o guías del camote pueden sembrarse de 25 a 30 cm entre ellos y de 1,20 a 1,50 metros entre líneas del cultivo.
- ◆ Los arbustos pueden podarse después de los primeros ocho meses, a un metro de altura y el follaje cortado puede dispersarse sobre el terreno para proveer materia orgánica que suple nutrientes a los cultivos (ver ficha 2 “Abonos verdes”).
- ◆ Las podas siguientes se realizan cada cuatro meses, para proveer abono verde, evitar la competencia con los cultivos, suprimir el crecimiento de la vegetación natural y controlar la erosión (ver ficha 25 “Cobertura de suelos” y 26 “Control de erosión”). Este sistema se utiliza para la siembra de arroz,

frijoles, zapallo, ayote, yuca, papa, camote, tiquizque y otros.

- ◆ La vegetación que surge en forma natural dentro del cultivo se controla manualmente.
- ◆ Debe rotarse o cambiarse de cultivo en cada ciclo de siembra. Esto permite manejar integralmente la fertilidad del suelo y controlar plagas y enfermedades, así como el surgimiento de la vegetación natural.
- ◆ Para permitir la recuperación de la fertilidad del suelo, se recomienda dejar el terreno en periodos de descanso, no cultivando en él.

## Huerto casero

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, porque 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 (ver ficha 22 “Estabulación de ganado”) y se alimentan con árboles, arbustos y pastos cosechados en el propio huerto casero. También son importantes para la siembra y uso de especies repelentes a insectos y otras plagas que afectan los cultivos y las casas.



## Beneficios socioeconómicos

- ✦ Con los aportes de materia orgánica, se mantiene la productividad del suelo sin recurrir al uso de fertilizantes.
- ✦ La finca se diversifica con cultivos agrícolas y árboles de usos múltiples, creando otras fuentes de ingresos.
- ✦ Aumenta la cantidad de productos en el mismo terreno.
- ✦ Se favorece el reciclaje de nutrientes y la fertilización de los cultivos.
- ✦ Los árboles maderables son como un ahorro en el banco.
- ✦ Aumenta la belleza escénica de la finca, incrementando su valor.



## Costos

El establecimiento y el manejo de sistemas agroforestales —en comparación con los sistemas agropecuarios tradicionales— contribuyen con un mayor beneficio económico familiar, porque generan mayores ingresos en relación con los costos requeridos. Al mismo tiempo, los sistemas agroforestales ayudan a la conservación y recuperación del suelo, amplían la variedad de cultivos y diversifican la oferta de productos en el mercado a lo largo del año. Además, reducen los costos de adquisición de alimentos para el consumo de la familia así como los costos de producción, al utilizarse la mano de obra familiar en las distintas actividades que esos sistemas requieren.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Cercas vivas

Las cercas vivas son una práctica común dentro de un sistema agroforestal que consiste de filas de árboles y arbustos que delimitan los bordes de una propiedad o sus divisiones internas y en su troncos se fijan varios hilos de alambre de púas o lisos (ver también fichas 8 “Sistemas agroforestales” y 16 “Sistemas silvopastoriles”). Las cercas vivas son simples cuando se componen de una o dos especies que cumplen un mismo propósito, se podan cada 2 años y tienen alta capacidad de rebrote. Las cercas vivas pueden tener dos o más especies de diferentes alturas y usos (maderables, frutales, forrajeras) y pueden incluir varias hileras. Algunas pueden desarrollar follaje amplio que ofrece refugio, alimento y desplazamiento a la fauna silvestre.

Las cercas vivas son útiles en casi todos los sistemas productivos y es una práctica común para apoyar los esfuerzos del productor en arborizar su finca. Debe tomarse en cuenta que, en condiciones de altura, con baja luminosidad y alta humedad, tienden a afectar la producción del cultivo o pasto asociado, principalmente por los efectos de



Cerca viva de teca.

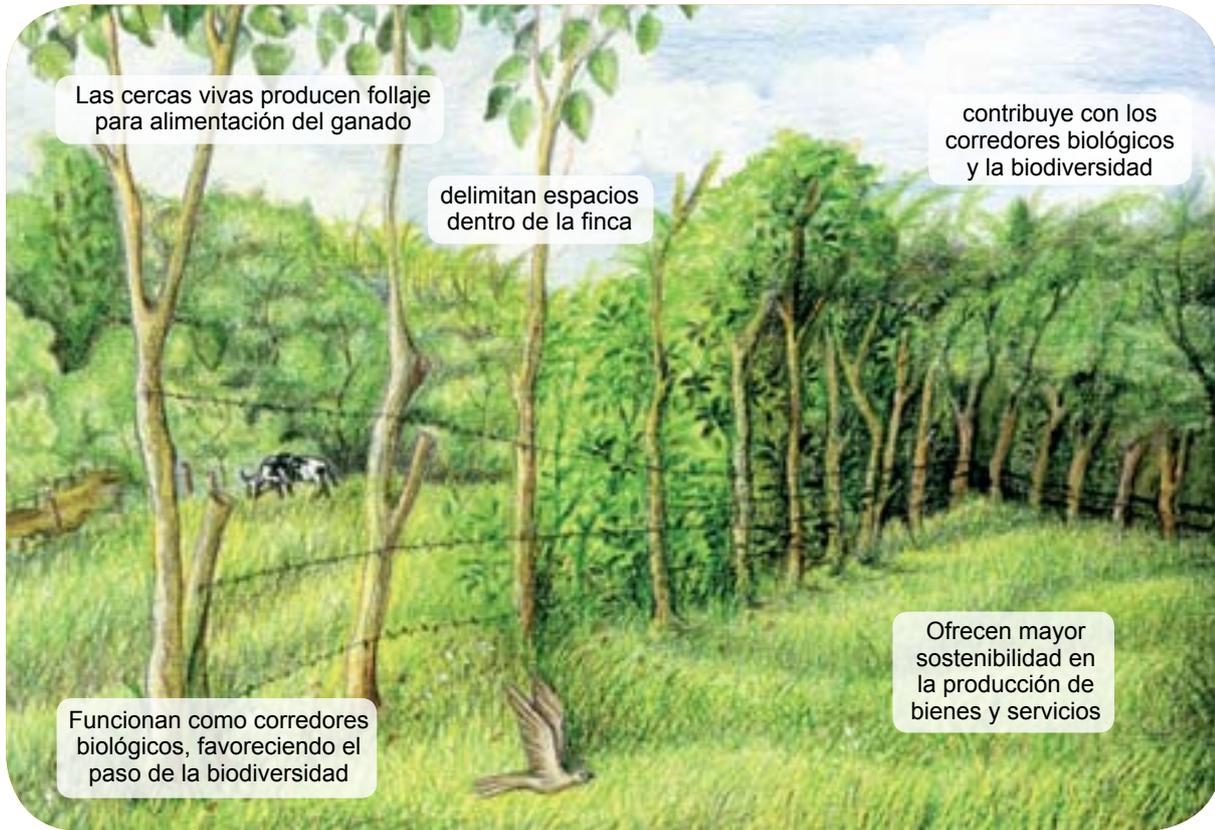


Cerca viva de madero negro.

la sombra. Pueden sembrarse en forma progresiva, tomando en cuenta lo siguiente:

Que los árboles y arbustos seleccionados no sean tóxicos, que no se dañen por las grapas usadas para pegar los alambres, que produzcan madera, leña, forraje o frutos y que provean alimento y refugio a animales silvestres.

Las especies seleccionadas deben ser nativas o adaptadas a la zona. Las que más se utilizan son: caña india, itabo, jinocuabe, poró, jocote, madero negro, pochote, aguacate, caoba, cedro, guachipelín, laurel, marañón, naranja, mandarina, limón agrio, roble sábana, corteza amarillo, leucaena, ci-



Las cercas vivas producen follaje para alimentación del ganado

contribuye con los corredores biológicos y la biodiversidad

delimitan espacios dentro de la finca

Funcionan como corredores biológicos, favoreciendo el paso de la biodiversidad

Ofrecen mayor sostenibilidad en la producción de bienes y servicios

prés, eucalipto y tempate. Para el caso de cercas vivas con especies forestales, en la medida de lo posible se recomienda el uso de recursos propios de la finca, que podrían manejarse por medio de viveros forestales (ver ficha técnica 11 “Viveros de árboles y arbustos”).

Para cercas vivas simples, se usan estacones rectos y sanos, de 2 a 2.5 metros de largo y unos 15 cm de grosor. Se cortan de árboles adultos que no se hayan podado en los últimos doce meses, en la fase lunar cuarto menguante, para causar menos daño al árbol y asegurar mayor sobrevivencia. Los estacones se almacenan bajo sombra por una semana, para estimular la acumulación de nutrimentos en la base y facilitar el surgimiento de raíces. Si se prefiere pueden usarse plántulas obtenidas con semilla, pero evitando que los animales las consuman o destruyan y debe controlarse el surgimiento de vegetación natural.

Se siembra en época seca, justo antes de entrar las lluvias o, en lugares con lluvia todo el año, en

cualquier momento. Los estacones se plantan de 20 a 40 cm de profundidad. Para estimular las raíces, se pela un anillo en la corteza de la porción que va enterrada.

Se colocan postes muertos cada 10 metros y se plantan los estacones a un metro entre sí. Si ya se cuenta con una cerca muerta, los estacones pueden plantarse a la misma distancia, amarrando alambre a cada uno, durante unos 3 meses, mientras se consolidan. Después, el alambre se pega con grapas.

Se usa alambre de púas o liso, de 3 a 5 hilos según las necesidades. Para especies maderables, el árbol debe protegerse para que el alambre no cause heridas en la corteza.

En cercas simples, las especies maderables se siembran de 5 a 10 metros entre árboles y las frutales de 6 a 8 metros, o sea de 100 a 125 árboles por km lineal. Una cerca viva de un kilómetro de longitud, con especies diferentes para producir

distintos bienes y servicios, puede incluir 575 árboles de madero negro y jinocuabe, 21 de naranja y aguacate y 104 de laurel y cedro.

En la medida de lo posible, las cercas se orientan de este a oeste, lo que permite reducir la sombra sobre el cultivo o el pasto.

Las especies sembradas en cercas vivas pueden protegerse individualmente en forma de triángulo, que consiste en ubicar un poste a un extremo del árbol plantado y colocar los hilos de alambre hacia dos postes de la cerca ya establecida, de tal manera que la planta se protege al quedar encerrada en un espacio triangular.

Al momento de la siembra, se recomienda utilizar abono orgánico en el fondo de cada hoyo donde se colocarán los árboles y arbustos, para favorecer la microbiología del suelo, la fertilidad, el enraizamiento y la sobrevivencia de los árboles.

La cerca viva asociada a cultivos y pastos requiere de manejo para evitar la competencia por luz. La poda ayuda a reducir exceso de sombra, le da forma a las copas, evita que los árboles de copas grandes se vuelquen, permite producir troncos maderables de buena calidad y provee estacones para otras cercas. También produce biomasa



Cerca viva de jinocuabe.



## Beneficios ambientales

- ❖ Disminuye la degradación del suelo y sus características mejoran por la fijación de nitrógeno por las plantas leguminosas.
- ❖ Aumenta la infiltración del agua gracias a la cobertura vegetal y los suelos mejor conservados.
- ❖ Disminuye la contaminación ambiental porque los árboles fijan carbono.
- ❖ Se reduce la presión sobre bosques y áreas naturales para la obtención de postes muertos, ya que las cercas vivas proveen a la finca de éstos.
- ❖ La conservación y el paso de la biodiversidad local se favorece al funcionar las cercas vivas como corredores biológicos.
- ❖ La belleza natural del paisaje se incrementa con mayor presencia de árboles.

como forraje comestible para los animales y como cobertura del suelo.

El raleo se aplica para eliminar árboles maderables cuyas copas se juntan. Así se reduce la competencia por luz, agua y nutrientes, se estimula el crecimiento de los árboles y se incrementa la calidad y rendimiento de madera y frutos.



## Costos

Los costos para el establecimiento de una cerca viva pueden variar dependiendo de su longitud, de la topografía de la finca, de las especies empleadas y de otros factores. Los costos son menores cuando se transforma una cerca muerta en una cerca viva con distintas especies, alturas y usos. El costo de una cerca viva es 9,5% menor que el de una cerca muerta y su vida útil es mayor, lo que ahorrará dinero a futuro:

Material	Cerca viva		Cerca muerta	
	Cantidad	Costo <sup>1</sup>	Cantidad	Costo <sup>1</sup>
Poste muerto	60	¢17.100	400	¢113.000
Estacones <sup>2</sup>	575	¢54.625	0	0
Alambre de púas (rollos)	10	¢167.000	10	¢167.000
Grapas (kg)	4	¢3.840	7	¢6.720
Mano de obra (jornales) <sup>3</sup>	35	¢210.000	34	¢204.000
<b>Costo total</b>		<b>¢452.565</b>		<b>¢490.720</b>

1. Costos estimados en colones del 2010. 2. El costo de los estacones incluye un 15% de replante, la distancia de siembra entre estacones es de 2,0 m. Los postes muertos y estacones incluyen los costos de aprovechamiento en finca. 3. Un jornal equivale a 6 horas de trabajo al día.

Además, la protección individual de plantas en cercas vivas con distintas especies cuesta ¢168.000 por km, o sea, 7% menos que la de una cerca muerta paralela, que cuesta ¢180.000 por km.



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Las cercas vivas garantizan una mayor sostenibilidad en la producción de bienes y servicios.
- ❖ La finca se beneficia con aportes en materia orgánica y sombra.
- ❖ Puede obtenerse madera, postes y leña para uso en la finca.
- ❖ El follaje y los frutos son fuente local de alimento para el ganado.
- ❖ Las cercas ayudan a separar las divisiones internas de la finca y a definir sus límites externos.
- ❖ Aumentan la belleza escénica de la finca, incrementando el valor de la propiedad.



Cerca viva de poró.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

# Cortinas rompevientos

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 (ver también fichas 8 “Sistemas agroforestales” y 16 “Sistemas silvopastoriles”).

Las cortinas rompevientos incluyen muros de vegetación bajos, medios y altos, ya que diferentes estratos incrementan la protección. Para el establecimiento y manejo de la cortina rompevientos, se siguen los pasos siguientes:

Deben emplearse plantas vigorosas, bien formadas y con raíces bien desarrolladas para asegurarse la mayor sobrevivencia posible.

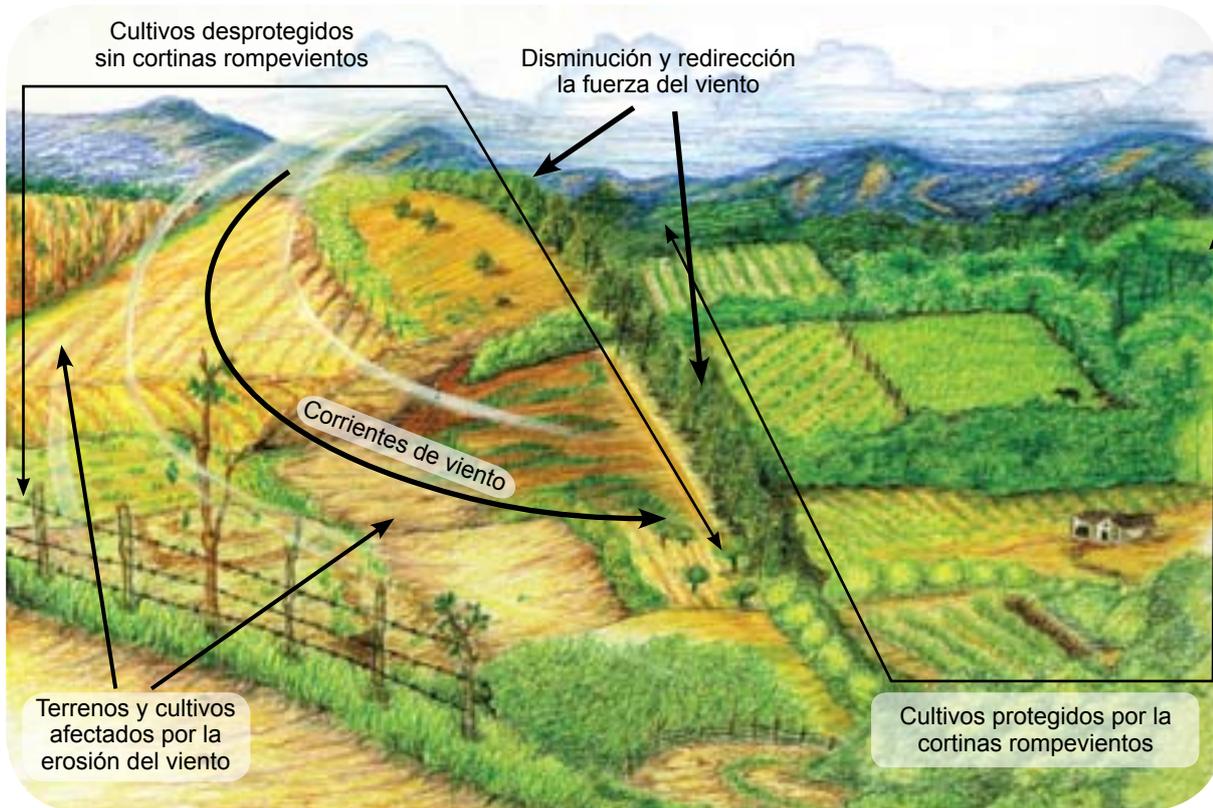
Se seleccionan especies de rápido crecimiento, adaptadas al suelo y clima de la zona, que man-



Protección de cultivos en laderas con cortinas rompevientos de arbustos.



Protección de cultivos con cortinas rompevientos de maderables.



tengan las hojas durante la estación seca, con ramas resistentes al viento. Los árboles de copa densa, de pequeña a mediana funcionan muy bien. Las especies tienen que tener valor estético, que atraigan la vida silvestre y que aporten madera al final de su vida útil. Hay que tomar en cuenta la altura deseada y el ritmo y la duración de su crecimiento.

En zonas de altitudes bajas e intermedias pueden emplearse árboles leguminosos como poró, madero negro o leucaena, mientras que en zonas altas se puede plantar jaúl, ciprés, casuarina o eucalipto.

Se recomienda una densidad de 50 a 60% para la barrera, lo que permitirá cierta filtración del viento, evitando que se formen remolinos. Hay que tomar en cuenta que el área de terreno protegida detrás de la cortina equivale de 10 y 15 veces la altura de sus árboles. La cortina se siembra de cara a la dirección principal del viento, oponiendo resistencia al mismo.

La cortina rompevientos debe plantarse al inicio de las lluvias o durante las mismas.

Es preferible emplear plantas provenientes de viveros propios o comerciales (ver ficha técnica 11 "Viveros de árboles y arbustos"), lo que asegura material de mejor calidad y resistente a plagas y enfermedades, por lo que más arbolitos van a sobrevivir y sus raíces tendrán mejor desarrollo.

Se siembra una hilera de arbustos locales para cubrir el estrato bajo y dos hileras de árboles para cubrir los estratos medio y alto. Los arbustos se plantan de 1 a 1,5 m entre uno y otro, manteniendo esa misma distancia de la siguiente hilera. Las especies de los estratos medio y alto se siembran en forma de "pata de gallo" de 3 a 5 m entre árboles. Se mantienen 2 m entre esas hileras.

Se recomienda el uso de abono orgánico en los hoyos que se cavan para plantar los arbustos y árboles que componen la cortina rompevientos.

Es necesario que el 100% de las plantas sobreviva, para asegurarse de que no hayan espacios abiertos a lo largo de la cortina. Por lo tanto, a los sesentas días debe revisarse cuántas plantas han perecido y, en el transcurso de los siguientes treinta días, replantar lo perdido. Así, a largo plazo, se tendrá una cortina uniforme.



Cortina rompevientos con varias especies.



Cortinas rompevientos de maderables en potreros.



## **Beneficios ambientales**

- ❖ Se regulan las condiciones del microclima local.
- ❖ 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.
- ❖ 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.

Si hay ganado en la finca, es preferible proteger los árboles de la cortina empleando doble cerca. De ser posible, puede aprovecharse alguna cerca ya existente y colocar la segunda en forma paralela.

Durante los tres primeros años, el crecimiento espontáneo de vegetación natural debe controlarse con dos o tres chapeas por año, ya sea a lo ancho de la franja o con una ronda de un metro de ancho para cada árbol.

Para prevenir incendios, debe eliminarse todo el material de fácil combustión en la línea de la cortina.

Los árboles maderables y los frutales pueden podarse, para así mejorar la calidad de su fuste y la producción de frutos.

Para que la cortina no pierda su función protectora, no deben aplicarse raleos o cortes selectivos, a menos que la cortina esté demasiado densa.



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Es una inversión de interés colectivo, cuya implementación puede beneficiar a grupos de productores o a la comunidad como un todo.
- ❖ Las cortinas rompevientos favorecen el microclima local, beneficiando a la comunidad en general.
- ❖ Al reducir la velocidad del viento, el daño a los cultivos disminuye y la producción se incrementa.
- ❖ Las cortinas rompevientos favorecen la condición de la pastura, al reducir la deshidratación causada por el viento.
- ❖ El ganado pastorea con mayor tranquilidad a la sombra de las cortinas, lo que reduce el estrés por calor.
- ❖ 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.
- ❖ El ataque de algunas plagas a cultivos agrícolas disminuye como efecto de un mayor equilibrio biológico de éstos con las cortinas rompevientos.



## Costos

Los costos para el establecimiento de cortinas rompevientos pueden variar dependiendo de su longitud, de la topografía de la finca, de las especies empleadas y de otros factores. A manera de ejemplo, se resume aquí el costo de un kilómetro de cortinas rompevientos:

Material	Cantidad	Precio / unidad <sup>1</sup>	Costo <sup>1</sup>
Árboles de vivero <sup>2</sup>	383	¢200	¢76.600
Alambre de púas (rollos)	10	¢10.930	¢109.300
Grapas (kg)	4	¢565	¢2.260
Mano de obra (jornales) <sup>3</sup>	55	¢6.000	¢330.000
<b>Costo total</b>			<b>¢518.160</b>

1. Costos estimados en colones del 2010. 2. El costo de los árboles de vivero incluye un 15% de replante, la distancia de siembra entre árboles es de 3,0 m. 3. Un jornal equivale a 6 horas de trabajo al día.

Aunque el costo a corto plazo puede ser alto, el productor verá el beneficio de esta inversión a mediano o largo plazo, tanto en las condiciones ambientales de la finca como en los mejores resultados en su producción agrícola y ganadera.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Viveros de árboles y arbustos

Un vivero es un sitio con un ambiente favorable para el desarrollo saludable de arbolitos y otras plantas que luego se trasplantan donde se requieran para que cumplan su función. El vivero facilita la preservación de material genético local y la reforestación. Aquí puede desarrollarse una amplia diversidad de especies maderables, frutales, ornamentales, medicinales y otras. Esta ficha se enfoca en viveros de árboles y arbustos para frutales y forestales.

Un vivero puede suplir las necesidades de una finca en particular o de toda una comunidad, cuando se necesitan muchas plantas a mediano o largo plazo. Su propósito puede ser productivo o para resolver problemas ambientales que sobrepasan los límites de la finca, como la protección de nacientes y ríos y el mantenimiento del microclima local, cuya solución requiere acciones compartidas. Puede establecerse como un esfuerzo individual o en alianza entre varios productores. Puede ser para autoabastecimiento o con fines comerciales. Algunos aspectos a considerar antes de decidirse a establecer un vivero son:

- ◆ Hay que identificar las necesidades de la finca y de la zona en general: plantaciones forestales, campos de frutales, cercas vivas, cortinas rompevientos, protección de ríos, nacientes y quebradas, otras.
- ◆ Hay que seleccionar un buen lugar para su ubicación, protegido del viento, con buena luminosidad y cerca de una carretera o camino que permita el acceso de vehículos y personas, así como el traslado de materiales e insumos.
- ◆ Si se trata de un vivero comercial, hay que conocer bien necesidades del cliente, así como a la competencia (presencia de otros viveros en la zona, especies que comercializan).



En los viveros se busca obtener plantas sanas.

- ◆ Hay que tener disponibilidad, ya que un vivero demanda mucho tiempo según el tipo de plantas y si es para autoabastecimiento o comercial. También se requiere de mano de obra calificada.

### Requerimientos

- ◆ **Instalaciones:** El espacio necesario para 5.000 arbolitos oscila entre 700 y 900 m<sup>2</sup>, incluyendo el área de materiales y bodega. El sitio debe estar protegido del viento y contar con suficiente luminosidad.
- ◆ **Terreno:** Se debe preparar con tierra de buena calidad mezclada con granza, materia orgánica composteada o cal.
- ◆ **Mano de obra calificada:** Un vivero forestal exige labores de siembra, poda de raíces,

## Especies para viveros según su uso

Uso	Especies recomendadas
Maderables	Guanacaste, pochote, corteza, laurel, cedro, caoba. Teca, melina, eucalipto, ciprés.
Frutales comunes	Naranja, limón, aguacate, mango, carambola, guayaba, cas, anona, guanábana.
Frutas tropicales poco conocidas	Arazá, jackfruit, mamey, mamón, mamón chino, mangostán, pitanga, pulasán, marañón, zapote colombiano, caimito.
Protección de aguas	Sotacaballo, ceibo.
Cortinas rompevientos	Leucaena, jaúl, trueno, ciprés, casuarina, eucalipto.
Cercas vivas	Caña india, jinocuabe, poró, jocote, madero negro, leucaena, ciprés, eucalipto, tempate.
Ornamentales	Palmeras, roble sabana, corteza amarilla, rosas.
Alimento a las aves	Jocote, tucuico, jinocuabe, jackfruit.
Medicinales o biopesticidas	Jinocuabe, madero negro, hombre grande, neem, plantas medicinales diversas como la juanilama, menta y romeros.

trasplante y extracción de plantas, mientras que uno de frutales exige además conocimiento en injertos. El costo de la mano de obra de un vivero exclusivamente de frutales es mayor que el de un vivero forestal.

- ◆ **Herramientas y materiales:** Se necesita podadora, cuchillas de injertar, implementos para riego, cuchillos, machetes, escalera doble, rastrillos, palas, bomba de mochila para fumigar, carretillo, etiquetas plásticas, metálicas o de madera, plástico, bolsas, arena de río, granza de arroz, tierra de buena calidad, insumos varios para la nutrición y protección de las plantas, mesas de trabajo y otros.
- ◆ **Sistema de riego:** Debe haber una fuente permanente de agua para riego, preferible no clorada. Dependiendo del tamaño, se riega con manguera, regadera o por aspersión. En ciertas épocas el riego es diario.

## Zonas que componen un vivero

- ◆ **Zona de materiales y bodega:** Es donde se almacenan herramientas, materiales, insumos y medios de siembra.



## Beneficios ambientales

Los viveros favorecen la reforestación generando, indirectamente, varios beneficios ambientales:

- ❖ Se reduce la contaminación ambiental porque los árboles fijan carbono.
- ❖ Se fortalece la protección de nacientes, ríos y quebradas.
- ❖ Se establecen corredores biológicos que favorecen el traslado de la fauna.
- ❖ El microclima local mejora.
- ❖ Aumenta la infiltración del agua gracias a la cobertura vegetal.
- ❖ Se generan fuentes de alimentación para la fauna local.
- ❖ Se incrementa la belleza del paisaje.

- ◆ **Propagación:** Incluye las eras o camas para semilleros y para preparar las estacas, así como el área de trasplante de plántulas del semillero a la bolsa.
- ◆ **Sombreadero:** Aquí se colocan plantas recién trasplantadas, bajo una media som-

bra proporcionada por sarán. Es ideal para plantas delicadas como papaya, aguacate y mango. Luego, la planta se lleva al campo o se deja crecer hasta la injertación.

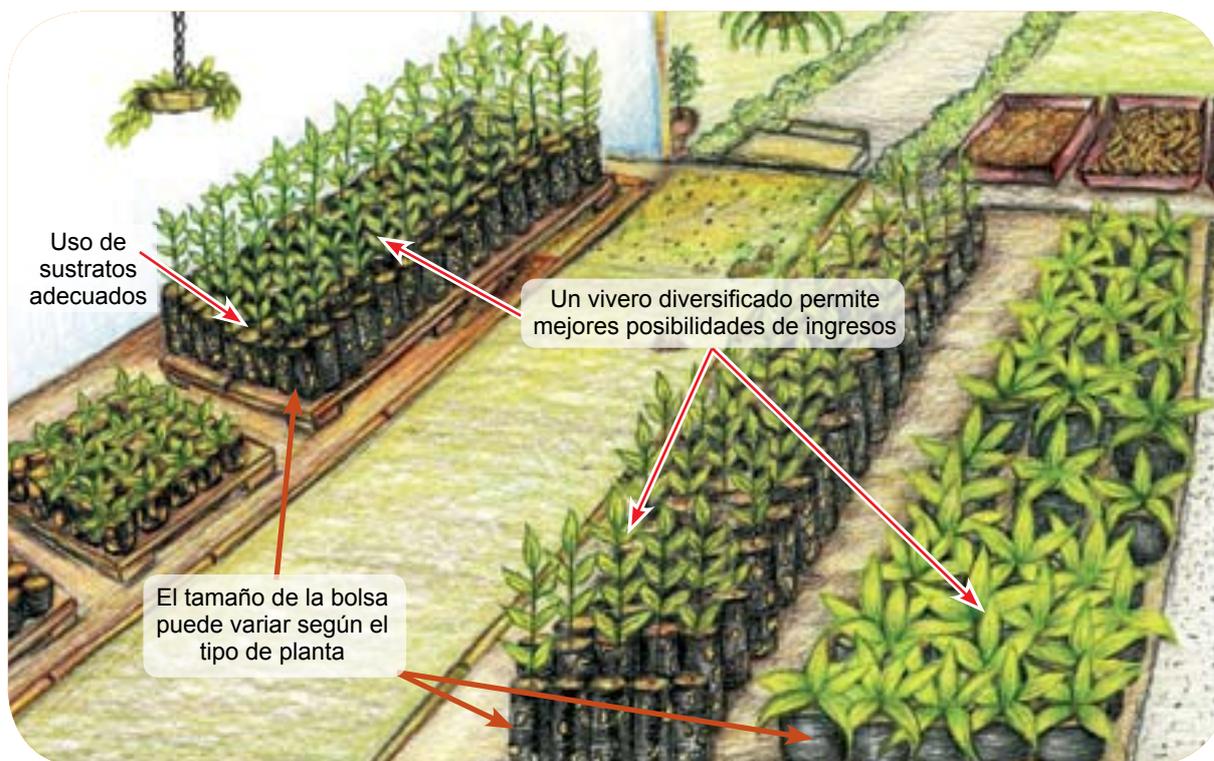
- ◆ **Replanteo o crianza:** Aquí se mantienen las plantas sembradas en las bolsas hasta que se injertan o se venden.
- ◆ **Material de propagación:** Aquí se ubica el material madre o de propagación que provee estacas, acodos, yemas y semillas. Debe estar identificado por especie y variedad y mantenerse libre de patógenos.
- ◆ **Área de ventas:** Se ubica en el lugar más accesible y a la vista. Puede ser un sombreadero, un espacio al aire libre o un local más sofisticado.

## Operación y mantenimiento

- ◆ **Adquisición de la semilla:** Es posible conseguir semilla de diferentes fuentes. Por ejemplo, en CATIE en Turrialba y en el Centro Agrícola de Hojancha pueden encontrarse semillas forestales. Cuando se trata de frutales, generalmente hay que buscar especie por especie, en un rango de loca-

lidades diferentes. En cítricos, por ejemplo, puede ubicarse la semilla de los patrones en un sitio determinado y las yemas para injertar en otro, asegurándose en ambos casos de calidad del material.

- ◆ **Almácigo/Germinación:** Las semillas se ponen a germinar en la zona de propagación, usando arena de río como sustrato. Toman de uno a dos meses, dependiendo de la especie.
- ◆ **Trasplante del semillero a bolsas:** Debe trasplantarse en el momento oportuno. En especies forestales, si el tiempo ideal se pasa, las plántulas crecen demasiado y pueden volcarse o torcerse. Se emplean bolsas individuales de diferentes tamaños, llenándolas con el sustrato previamente mezclado. Se trasplanta el semillero a bolsas. Los materiales más comunes para sustratos son la tierra y la granza de arroz, en una proporción de 60/40. También puede usarse cachaza, gallinaza, pollinaza o caballaza, siempre que hayan pasado por un proceso de compostaje (ver ficha 1 “Abonos orgánicos”). La arena de río puede usarse como sustituto de la granza.



- ◆ **Riego:** Se requiere agua suficiente y de calidad, preferiblemente sin clorar. La frecuencia del riego depende del clima y de la humedad del sustrato en las bolsas.
- ◆ **Mantenimiento general:** El cuidado en un vivero debe ser permanente; se requiere de un manejo de plantas espontáneas, fertilización y manejo de plagas:
  - **Plantas espontáneas:** Se deben controlar manualmente en las bolsas y semilleros y con machete en las orillas.
  - **Fertilización:** Se recomienda aplicar 250 gr de fertilizante nitrogenado un mes antes de la siembra al semillero y fertilizaciones foliares cada dos semanas. En la bolsa, se recomienda aplicar 12 gr/planta de fertilizante fosforado. Se riega después de fertilizar. Puede recurrirse a prácticas no contaminantes re-

comendadas en esta guía (ver fichas 1 “Abonos orgánicos”, 3 “Biofermentos”, 6 “Biopesticidas”)

- **Manejo de plagas y enfermedades:** Como medidas de prevención, se debe usar semilla de buena calidad, dar una buena nutrición, contar con suficiente luminosidad, evitar el exceso o la falta de agua y eliminar plantas muy enfermas. En caso de ser estrictamente necesario, se emplean fungicidas o insecticidas al follaje o al suelo (ver ficha 5 “Microorganismos benéficos” y 6 “Biopesticidas”).



## Costos

El costo de un vivero depende del tamaño, de las especies a sembrar, de la ubicación y recursos disponibles. El costo es menor si el vivero se destina a la producción de forestales y mayor si se trata de frutales, ya que éstos requieren de más sustrato por planta, de mano de obra con mayor destreza y es más difícil conseguir semillas. Como ejemplo, se muestran costos para 5.000 árboles de laurel:



## Beneficios socioeconómicos

Los viveros favorecen la reforestación generando, indirectamente, varios beneficios socioeconómicos:

- ❖ Los productores pueden trabajar en conjunto para el logro de objetivos comunes.
- ❖ Se cuenta con material genético para diversificar las actividades de la finca.
- ❖ Se logra mayor sostenibilidad en la producción de bienes (madera, frutas) y servicios (agua, regulación del clima) en la finca.
- ❖ Pueden generarse ingresos económicos por la venta de bienes y servicios.
- ❖ Mayor belleza escénica incrementa el valor de las propiedades.

Rubro	Costo <sup>1</sup>
Semilla (300 g.)	¢30.000
Sustrato (granza, 30 sacos)	¢18.000
Bolsas (9 colones/bolsa)	¢45.000
Mano de obra (3 jornales por semana)	¢936.000
Insumos para control de plagas (hongos, babosas, hormigas), fertilizantes	¢50.000
Agua	Disponible en la finca
Tierra	Disponible en la finca
<b>Costo total</b>	<b>¢1.079.000</b>

Para recuperar este costo mínimo, se deben vender el 100% de los árboles a un precio de ¢216 cada uno.

1. Costos estimados en colones del 2010.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Producción en ambientes protegidos

Un ambiente protegido es una barrera física entre el cultivo y el medio ambiente. Se trata de un medio cubierto con materiales transparentes y abrigado, a fin de reducir el efecto adverso de las condiciones climáticas (rayos solares, golpe de la lluvia, viento) y otras condiciones externas, como el ataque de herbívoros. Esta técnica permite desarrollar cultivos con menor dependencia de plaguicidas y, por tanto, alimentos más sanos y amigables con el ambiente, así como obtener mayores rendimientos. También aporta efectos positivos directos en la salud de los trabajadores y de los consumidores.

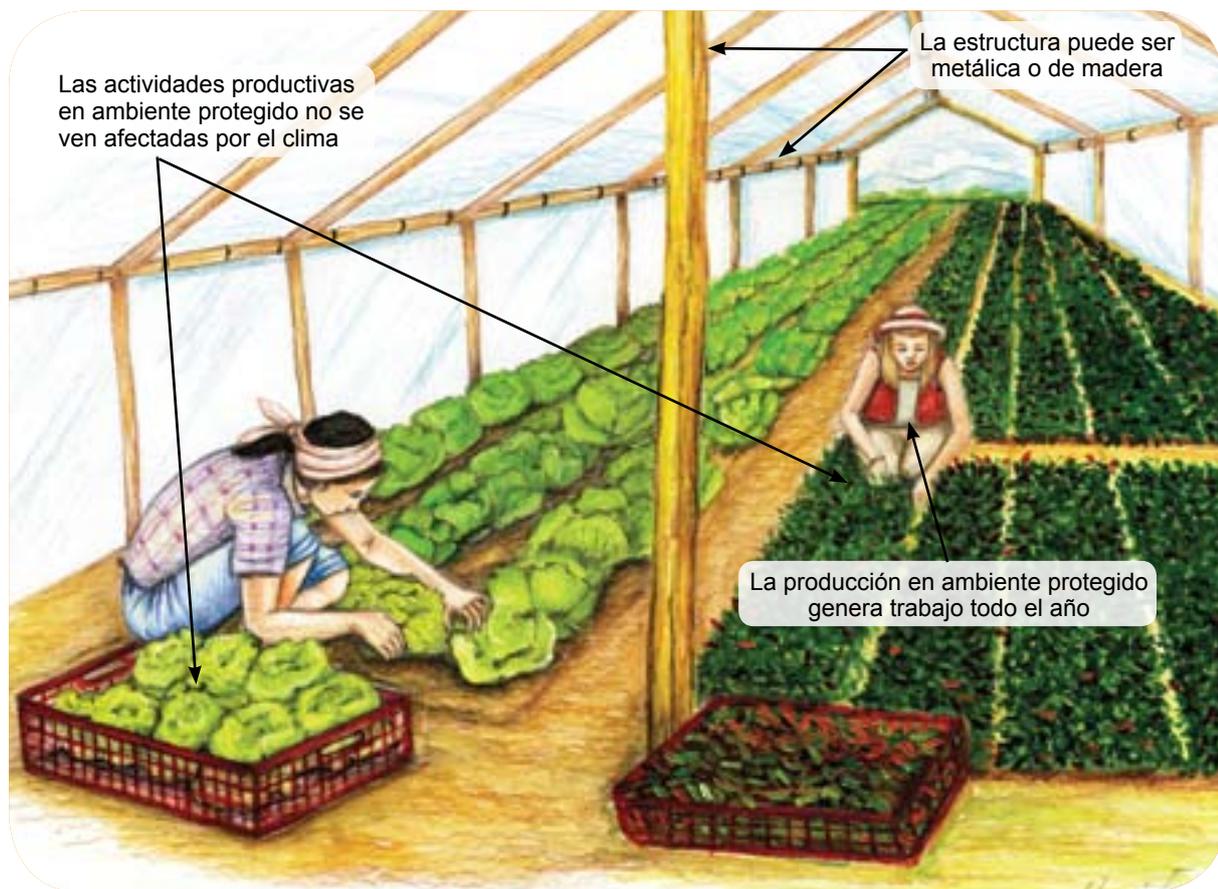
La producción en ambientes protegidos podría ser viable tanto en el sistema de agricultura convencional como en el orgánico (se permite dentro de las normas de agricultura orgánica), en diferentes zonas

productivas del país, desde zonas bajas hasta altas. Al igual que los cultivos a campo abierto, la producción en ambiente protegido también puede beneficiarse del uso de diversas prácticas de agricultura sostenible como los abonos orgánicos, el manejo integrado de cultivos, los biopesticidas y la inocuidad (ver fichas 1 “Abonos orgánicos”, 4 “Manejo integrado de cultivos”, 6 “Biopesticidas”, 7 “Inocuidad de alimentos en fincas” y 13 “Solarización”).

Una aplicación de uso creciente para la producción en ambiente protegido es la hidroponía, una técnica de cultivo en agua o sobre sustratos sin tierra, como la fibra de coco o la granza de arroz. Es muy útil para la siembra de legumbres en ambientes urbanos o en zonas rurales donde hay alta contaminación del ambiente por plaguicidas.



Producción de fresa en ambiente protegido.



## Principales tipos de ambiente protegido

Los ambientes protegidos también permiten reducir la exposición de los cultivos a plagas y enfermedades. Los principales tipos de ambientes protegidos son:

**TECHO PLÁSTICO:** Consiste de una estructura con techo plástico que se coloca en el campo, en cada hilera o entrecalle, para proteger específicamente la hilera de cultivo. Contribuye a crear un microclima favorable para las plantas que crecen bajo él. Es común ver este modelo en las plantaciones de tomate en el Valle Central.

**INVERNADERO:** Es una estructura formal, cuyo diseño puede variar según las necesidades específicas del cultivo y de la zona donde se ubique. Hay varios tipos de invernaderos: dos aguas, sierra, arco, súper arco, semi arco, bloque o módulos individuales. En Cartago es común el uso del

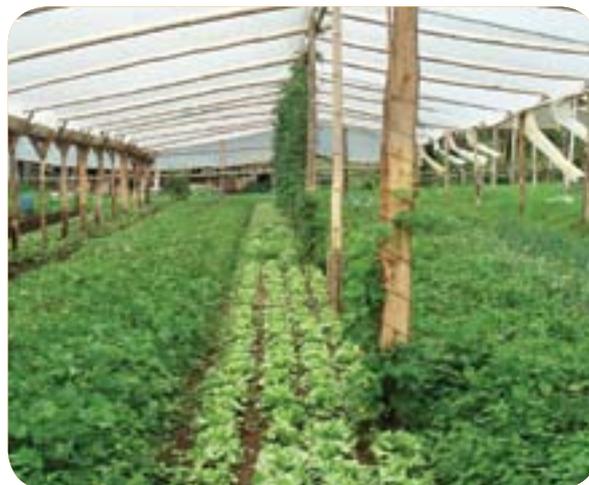
invernadero dos aguas, mientras que en el Valle Central occidental se usa el tipo arco. El esqueleto que lo sostiene suele ser metálico, aunque muchas veces también se fabrica en madera, e incluso en bambú. Otros materiales necesarios incluyen plástico y malla antiáfidos. Esta ficha se enfoca principalmente en los invernaderos.

## Aspectos a considerar

Antes de construir un invernadero, el productor debe analizar los siguientes aspectos:

- ◆ Dado que hay diferentes opciones de ambiente protegido, es conveniente tener claro el tipo de cultivos que se van a desarrollar, así como las características climáticas de la zona. Esta información será útil para definir, por ejemplo, si el invernadero debe ser abierto o cerrado, si debe tener mallas en los costados o si se necesitan ventanas, entre otras características.

- ◆ Un conocimiento claro del mercado también puede ayudar a identificar las características del ambiente requerido, así como su escala y tipo de estructura. ¿La producción se dirige al mercado interno o se va a exportar? ¿Qué cultivos se espera sembrar? ¿Cuál es el volumen de producción que se espera? ¿Existen restricciones de cuarentena?
- ◆ Deben conocerse las condiciones climáticas de la zona, incluyendo datos de temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa y lluvias para los últimos diez años. El Instituto Meteorológico Nacional reúne este tipo de información. También conocer el factor viento juega un papel vital, pues afecta la seguridad del invernadero si es una zona muy ventosa.
- ◆ En Costa Rica existe un “Programa Nacional de Producción Agrícola en Ambientes Protegidos”. El productor puede consultar acerca del mismo en la Agencia de Servicios Agropecuarios local.



Bajo ambientes protegidos se puede producir una amplia diversidad de cultivos.

## Establecimiento del invernadero

Para el establecimiento del invernadero, el productor debe tomar en cuenta los siguientes componentes:

**UBICACIÓN:** El invernadero debe ubicarse en un sitio relativamente plano, con una ligera pendiente



### Beneficios ambientales

- ❖ Al no haber exposición directa a la lluvia, disminuye el lavado de agroquímicos y la consecuente contaminación del suelo, aguas subterráneas y ríos y quebradas.
- ❖ Es posible desarrollar cultivos con menor dependencia de plaguicidas y, por tanto, más amigables con el ambiente.
- ❖ Un entorno más sano es garantía de una mayor sostenibilidad en la producción de bienes y servicios ambientales.

para evitar el deterioro del plástico por el almacenamiento de aguas en los canales o techo.

**SUELO:** El invernadero debe construirse sobre un buen suelo, que no sea muy arenoso o muy arcilloso.

**TIPO DE INVERNADERO:** Hay que asegurarse de seleccionar el tipo adecuado a las condiciones del entorno. Por ejemplo, el invernadero puede ser cerrado o abierto a los lados.

**TAMAÑO:** No existe un tamaño estándar de invernadero, ya que el mismo depende de diferentes condiciones. El productor debe evaluar sus necesidades y requerimientos específicos (tipo de cultivo, volumen de producción, otros) para decidir el tamaño del invernadero que va a levantar.

**ESTRUCTURA O SOSTÉN:** El “esqueleto” del invernadero puede ser de metal, madera o bambú.

**CUBIERTA O PROTECCIÓN:** En Costa Rica se suele emplear el plástico, siendo el polietileno el más accesible. Se recomienda un grosor entre 100 y 200 micrones. En los laterales es común usar malla antiáfidos, ya sea en la totalidad de las paredes o haciendo “ventanas” protegidas con esta malla.

**ACCESO Y PILETA DE DESINFECCIÓN:** El invernadero, si no es abierto, debe tener una doble

puerta de acceso, con un pediluvio con desinfectante (por ejemplo, amonio cuaternario) para las suelas de los zapatos.

**FORMA DE SIEMBRA:** Lo más común en ambiente protegido es la siembra en camas, tal y como se hace en campo. En algunos casos también se emplean bolsas o camas elevadas.

**RIEGO:** Al tratarse de un ambiente cubierto, se requiere de la instalación de un sistema de riego para su funcionamiento (ver ficha 14 “Riego por goteo”).

**CONTROL DEL AMBIENTE:** Se habla de “ambiente controlado”, cuando se controlan diversos factores en el interior del invernadero, como la temperatura, ventilación y humedad del aire. Esto se logra, por ejemplo, usando mallas de sombreado, abanicos, nebulizadores y otros equipos.



## Costos

Los costos van a variar dependiendo de las características del modelo de invernadero que se desea construir, del tamaño requerido, de si la estructura es de metal (más cara) o de madera (más barata) y de los demás componentes.

Un invernadero pequeño de 5 x 12 metros (60 m<sup>2</sup>), con estructura metálica, puede costar cerca de ¢900.000 (estimado en colones de 2010), sin incluir las camas ni sustratos, siendo el sostén de metal el rubro más alto (40% del total) y la mano de obra el segundo rubro más alto (28% del total). Otros rubros importantes son el plástico y la malla, con un 16% del total. El resto corresponde a gastos menores (bisagras, aldaba, candado, cemento, pintura, arena y piedra, entre otros).



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Se mejora notablemente el rendimiento de los cultivos en relación con el cultivo a campo abierto.
- ❖ Se emplea más mano de obra en la misma superficie sembrada. Además, un invernadero bien manejado genera empleo todo el año.
- ❖ Se reducen los gastos en plaguicidas.
- ❖ El horario de trabajo depende menos de condiciones climáticas como lluvia.



Invernadero con estructura de madera.

Si se incluye la instalación de un sistema de riego, se deben sumar ¢60.000, de los cuales el rubro mayor es la bomba de agua de ½ caballo de fuerza, con un costo aproximado de ¢25.000. Para la instalación de un invernadero es mejor buscar personas especializadas en este tipo de estructuras.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

# Solarización

La solarización es una práctica que aprovecha la energía solar para desinfectar el suelo antes de la siembra, eliminando organismos patógenos (hongos, nemátodos) y reduciendo poblaciones de larvas de insectos y semillas de plantas espontáneas. Es un tratamiento hidrotérmico, en el que se aprovecha la temperatura de la energía del sol, así como el vapor del agua presente en el suelo. Este proceso se activa al cubrir el suelo húmedo con plástico transparente, durante la época de mayor radiación solar. Aunque puede emplearse para ciertos cultivos como el melón y hortalizas, su uso más común es en almácigos o semilleros, ya sea a campo abierto o en invernadero.

La solarización es una alternativa ambientalmente amigable, ya que la energía solar y el vapor de agua son recursos limpios que pueden aprovecharse para desinfectar el suelo a través de la solarización, sin provocar contaminación y con un nivel de efectividad similar al de los desinfectantes químicos. Además, esta práctica es compatible con otras tecnologías dentro del concepto de Manejo Integrado de Cultivos (ver ficha 4 “Manejo integrado de cultivos”).

Se ha probado que la solarización es muy efectiva en comparación con tratamientos químicos –como fungicidas, nematicidas e insecticidas– y con gases fumigantes como el bromuro de metilo que, además de ser tóxico y de difícil manejo, deteriora la capa de ozono.

## Condiciones básicas

- ◆ La solarización es ideal principalmente para áreas pequeñas como semilleros, aunque también puede usarse en el campo, en áreas dedicadas al cultivo de hortalizas y melón.
- ◆ La solarización suele funcionar mejor en la época más calurosa del año, normalmente entre diciembre y abril en el Pacífico Central y Norte y el Valle Central.



Solarización en el cultivo del melón.



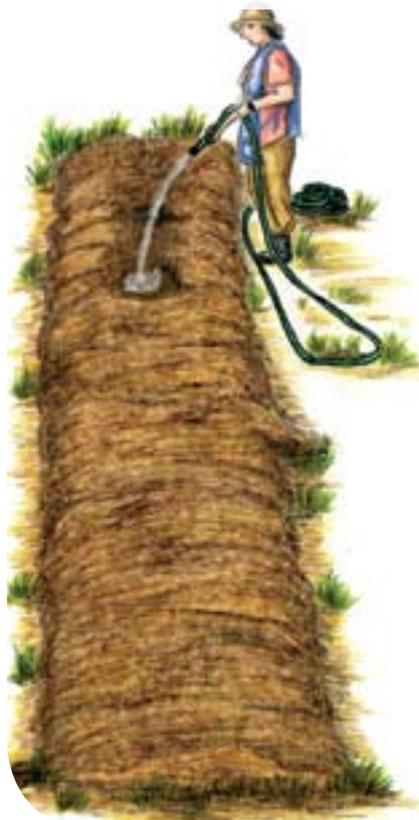
Los bordes de la cama deben quedar bien sellados.

- ◆ La solarización es una acción combinada del calor y la humedad. Para lograr una adecuada desinfección, hay que asegurarse que el suelo se mantenga húmedo durante el período de la cobertura, ya que el agua conduce el calor a través del suelo.
- ◆ Para mejores resultados se requiere de un encamado, para luego colocar el plástico sobre las camas o eras. El suelo en las camas debe estar nivelado y desmenuzado.
- ◆ El plástico debe ser transparente. Se recomienda usar plásticos con un grosor entre 25 y 50 micras. Deben hacerse pruebas con diferentes grosores para identificar el más efectivo para las condiciones particulares de la zona.
- ◆ Se requiere un tiempo de exposición de 30 a 45 días en la época seca y de seis a ocho semanas en la época lluviosa.
- ◆ Existen algunas plantas de crecimiento espontáneo muy resistentes a este tratamiento, como el coyolillo (*Cyperus rotundus*), por lo que la solarización puede resultar inefectiva, obligando a emplear otros métodos de control.
- ◆ Normalmente la solarización funciona mejor en zonas cálidas. Para su uso en zonas de clima frío, se recomienda experimentar antes para conocer sus resultados.

## Cómo se hace

- ◆ Primero se deben hacer las camas. Hay que asegurarse de que el suelo esté nivelado y desmenuzado, libre de plantas de crecimiento espontáneo, terrones o piedras que puedan dañar el plástico o crear bolsas de aire que reduzcan la conducción del calor.

1. Se humedece el suelo



2. Se coloca el plástico



3. Se retira el plástico y se siembra



- ◆ Cuando las camas estén hechas, la tierra debe remojarse bien, dado que el agua es un ingrediente esencial por su rol de conducir el calor a través del suelo.
- ◆ Se coloca el plástico transparente sobre cada una de las eras o camas, cubriendo totalmente, luego se sellan todas las orillas con tierra para asegurar que el calor no se disipe.
- ◆ Dependiendo del cultivo, el plástico se deja de 30 a 45 días para que la solarización haga efecto, eliminando organismos patógenos (hongos, nemátodos), larvas de insectos, semillas de plantas espontáneas y otros. Durante ese tiempo, se aprovecha la energía del sol para producir vapor de agua y aprovechar su acción desinfectante.
- ◆ Si durante la época seca se usa por más tiempo, podría dañar a microorganismos benéficos del suelo. Durante la época lluviosa, en condiciones normales el tiempo de solarización podría tomar de seis a ocho semanas.
- ◆ Transcurrido el tiempo de solarización, se quita el plástico y se recoge, disponiendo adecuadamente de él. Debe evitarse remover el suelo en las camas.
- ◆ A continuación, se procede a la siembra. Generalmente se trata de almácigos o semilleros, así como el cultivo de hortalizas o melón.



### **Beneficios ambientales**

- ❖ Se evita la contaminación de suelos, aguas subterráneas, ríos y quebradas por pesticidas de alta toxicidad.
- ❖ Al evitar el uso de pesticidas como el bromuro de metilo, se contribuye a la protección de la capa de ozono.



Con la solarización se obtiene mejor germinación y plántulas más sanas.



Se deben retirar terrones y piedras para evitar bolsas de aire.



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Disminuyen los riesgos a la salud humana que se presentan con la desinfección química del suelo.
- ❖ Se controlan hongos, nemátodos y plantas de crecimiento espontáneo, en forma eficiente.
- ❖ Se incrementa la germinación en almácigos-semilleros.
- ❖ Se reduce la aplicación de plaguicidas o desinfectantes químicos, así como los riesgos asociados y se bajan los costos.
- ❖ La solarización contribuye a incrementar el vigor de las plantas, así como la cosecha, incluso en comparación con desinfectantes químicos.
- ❖ Es compatible con otras prácticas dentro del concepto de Manejo Integrado de Cultivos.



## Costos

**Cuadro 1: Insumos y costos relacionados a diferentes tareas**  
(costo estimado/10 m<sup>2</sup>)<sup>1</sup>

	Colones/ 10 m <sup>2</sup>
Plástico 35-40 micras	¢670
Trabajo de colocación (2hs/80 m <sup>2</sup> )	¢140
Trabajo de limpieza en parte no solarizado	¢980
<b>Costo total</b>	<b>¢1.790</b>

1. Costos estimados en colones del 2010.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Riego por goteo

El riego por goteo consiste en el uso del agua para el cultivo de un modo en el que no se desperdicie. Este sistema permite conducir el agua hasta los cultivos mediante una red de tuberías y aplicarla a través de emisores o “goteros”, que entregan pequeños volúmenes del líquido en forma periódica. El agua se aplica en forma de goteo, por lo que el sistema también se conoce como “riego gota a gota”.

En la actualidad, el riego por goteo ha cobrado importancia, debido a diversos factores:

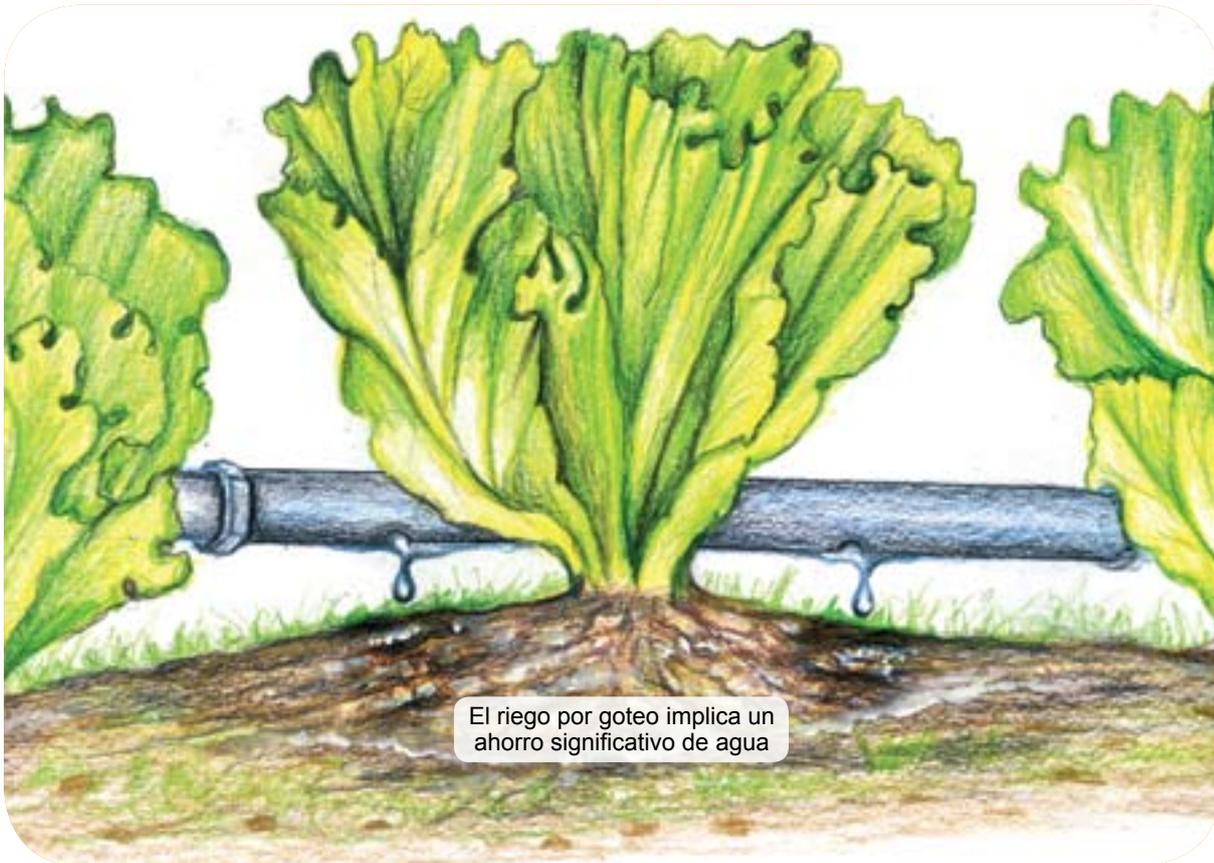
- ◆ El agua puede ser una limitante para la producción, especialmente donde la disponibilidad de líquido disminuye en la estación seca, como son el Pacífico Norte y Central y el Valle Central.
- ◆ Actualmente hay una creciente presión por conservar recursos naturales escasos, evitando acciones como el gasto innecesario de agua en épocas de escasez.
- ◆ El costo de los sistemas convencionales, como el riego por gravedad, es alto, lo que exige buscar alternativas que aumenten la eficiencia en el uso del agua, al tiempo que disminuyen los costos. En este contexto, el riego por goteo es una buena opción.

Con el sistema de riego por goteo, sólo se humedece una parte del suelo, de donde la planta puede obtener el agua y los nutrientes que necesita, por lo que su aprovechamiento es mucho más eficiente. Esto implica riegos frecuentes y hasta diarios, pero aún así se economiza mucha agua. Estas características del riego por goteo ofrecen una serie de ventajas tanto agronómicas como económicas que se exponen más adelante.

El riego por goteo es una técnica de amplio uso y en Costa Rica su uso es común en cultivos en



El sistema de riego por goteo dosifica el uso del agua en el cultivo.



El riego por goteo implica un ahorro significativo de agua

áreas pequeñas como hortalizas, ya sea en campo o en ambiente protegido. Como ejemplo está la fresa en las faldas del volcán Poás, así como el tomate en el Valle Central.

Una ventaja del riego por goteo es que puede aplicarse en conjunto con la fertilización líquida del cultivo, logrando así un ahorro importante en el trabajo dedicado a esta actividad. Para esto se inyecta el fertilizante al sistema de riego. Otra ventaja es que funciona muy bien a bajas presiones, por lo que es ideal para zonas donde la presión disponible no es muy elevada.

## Principales componentes

Los siguientes son los principales componentes de un sistema de riego:

**UNA FUENTE DE PRESIÓN:** Ésta puede ser una bomba para agua o un tanque que esté al menos 10 metros más arriba del nivel del terreno a regar.

**LÍNEA DE PRESIÓN:** Es una tubería de PVC que traslada el agua con presión desde el tanque o la bomba hacia el cabezal.

**CABEZAL DE RIEGO:** Se ubica después de la línea de presión y está compuesto por válvulas que controlan el flujo y la entrada de agua al sistema. Cuenta con un filtro para evitar que se obstruya el sistema.

**PORTA-REGANTES:** Es una tubería de PVC que lleva el agua desde el cabezal de riego hasta tubos secundarios de los que se instalarán las cintas de goteo, o mangueritas.

**CINTAS DE GOTEO:** Sostienen los goteros que van a depositar el agua en el cultivo.

**GOTEROS:** Depositán el agua directamente al cultivo. Cada gotero o punto de goteo puede emitir de 1 a 2 litros de agua por hora durante el tiempo que se mantenga abierto el sistema. Existen



Filtro de arena y limo (hidro-ciclón).

varios tipos de gotero, por lo que es conveniente seleccionar el más apropiado a las condiciones existentes.

### Aspectos a tomar en cuenta

Antes de decidir si instalar o no un sistema de riego por goteo, se deben tomar en cuenta al menos los siguientes aspectos:

- ◆ Se necesita disponibilidad permanente de agua (tanque de captación, pozo).
- ◆ El agua debe ser de calidad (por ejemplo no contener cloro en exceso ni presentar suciedades u otras impurezas).
- ◆ Se necesita de un sistema de filtrado del agua para evitar que las tuberías se obstruyan. Existen varios tipos de filtro con diferentes funciones, como el filtro para arena, el hidro-ciclón (también para partículas de arena y limos), el filtro de anillo y el filtro de malla.
- ◆ El sistema necesita de limpieza y mantenimiento periódico, dado que las tuberías y los goteros se obstruyen con facilidad.
- ◆ Se requiere de mano de obra calificada para operar el sistema y solucionar problemas.



### Beneficios ambientales

- ❖ Se conserva agua al evitar el gasto innecesario, principalmente en zonas secas y en épocas de escasez.
- ❖ Se da un menor lavado del suelo que en un sistema de riego por gravedad.
- ❖ Disminuye el riesgo de lavado de fertilizantes y, por tanto, la contaminación del suelo y de fuentes de agua.



Filtro de anillo.



Conexión hacia cinta de goteo.



El riego por goteo es muy común en el cultivo del tomate.

- ◆ Dado que el sistema es costoso, el productor debe analizar su capacidad financiera para comprar e instalar el equipo.
- ◆ Es importante asesorarse para conocer las diferentes opciones que se tienen.



## Costos

Cada caso puede presentar características y necesidades diferentes en cuanto a la densidad de siembra del cultivo, su demanda de agua, la calidad de los materiales que se emplearán en el sistema de riego, la fuente de agua con la que se cuenta y otros. Los costos específicos varían dependiendo de cada caso. El riego por goteo en el caso de la fresa, ofrece un ejemplo al respecto. La tubería, adaptadores y cinta de goteo tienen un



Riego por goteo en ambiente protegido.



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ El riego por goteo puede combinarse con el desarrollo simultáneo de otras actividades, ahorrando así tiempo y mano de obra.
- ❖ El consumo de agua es inferior al de otros sistemas de riego, pudiendo ahorrarse hasta un 70% de líquido en comparación con el riego por gravedad.
- ❖ La fertilización líquida puede hacerse junto con el riego (fertirrigación), permitiendo un control preciso de las dosis aplicadas de fertilizantes.
- ❖ Disminuye la presencia de plantas de crecimiento espontáneo.
- ❖ Se evitan enfermedades en las hojas o frutos, ya que estas zonas se mantienen secas.

costo entre  $\phi 4.500.000$  y  $\phi 5.000.000$  /ha, incluyendo la mano de obra en la instalación. Este cálculo no incluye la construcción del tanque de captación o el pozo.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Microbeneficio ecológico de café

El microbeneficio ecológico es una facilidad que el pequeño o mediano productor cafetalero puede implementar para el beneficiado del café húmedo y seco en cantidades pequeñas en la propia finca, con un reducido consumo de agua y energía y un manejo adecuado de las aguas residuales. La broza puede emplearse en la elaboración de abonos orgánicos en la propia finca.

El microbeneficiado de café ha crecido en los últimos años en Costa Rica, pues los productores han encontrado en esta actividad una opción que les ofrece amplias ventajas económicas y ambientales, en comparación con el beneficiado tradicional. La zona de Los Santos ha sido una de las regiones productoras de café más beneficiadas con la adopción de esta tecnología, ya que allí se microbenefician cerca de 35.000 fanegas anuales



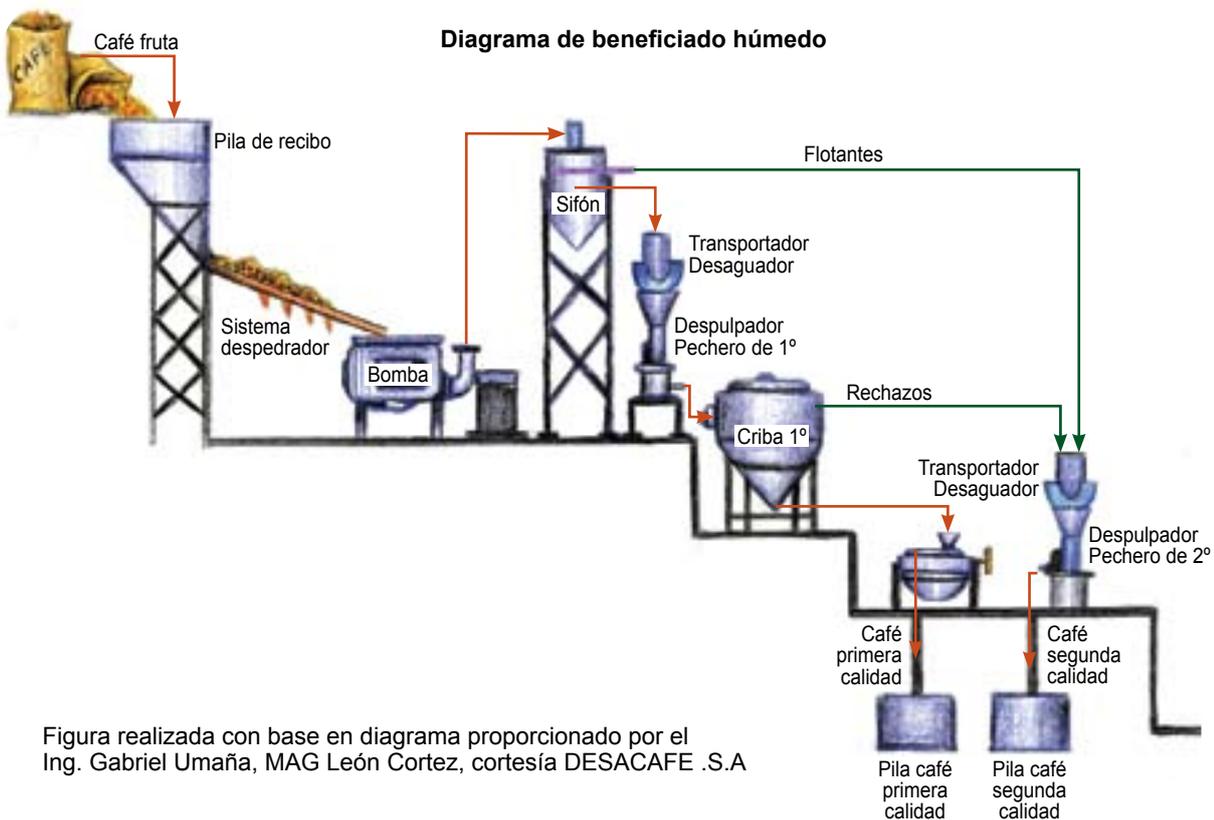
Microbeneficio de la familia Meza en San Pablo de León Cortés.

y su uso va en aumento. Los productores-beneficiadores atestiguan los impactos ambientales, económicos y sociales positivos recibidos, por lo que incluso han creado su propia asociación.

### Aspectos a considerar

Al tomar la decisión de instalar un microbeneficio, el productor debe tomar en cuenta lo siguiente:

- ◆ El microbeneficio puede ser más provechoso para un productor que tiene su propia finca cafetalera.
- ◆ Se debe contar con suficiente agua limpia. Para procesar 10 fanegas, se necesitará un tanque con 1.000 litros de agua.
- ◆ El productor debe estar dispuesto a aprender acerca del procesamiento de café, manejo de la humedad, calidades, catación, mercadeo y otros temas.
- ◆ Existen diseños de varios tipos y costos, por lo que es necesario asegurarse de adquirir el que mejor se adapte a las necesidades y posibilidades económicas del productor.
- ◆ La inversión dependerá del tamaño del microbeneficio requerido y de equipo adicional deseado, como un tostador o un molino. Hay que asegurarse de contar con una fuente de financiamiento.
- ◆ Las diferentes actividades asociadas al microbeneficio pueden generar trabajo para familiares y vecinos.
- ◆ Debe tomarse en cuenta que el día de trabajo en el microbeneficio es largo, llegando hasta altas horas de la noche.



- ◆ Para un microbeneficio con un área de secado para 500 fanegas al año, se requieren 750 m<sup>2</sup> de construcción y 2.000 m<sup>2</sup> de pasto para riego con las aguas del beneficiado.
- ◆ El microbeneficio debe inscribirse en el ICAFE. También hay que contar con un permiso sanitario de funcionamiento del Ministerio de Salud y una autorización de la Secretaría Técnica Ambiental, SETENA.
- ◆ Al igual que en el beneficiado tradicional, en el microbeneficiado debe tenerse mucho cuidado para mantener la calidad del café. El café debe cosecharse maduro, debe beneficiarse el mismo día de la cosecha, debe alcanzar los porcentajes de humedad requeridos y almacenarse en condiciones que mantengan su calidad.
- ◆ Al igual que en un beneficio convencional, una vez instalado el microbeneficio, el procesamiento del café pasa por dos fases, la fase húmeda y la fase seca. Estas se explican más adelante.



## Beneficios ambientales

- ❖ El consumo de agua por fanega se reduce de 7 a 10 veces.
- ❖ El agua residual se usa en regar pastos, evitando la contaminación de ríos y quebradas.
- ❖ El uso de energía solar en el presecado disminuye drásticamente el consumo de leña, contribuyendo con la conservación de la biodiversidad y fijación de carbono.
- ❖ Con un menor consumo de leña, se mantiene más cobertura vegetal y hay menor erosión.
- ❖ Los residuos del beneficiado pueden emplearse en la elaboración de abonos orgánicos: de 500 fanegas de café se obtienen 52 toneladas de broza y 10 metros cúbicos de mieles, de los que se derivan hasta 13 toneladas de abono.

## Fase húmeda

La fase húmeda se desarrolla de la siguiente forma:

- ◆ La fruta se recibe en uno o varios tanques y, de allí, se transporta en un tornillo-sin-fin a la canoa despedradora.
- ◆ La fruta viaja a través de la canoa por medio de agua y las piedras y otros objetos pesados quedan en el fondo.
- ◆ El café pasa al sifón de flotes para la primera selección del grano, donde el mejor café se separa de los granos secos y vanos.
- ◆ En el tanque escurridor la fruta se separa del agua, que regresa al sifón de recibo, mientras que el café continúa hacia el despulpador.
- ◆ El despulpador pela el café y separa la semilla de la pulpa. Aquí se genera el primer residuo, la broza, que luego puede transformarse en abonos orgánicos.
- ◆ La criba consiste de un cilindro que, al girar, empuja los granos de café para clasificarlos de acuerdo a su calidad.
- ◆ Se debe tener un campo empastado, que es el receptor de aguas mieles. Otra opción es conducir esas aguas a un biodigestor.

## Fase seca

- ◆ El presecado tiene lugar en patios de cemento o sobre “camas africanas” y permite bajar la

humedad el café en pergamino hasta el 30%. Si hay suficiente espacio, puede continuarse el secado allí mismo, para bajar la humedad al 11% requerido para pelar el café.

- ◆ Hay que poner especial cuidado a la relación entre recibo-secado: El café se recibe y procesa a diario pero el secado en patio hasta el 11% puede tardar de 6 a 13 días, según las condiciones climáticas.
- ◆ Otro sistema de secado que baja la humedad al 11% son túneles con piso de cemento y techo de plástico, que funcionan con energía solar.
- ◆ El secado mecánico emplea hornos que envían calor a pilas estáticas o guardiolas giratorias que contienen el café. Cuando la humedad llega al 11%, el café se almacena. El horno se alimenta con leña o cascarilla de café.

## Preservación y comercialización

- ◆ El pergamino o cascarilla protege al grano de la humedad y conserva su calidad. El café se pela sólo cuando se va a comercializar, pasando de pergamino a “oro”. Una vez pelado, su duración se reduce. Debido al costo del equipo, el productor puede llevar su café a pelar a otros beneficios de mayor tamaño.



Secado de café en túneles plásticos.



Secado de café en guardiola.



El café tostado o molido adquiere mayor valor en el mercado.

- ◆ Si el productor tiene la oportunidad de vender el café directamente al consumidor, puede adquirir un tostador y un molino. También podría crear su propia marca. Es importante tener en mente que el café molido disminuye su calidad más rápidamente que en pergamino o en oro.



## Costos

La inversión es variable, dependiendo del tipo de microbeneficio que se seleccione. El costo mínimo de la inversión es de ¢12.000.000 (costo en colones de 2010) para una estructura que procese 3 fanegas por hora y una cosecha de 150 fanegas y puede llegar de ¢35.000.000 a ¢50.000.000



## Beneficios socioeconómicos

- ✦ Aunque la inversión inicial es alta, ésta puede recuperarse en poco tiempo.
- ✦ El productor podría comercializar su propio café y obtener mejores precios. Podría venderse en pergamino o café oro a exportadores y tostado o molido a consumidores finales. Algunos productores tienen su propia cafetería y venden parte del café en taza.
- ✦ Se tiene mayor control sobre la calidad del café que se procesa, por lo que podría ofrecerse como un producto diferenciado, al conocer exactamente su origen y calidad.
- ✦ El café en pergamino puede almacenarse por varios meses, dando más tiempo al productor para negociar con sus clientes.
- ✦ Subproductos como la broza pueden emplearse en su propia finca, en la forma de abonos orgánicos.
- ✦ Un mayor control del procesamiento y la venta le permitirán al productor y su familia aplicar conocimientos en agroindustria, ambiente, turismo, mercadeo, idiomas, computación y otros, generando oportunidades laborales para adultos y jóvenes.

para un beneficio con capacidad de 500 a 1.200 fanegas por cosecha. Hay varias empresas que fabrican microbeneficios, por lo que el productor debe asesorarse para seleccionar el más apropiado para sus necesidades.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles integran árboles en la producción ganadera para aprovechar mejor sus beneficios productivos y ambientales (ficha 8 “Sistemas agroforestales”). Lo ideal es que en el potrero hayan diferentes especies de árboles que aporten bienes y servicios diversos y complementarios: madera, sombra, leña, frutos, alimentos y refugio para animales domésticos y silvestres.

Los árboles brindan sombra en los potreros, lo que favorece una mayor capacidad de producción y multiplicación del ganado y permiten que las reses se encuentren en mejores condiciones en las épocas críticas, como la estación seca. Los potreros con sombra aumentan la capacidad de infiltración del agua en el suelo, lo que reduce los problemas de erosión, especialmente en laderas.

A continuación se explican dos opciones de sistemas silvopastoriles: árboles y arbustos en potreros y pastoreo en plantaciones maderables y frutales. Estos sistemas son comunes en la actividad agropecuaria y complementan la diversificación de la producción de bienes y servicios en las fincas.

### Árboles y arbustos en potreros

Puede darse un mayor aprovechamiento de las áreas de pastoreo al establecer árboles y arbustos

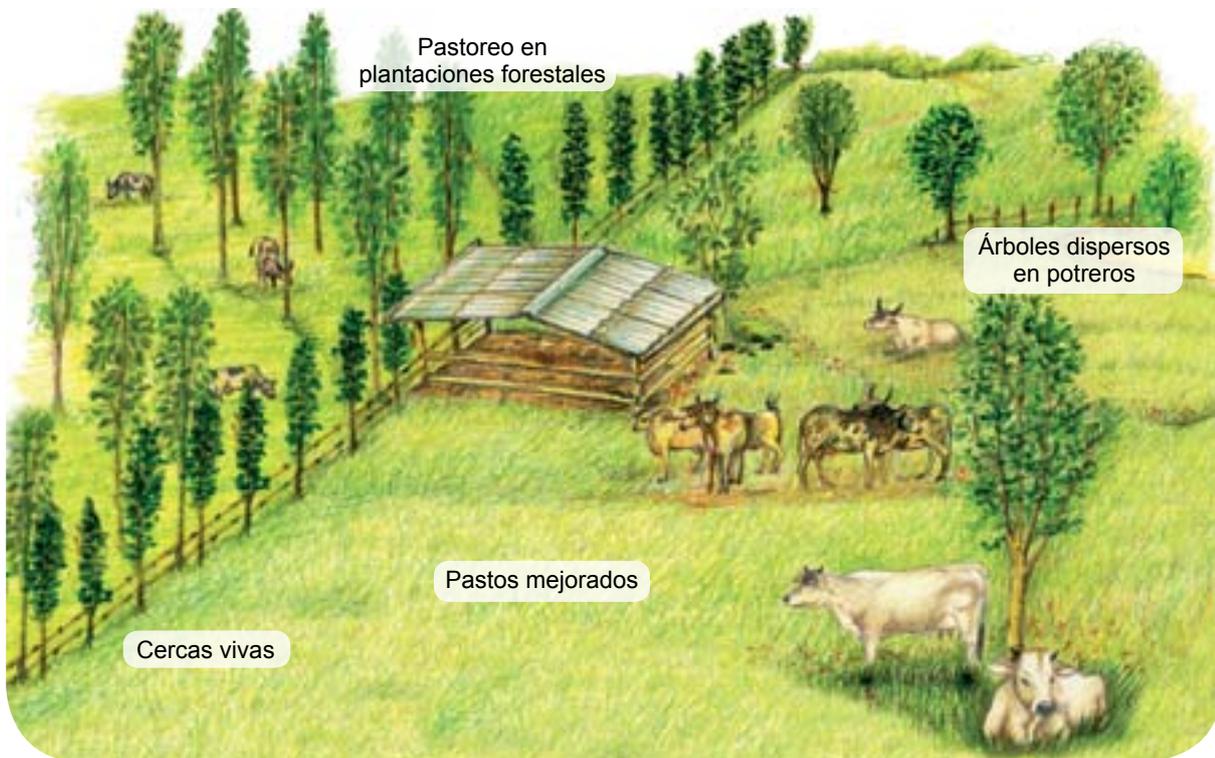


Sistema silvopastoril con árboles y palmeras.

en potreros ya existentes, sea porque se siembran o porque se permite que la vegetación surja de manera natural. Un potrero que tenga de 25 a 40 árboles adultos por hectárea tendrá de un 20 a un 30% de sombra en su área de pastoreo. Se recomienda el uso de pastos como las guineas (*Panicum maximum*), tolerantes a la sombra. Otros, como *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* y *Pennisetum purpureum*, son medianamente tolerantes.

### Siembra de árboles en potreros:

- ◆ Las especies seleccionadas deben adaptarse al tipo de suelo y clima de la zona, ser de raíces profundas, tolerantes a la competencia por luz, agua y nutrientes y contar con un alto valor comercial o uso local.
- ◆ Deben emplearse plantas de buena calidad, bien formadas, vigorosas, sin daños en las raíces o tallos y libres de plagas y enfermedades.
- ◆ Para el caso de árboles maderables, es recomendable usar plantas de viveros, de semillas seleccionadas para asegurar material de buena calidad y mayor sobrevivencia de los arbolitos (ver ficha 11 “Viveros de árboles y arbustos”).
- ◆ Antes de sembrar los árboles en el potrero de la finca, hay que identificar los beneficios deseados. Si se quiere que éstos sirvan para sombra, sus copas deben ser densas. Si se desea obtener madera, hay que buscar especies de copa abierta y de crecimiento vertical. Para contribuir con la conservación de la biodiversidad, deben seleccionarse especies que provean refugio y alimento a la fauna silvestre.
- ◆ El cuadro 1 resume la cantidad de árboles que pueden sembrarse por hectárea, dependiendo de su función.



- ◆ Los árboles deben sembrarse al inicio de las lluvias.
- ◆ Hay que tener cuidado al trasladarlos al campo para que sus hojas, tallos y raíces no se dañen.
- ◆ En el potrero se marcan los sitios donde va a ir cada árbol. Hay que distribuirlos bien para que los animales se desplacen sin obstáculos y la producción de la pastura no disminuya.
- ◆ Se cavan los hoyos donde serán sembrados los árboles, poniendo de un lado el suelo superficial y del otro el suelo proveniente del fondo del hoyo.
- ◆ En el fondo de cada hoyo se recomienda utilizar abono orgánico (ver ficha 1 “Abonos orgánicos”), para ayudar al enraizamiento y el crecimiento vigoroso de los árboles.
- ◆ Si los árboles provienen de vivero, deben quitarse las bolsas y colocarlos en los hoyos, en posición vertical.
- ◆ Es recomendable usar primero la tierra que se sacó de la parte superficial y luego la del fondo del hoyo. El material puede compactarse conforme el hoyo se va llenando.
- ◆ Se realiza una ronda de 0,5 m a cada árbol y se pone una protección para evitar daños

por acción de los animales, de preferencia con materiales de la finca como estacones, madera usada, malla o cedazo, que puedan removerse con facilidad cuando los árboles alcanzan 1,5 m de altura.

- ◆ No debe aplicarse herbicidas ni quemar para controlar las coberturas naturales, ya que esto podría dañar los árboles.
- ◆ El potrero puede pastorearse una vez que los árboles se encuentren bien protegidos.



### **Beneficios ambientales**

- ❖ Se reduce la erosión y degradación de suelos.
- ❖ Aumenta la infiltración del agua en los potreros.
- ❖ La presencia de árboles ayuda en el aumento y protección de la biodiversidad local al funcionar como corredores biológicos.
- ❖ Disminuye la contaminación ambiental al fijarse carbono en los árboles y estos a su vez aportan oxígeno.

**Cuadro I**

Uso deseado	Topografía	Especies recomendadas	Cantidad por hectárea
Sombra	Sitios planos, quebrados o compactados.	mango, guanacaste, higuierón, chilamate.	máximo 12.
Madera	Sitios planos y ondulados.	<b>sitios sin compactar:</b> laurel, cedro, caoba, aguacate, pochote, guachipelín, corteza amarillo. <b>sitios encharcados:</b> espavel y roble	35 a 60.
Leña	Sitios planos o alta pendiente y con suelo superficial.	nance, madero negro.	50 a 85.

Adaptado de Casasola et al. (2005)

- ◆ Luego de los tres primeros meses, los árboles perdidos deben reemplazarse.

### Regeneración natural en potreros

- ◆ La regeneración natural ocurre cuando distintas especies de plantas, arbustos y árboles nacen en forma natural y crecen con poca o ninguna intervención, más allá de un mantenimiento básico.
- ◆ Para establecer un sistema silvopastoril con regeneración natural, se puede permitir el surgimiento espontáneo de la vegetación en las zonas de pastoreo, seleccionando especies de mayor interés, de acuerdo con los usos deseados (sombra, madera, leña, otros).
- ◆ Durante la chapea puede practicarse un raleo, dejando los árboles más rectos y fuertes y favoreciendo su distribución adecuada en el espacio.
- ◆ Para controlar el crecimiento de vegetación natural no deseada, puede hacerse una ronda de 0,5 m en círculo alrededor de cada arbolito.
- ◆ No debe aplicarse herbicida en los potreros, porque daña los árboles en crecimiento y contamina las aguas.
- ◆ Debe evitarse el pastoreo excesivo del potrero para no dañar los arbolitos y reducir la compactación del suelo.
- ◆ Se recomienda conservar en la finca los árboles semilleros de especies útiles.
- ◆ Los arbolitos deben protegerse del ganado, según indicaciones de la sección anterior.

### Manejo de árboles en potreros

- ◆ Aplica para árboles sembrados o de regeneración natural.
- ◆ La chapea frecuente de vegetación natural espontánea en una ronda de 0,5 metros alrededor de cada árbol evita la competencia por agua, luz y nutrientes y permite un crecimiento más rápido.
- ◆ El material chapeado puede dejarse como abono verde (ficha 2 "Abonos verdes") o cobertura (ficha 25 "Cobertura de suelos").
- ◆ El raleo de árboles enfermos, dañados o con copas muy cercanas entre sí mejora la disponibilidad de luz, agua y nutrimentos, permitiendo al resto crecer en mejores condiciones.
- ◆ Cuando los árboles hayan crecido, las ramas bajas deben podarse al final de la época seca, para mejorar la forma del tronco y producir madera de mejor calidad.

### Pastoreo en plantaciones maderables y frutales

Se trata de pastoreo asociado a plantaciones de árboles de alto valor económico por la producción de madera, frutas o semillas, donde la ganadería genera ingresos adicionales o contribuye en el control de vegetación natural espontánea:

- ◆ En plantaciones forestales, los árboles se siembran a 3 x 3 m o 4 x 4 m y luego se ralean según la especie.

- ◆ Para frutales de árboles grandes como el mango, se necesita al menos una distancia de siembra de 10 x 10 a 12 x 12 m entre los individuos. En frutales de árboles pequeños como la naranja, el limón y la mandarina, se requiere una distancia de 8 x 8 a 10 x 10 m.
- ◆ Pueden sembrarse en espaciamiento con forma de triángulo, cuadrado o rectángulo.
- ◆ Entre los árboles de la plantación puede estimularse la regeneración de pasturas naturales o el establecimiento de pastos mejorados, siempre que los costos lo permitan.
- ◆ El ganado aprovecha la pastura disponible, contribuyendo a bajar los costos del control de la vegetación natural espontánea en la plantación. El pastoreo puede iniciar cuando los árboles tienen un tamaño y una altura adecuada para que los animales no los dañen, lo que dependerá de la especie.
- ◆ Debe controlarse la carga animal en plantaciones bajo pastoreo, así como el tipo de animales que pueden ingresar a esos terrenos, para evitar el pisoteo de las raíces superficiales de las especies cultivadas.



## Beneficios socioeconómicos

- ✦ La producción ganadera se favorece por la disponibilidad de sombra y de forrajes de mejor calidad nutritiva.
- ✦ Los ingresos se diversifican e incrementan por la venta de carne, leche y quesos a lo largo del año y por la producción de frutas, leña, madera, semillas, forrajes y servicios ambientales.
- ✦ En plantaciones maderables y frutales se invierte menos dinero en restauración de potreros y en el control de coberturas naturales.
- ✦ Se incrementa el aporte de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes, favoreciendo la fertilización de los pastos y cultivos asociados.
- ✦ Los árboles maderables son como ahorro en el banco que aumenta el valor de la finca.



## Costos

Los costos de estos sistemas dependerán de las condiciones, características y recursos disponibles en la finca. Como referencia, el costo aproximado de una hectárea de potrero con árboles dispersos sembrados es el siguiente:

Material	Cantidad	Precio / unidad <sup>1</sup>	Costo <sup>1</sup>
Árboles de vivero <sup>2</sup>	70	¢200	¢14.000
Postes para encierro individual <sup>3</sup>	210	¢300	¢63.000
Alambre de púas (rollos)	7	¢16.700	¢116.900
Grapas (kg)	3	¢960	¢2.880
Mano de obra (jornales) <sup>4</sup>	25	¢6.000	¢150.000
<b>Costo total</b>			<b>¢346.780</b>

1. Costos estimados en colones del 2010. 2. El costo de los árboles de vivero incluye un 15% de replante. 3. El encierro individual consiste en un cerco de tres postes con cuatro hilos de alambre alrededor. 4. Un jornal equivale a 6 horas de trabajo al día.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Pastos mejorados

El pastoreo es la forma más barata que tiene el productor para alimentar el ganado. Existe en el país una diversidad de pastos mejorados de piso como la *Brachiaria brizantha* (variedades Diamantes y Toledo), la *Brachiaria decumbens* y las guineas como el *Panicum maximum* (variedades Tanzania y Mombaza).

Estas especies ofrecen mayor producción de forraje, mejor contenido nutricional y mayor adaptabilidad, resistencia a plagas y capacidad para enfrentar la competencia con vegetación natural espontánea. Permiten resolver los problemas de pérdida de productividad de los pastos tradicionales como el jaragua, el pasto estrella africana y otros.

Con estas especies mejoradas, en combinación con buenas prácticas de establecimiento y manejo (ver fichas 16 “Sistemas silvopastoriles”, 25 “Cobertura de suelos”, 26 “Control de erosión” y 28 “Labranza conservacionista”), pueden obtenerse pasturas de alta producción durante muchos años, siempre que los potreros no se hayan degradado considerablemente. A continuación se describe el procedimiento básico recomendado para el establecimiento y manejo de pastos mejorados bajo un sistema de producción ganadera sostenible.

### **Establecimiento de potreros**

Los potreros se establecen de 15 a 30 días después de que las lluvias se estabilicen y sean continuas. El productor debe seleccionar la especie o variedad de pasto que utilizará en sus potreros, dependiendo del tipo de suelo, topografía de la finca, altitud y clima:

- ◆ Las guineas se adaptan mejor a terrenos planos o ligeramente ondulados, no arcillosos

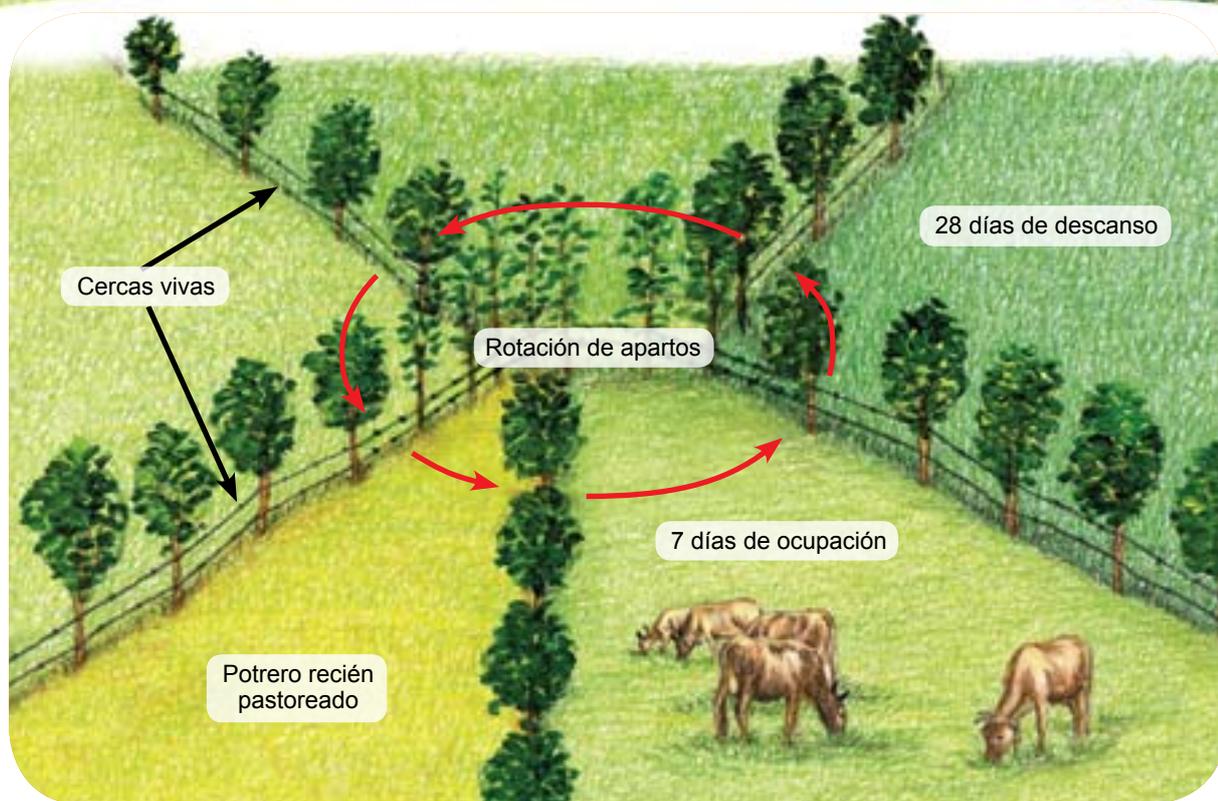


Pasto *Brachiaria* en potrero.

Los pastos mejorados son de buena fertilidad. No se recomiendan para terrenos de ladera porque su crecimiento en cepas no brinda una adecuada cobertura al suelo, exponiéndolo a erosión.

- ◆ Las brachiarias se adaptan mejor que las anteriores a suelos de mediana fertilidad y pueden utilizarse en terrenos de pendientes, ya que por su crecimiento rastrero cubren mejor el suelo.
- ◆ Las mezclas de guineas con brachiarias no son satisfactorias, porque las primeras son más precoces y dificultan el manejo del potrero.

Para establecer el potrero, se recomienda utilizar el método de labranza cero (ver ficha 28 “Labranza conservacionista”). Como ejemplo, en la Región Chorotega se distribuye la semilla del pasto al voleo y luego se chapea el terreno, antes de que la semilla germine. Posteriormente, la vegetación natural que va emergiendo se controla de forma manual. En sistema convencional, para eliminar la vegetación natural espontánea puede aplicarse herbicida de acción total, como el glifosato, cuando las hierbas a eliminar tengan de 10 a 15 cm de altura y estén en crecimiento. Entre 5 y 8 días des-



pués de aplicado el herbicida, la semilla del pasto se distribuye al voleo. Ésta debe tratarse antes con insecticida sistémico para proteger la plántula en sus primeros días. No debe quemarse el terreno con fuego antes de establecer el potrero. Hay que asegurarse de que el pasto ofrezca una cobertura del suelo mayor al 80% dentro del potrero.

## Manejo de potreros

El pastoreo rotacional es un sistema que, bien planificado, permite aprovechar el pasto en el momento óptimo de calidad y máxima producción, sin sobrepastorear el potrero. Incluye el manejo de los siguientes aspectos:

**PERÍODO DE DESCANSO:** Es el tiempo que un potrero necesita para recuperarse después del retiro del ganado y lograr la mayor cantidad de forraje posible de buena calidad. Un período corto reduce el volumen de pasto disponible, mientras que uno largo afecta la calidad y el aprovechamiento del forraje por los animales. El pasto jaragua necesita 35 días de descanso, las brachiarias se recuperan a los 28 días y las guineas lo hacen

en 24 días. Una forma práctica de conocer si caducó el tiempo que debía pastorearse el potrero, es cuando las hojas de arriba de la pastura se vuelven amarillentas.

**PERÍODO DE OCUPACIÓN:** Es cuando los animales pastorean en un potrero. Depende del tipo de pasto, de las condiciones climáticas (entre más seco, menos días de ocupación) y del tiempo de descanso entre dos pastoreos. El momento óptimo para iniciar el pastoreo es cuando las hojas bajas de la planta se tornan amarillentas. Cuando el ganado recorta y despunta el pasto, debe quedar el tallo y parte de las hojas, para que sea posible su recuperación, se asegure la cobertura del suelo y se evite la propagación de vegetación natural. Al retirar los animales, la pastura debe quedar a unos 40 cm de altura. Es recomendable que el período de ocupación no pase de 6 o 7 días ya que, después de ese periodo, el pasto rebrota y los animales podrían consumirlo aún tierno, deteriorando la pastura. La finca debe disponer de la mayor cantidad posible de apartos, para utilizar períodos de ocupación más cortos y aprovechar mejor el pasto mejorado.

**CARGA ANIMAL:** Es el número adecuado de animales que pastorea un potrero durante un período de ocupación determinado y se expresa como “unidades animal por hectárea” (UA/hectárea), donde una unidad animal equivale a 400 kg de peso vivo. Para calcular la capacidad de carga, se parte de la cantidad de forraje disponible, tomando en cuenta el consumo promedio de una unidad animal, como sigue:

- ◆ Una hectárea de *B. brizantha* sin fertilización durante la época lluviosa produce unos 4.000 kg de material fresco, durante un período completo de recuperación de 30 días.
- ◆ Del total de forraje, el ganado solo aprovecha un 60% por lo que, en una hectárea, habrían 2.400 kg de material disponible.
- ◆ Un animal consume el 10% de su peso en forraje fresco, por lo que una vaca de 400 kg consume 40 kg por día.
- ◆ La capacidad de carga se calcula dividiendo el forraje disponible de 2.400 kg entre el consumo diario de 40 kg por animal, esto se multiplica por los días de descanso que necesita la pastura de 30 días, lo que da una capacidad de carga de 2 UA por hectárea.
- ◆ Si la finca dispone de 25 hectáreas divididas en 5 apartos, tiene una capacidad para manejar 50 animales de 400 kg durante la estación lluviosa, con períodos de ocupación de 7 días máximo y períodos de descanso de 30 días.
- ◆ También puede determinarse la capacidad de carga de una pastura al observar el



Pasto *Brachiaria* después de la ocupación del ganado.



## Beneficios ambientales

- ❖ Al producir más forraje en ciertas áreas de la finca, se liberan otras para protección de bosques y ríos.
- ❖ Se incrementa la materia orgánica en los suelos, que se conservan mejor.
- ❖ Aumenta la humedad e infiltración del agua en el suelo, gracias a la cobertura vegetal que ofrecen los pastos.
- ❖ Con la rotación de los potreros, hay menor pisoteo y compactación y menor degradación del suelo.
- ❖ La acumulación de carbono en el suelo aumenta por la hojarasca del pasto.

comportamiento del potrero en los distintos ciclos de pastoreo. Si a los 7 días sobra pasto, se usan más animales; si se termina antes, se reduce la cantidad de animales en pastoreo para los siguientes ciclos.

- ◆ En la época seca hay que bajar la carga animal y evitar el sobrepastoreo de los potreros.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS APARTOS:** Para lograr mayores rendimientos de carne y leche, los potreros se dividen en apartos, lo que permite un mejor control de los períodos de descanso y ocupación y el consumo del pasto en un punto óptimo. Se obtienen potreros más uniformes en forraje, mejor control sanitario de los animales y una distribución pareja de los excrementos en el terreno.

- ◆ Una finca debe tener un mínimo de 5 apartos para poner en práctica un sistema de rotación con 7 días de ocupación que es lo máximo recomendable, con 28 días de descanso. Este manejo permite la recuperación de los *Brachiarias* y las guineas. Si la finca tuviera dos lotes de ganado que deben manejarse separados, debe tener al menos 10 apartos en este mismo ciclo de rotación.

- ◆ De preferencia, debe realizarse un control manual de la vegetación natural espontánea, evitando la aplicación de herbicidas.
- ◆ Los sistemas de pastoreo deben disponer de bebederos y saladeros establecidos con criterios de sostenibilidad (ver ficha 21 “Abrevaderos y saladeros”) y acompañarse de suplementos alimenticios para llenar las necesidades de energía, proteína, minerales y vitaminas de los animales (para opciones de suplementación de alimentos e infraestructura, ver fichas 18 “Bancos forrajeros”, 19 “Ensilaje y henificación para épocas críticas”, 20 “Bloques nutricionales proteicos” y 22 “Estabulación de ganado”).
- ◆ En los potreros se dejan los árboles existentes o se siembran nuevos y se establecen cercas vivas o cortinas rompevientos en sus linderos (ver fichas 9 “Cercas vivas”, 10 “Cortinas rompevientos” y 16 “Sistemas silvopastoriles”).
- ◆ Para mejorar la sostenibilidad de la actividad ganadera, se recomienda el uso de cercas



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ El pastoreo rotacional incrementa la eficiencia y productividad de las fincas, en comparación con el pastoreo tradicional.
- ❖ La productividad de carne y leche aumenta por animal y por área, al emplearse pastos mejorados de mayor productividad y calidad nutritiva.
- ❖ Animales mejor alimentados se venden a mejores precios tanto en la estación de lluvias como en la seca, incrementando el nivel de vida del ganadero y su familia.

y árboles en los potreros. En zonas de alta intensidad de viento, se deben establecer cortinas rompevientos, lo que incrementará los beneficios ambientales y económicos en la finca.



## Costos

Los costos de establecimiento de una hectárea de pasto *Brachiaria brizantha* bajo el método de labranza cero son los siguientes:

Rubro	Cantidad	Costo unitario <sup>1</sup>	Costo total <sup>1</sup>
Aplicación de herbicida	5 horas	¢3.500	¢17.500
Semilla	5 kg	¢6.000	¢30.000
Voleo de semilla	5 horas	¢1.000	¢5.000
Herbicida Glifosato	1 galón	¢26.500	¢26.500
Insecticida	100 gr	20	¢3.000
<b>Costo total</b>			<b>¢82.000</b>

1. Costos estimados del 2010.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Bancos forrajeros

Los bancos forrajeros son altas densidades de vegetación que ofrecen recursos de alimentación para que el ganado cuente con una dieta balanceada en energía y proteínas, especialmente en época seca (ver también fichas 8 “Sistemas agroforestales” y 16 “Sistemas silvopastoriles”). Generalmente se usan plantas de rápido crecimiento, resistentes a podas frecuentes, que rebrotan con facilidad y que dan muchas hojas en época seca y lluviosa.

Los bancos forrajeros aumentan la disponibilidad y calidad de forrajes en la estación seca, logrando que el ganado produzca más carne y leche y mejorando los ingresos del productor. Además, una mejor alimentación evita los problemas reproductivos. Estos bancos pueden clasificarse en energéticos, proteicos y de pastos de corte.

### **Bancos energéticos**

Son bancos forrajeros que proporcionan altos niveles de energía. La principal especie utilizada es la caña de azúcar. Recomendaciones:

- ◆ Para alimentar 5 vacas adultas con caña, se siembra un área de 1.527 m<sup>2</sup>, para 15 animales son 4.583 m<sup>2</sup> y para 30 vacas son 9.166 m<sup>2</sup>.
- ◆ Se limpia el terreno con dos pasadas de arado de bueyes o maquinaria con arado de cincel (ver ficha 28 “Labranza conservacionista”), se trazan los surcos a 1,5 m entre sí y se les da forma con una pala carrilera.
- ◆ A la siembra, se aplica abono orgánico al surco (ver ficha 1 “Abonos orgánicos”) y se cubre con una capa delgada de suelo.
- ◆ Cuando la planta alcance un metro, se aplica fertilizante orgánico a todo el surco (ver ficha 1 “Abonos orgánicos”). Si el cultivo ya se cosechó, se hacen tres aplicaciones de abonos orgánicos, una al inicio de las llu-

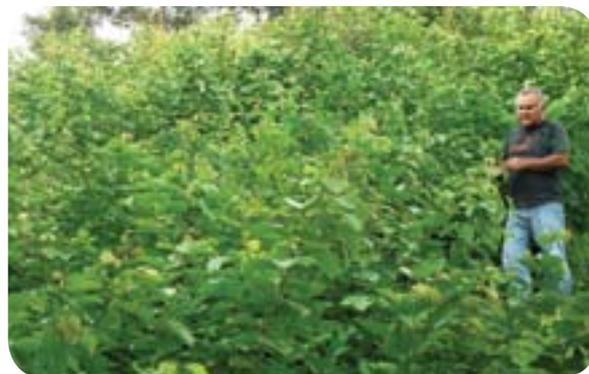
vias, otra aplicación dos meses después y la última al finalizar.

- ◆ La semilla se coloca a doble caña, partiéndola cada dos o tres nudos, sin dañar las yemas. Se usa una caña vigorosa y sana, de variedad suave, sin pelo. Se usan 10 carretas por hectárea (10 toneladas).
- ◆ Si la caña se corta en verano, se cosecha toda la planta desde el nivel del suelo, sin dejar troncos, lo que estimula un rebrote uniforme. En época de lluvias, se aprovecha la planta sazona, dejando los rebrotes.

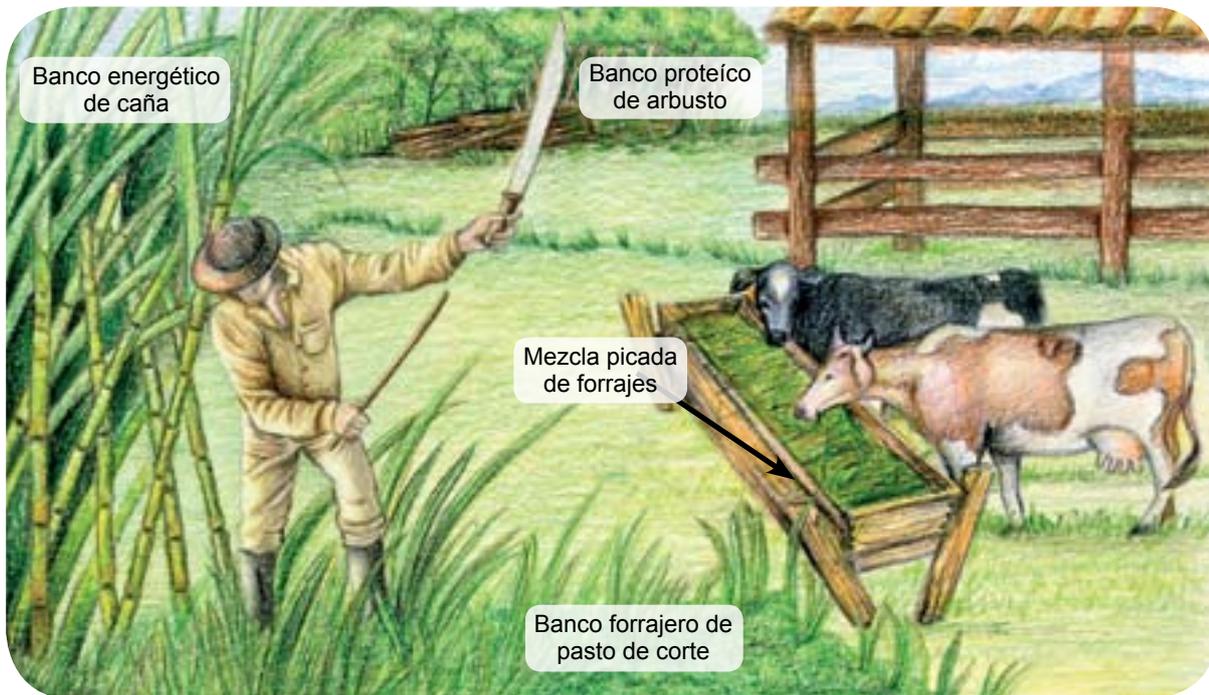
### **Bancos proteicos**

Cuando los bancos forrajeros contienen al menos 14% de proteína se conocen como “proteicos”. Hay muchas especies de arbustos (cratylia, morera y nacedero) y árboles (madero negro, poró, guácimo y leucaena) que pueden emplearse por su elevado contenido de proteína.

Aunque estos bancos pueden establecerse en condiciones productivas y climáticas diferentes, es importante seleccionar las especies según su adaptación a las condiciones de la zona. La cratylia funciona muy bien en climas secos con períodos de verano prolongados, como el Pacífico Central y Norte. La morera es apta para climas con



Banco proteico de cratylia.



mayores precipitaciones, es exigente en fertilización y se utiliza en el Valle Central y el Caribe. El nacedero se adapta a suelos inundables en lugares de alta precipitación, como el Caribe.

### Siembra directa de árboles y arbustos forrajeros

- ◆ Consiste en sembrar las semillas directamente en el campo.
- ◆ Como ejemplos, la cratylia y la morera son arbustos prometedores de alto potencial forrajero que pueden sembrarse de forma directa. Para alimentar con cratylia a 5 vacas adultas se siembra un área de 972 m<sup>2</sup>, para 15 animales son 2.916 m<sup>2</sup> y para 30 vacas son 5.833 m<sup>2</sup>. Con esta especie la siembra directa se realiza solo con semilla botánica. Puede sembrarse a una densidad de 12.500 arbustos por hectárea, con distancias entre surcos de 1,0 m y de 0,8 entre plantas. Por otro lado, la morera es una especie que se siembra solo por estaca de forma directa, a una densidad máxima de 25.000 plantas por hectárea, establecidas a 40 cm entre estacas y 1,0 m entre hileras.
- ◆ Para sembrar las especies de forma directa, si se trata de un terreno plano, se aplican

dos pasadas de arado de bueyes o de cincel y una rastrillada. En suelos con pendientes mayores al 15%, debe sembrarse con labranza cero (ver ficha 28 “Labranza conservacionista”).

- ◆ Para el caso de la cratylia, las semillas deben ser de alta calidad, con alto porcentaje de germinación, preferiblemente inoculadas con microorganismos benéficos (ver ficha 5 “Microorganismos benéficos”).
- ◆ La cratylia se siembra de tres a cuatro semillas por hoyo, a 2 o 3 cm de profundidad y se tapan para evitar que los pájaros se las coman.
- ◆ Es recomendable fertilizar a la siembra con abono orgánico (ver ficha “Abonos orgánicos”).
- ◆ La vegetación natural que va emergiendo en forma espontánea debe controlarse de forma manual.
- ◆ Se riega 2 veces por semana en tiempo seco.
- ◆ Posteriormente puede fertilizarse con abono orgánico, utilizando una cantidad equivalente a una pala carrilera por arbusto.
- ◆ En los bancos proteicos deben estimularse los rebrotes mediante podas. Se hace la primera poda cuando las plantas tienen de

1,0 a 1,5 m, a 50 o 60 cm del suelo. Las podas siguientes se hacen sobre los rebrotes, dejando 10 cm de tronco para favorecer su crecimiento. Las demás podas se realizan cada 3 o 4 meses, entre los 60 y 100 cm.

## Siembra en bolsas o bandejas de árboles y arbustos forrajeros

- ◆ Consiste en sembrar las semillas en bolsas o bandejas, para posteriormente trasplantar el arbolito al campo.
- ◆ Dependiendo de la especie, la germinación puede durar varios días. Como ejemplo, las semillas de *Cratylia* germinan en 3 o 4 días y se siembran en bolsas o bandejas, en una mezcla de suelo y abono orgánico (ver ficha 1 “Abonos orgánicos”). Se usa un 25% de arena fina y un 25% granza de arroz.
- ◆ Se trasplantan al campo luego de 8 semanas. Después del primer mes, se fertiliza con abono orgánico y éste se sigue utilizando después de cada poda.
- ◆ Debe regarse dos veces por semana en época seca.
- ◆ Hay que tomar en cuenta que la distancia de siembra depende de la especie:

Especie	Distancia de siembra	Tipo de semilla	Plantas por hectárea
<i>Cratylia</i> <sup>1</sup>	1 x 0,8 m	Semilla	12.500
Madero negro <sup>2</sup>	1 x 0,5 m	Estaca o semilla	20.000
<i>Leucaena</i> <sup>3</sup>	0,8 x 0,4 m	Semilla	31.250
Guácimo <sup>4</sup>	1,5 x 1,5 m	Semilla y/o seudo estaca	4.400
Morera	0,8 x 0,6 m	Estaca	21.000
Nacedero	0,8 x 1,0 m	Estaca	12.500

1. Se siembra la semilla de *Cratylia* a un centímetro de profundidad; 2. El madero negro no debe sembrarse por estaca en zonas secas; 3. La semilla de *Leucaena* debe escarificarse con lija de agua, hasta que pierda el brillo natural y quede con aspecto poroso y se deja en reposo por 24 horas; la germinación se presentará entre los 5 a 12 días; 4. El guácimo no desarrolla bien en suelos muy compactados o con altos contenidos de arcilla. Adaptado de Holguín e Ibrahim (2005).



## Beneficios ambientales

- ❖ El área de la cobertura vegetal se incrementa en la finca.
- ❖ Aumenta la producción en determinadas áreas de la finca, pudiendo liberarse otras para destinarlas a la protección de bosques y ríos.
- ❖ Las características del suelo mejoran por la fijación de nitrógeno, especialmente con la siembra de leguminosas como poró y madero negro.
- ❖ La degradación del suelo disminuye.
- ❖ Aumenta la infiltración del agua, gracias a la cobertura vegetal y suelos mejor conservados.

## Bancos forrajeros de pastos de corte

- ◆ Entre los pastos de corte más comunes y de alto potencial forrajero se pueden utilizar el maralfalfa y el camerún.
- ◆ Para establecerlos se limpia el terreno mediante chapeas y se recoge la vegetación natural.
- ◆ Se preparan los surcos con arado de bueyes o maquinaria con arado de cincel (Ver ficha 28 “Labranza conservacionista”). Con una sola pasada, se trazan los surcos a 0,8 m entre sí y a una profundidad de 20 cm. Luego se les da forma con una pala carrilera.
- ◆ Se aplica abono orgánico al surco (ver ficha 1 “Abonos orgánicos”) y se tapa con una capa delgada de suelo.
- ◆ Se usa semilla vegetativa, estimando 5 toneladas por hectárea. Se coloca a doble caña, tapándola con una capa de suelo de unas 2 pulgadas de grosor.
- ◆ Un mes después, se aplica otra vez abono orgánico.
- ◆ Se siembran 1.000 m<sup>2</sup> de pastos de corte por cada 10 animales adultos.

- ◆ Los pastos se podan a los 45 o 60 días. Si se corta demasiado follaje, muchas plantas podrían morir, por lo que es mejor aumentar el tiempo entre podas. Debe dejarse un buen rebrote que asegure la producción a futuro.

## Consideraciones generales para el establecimiento y uso

Para el establecimiento de los bancos forrajeros, es básico que se seleccione un sitio cercano a donde los animales comen, para evitar o reducir los costos de traslado del alimento.

A manera de ejemplo, durante la época seca en condiciones del Pacífico Central y Pacífico Norte, la dieta diaria recomendada por animal es de 5 kg de cratylia fresca, 10 kg de caña fresca, pasto consumido en pastoreo, sal y minerales. Para vacas que dan 7 litros o más de leche, debe incluirse melaza o semolina. Los bancos forrajeros pueden



## Beneficios socioeconómicos

- ✦ La producción de bancos forrajeros en la propia finca contribuye a disminuir costos porque se aprovechan mejor los recursos propios.
- ✦ La productividad de carne y leche del ganado aumenta al emplear alimentos de mayor calidad.
- ✦ Al estar mejor alimentados, los animales pueden venderse a mejor precio en la época seca.

proporcionar materia prima para conservar forrajes (ver ficha técnica 19 “Ensilaje y henificación para épocas críticas”).

El estiércol del ganado puede utilizarse como abono orgánico aplicándolo en abundancia y de manera uniforme en los bancos forrajeros.



## Costos

La inversión para establecer bancos forrajeros dependerá del sitio donde esté la finca, del tipo de semilla, de la densidad de siembra, de la necesi-

dad de mano de obra y del uso de otros insumos y recursos. Se recomienda sembrar los bancos forrajeros progresivamente para evitar una inversión muy alta al inicio. Este cuadro muestra el ejemplo del costo de una hectárea de cratylia, de una de caña de azúcar y de una de pasto de corte:

Rubro	Costo por hectárea <sup>1</sup>		
	Cratylia	Caña	Pasto de corte
Semilla, transporte, zanjeo con bueyes	¢60.000	¢276.000	¢110.000
Insumos (herbicidas, fertilizantes)	¢330.000	¢388.000	¢283.000
Mano de obra (siembra, aplicación de herbicida, fertilización)	¢180.000	¢150.000	¢77.000
<b>Costo total</b>	<b>¢570.000</b>	<b>¢814.000</b>	<b>¢470.000</b>

1. Costos estimados en colones del 2010.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Ensilaje y henificación para épocas críticas

Es posible conservar forrajes para el ganado cuando hay excedentes, para emplearlos en épocas críticas como la estación seca y los temporales de la estación lluviosa, cuando los pastos disminuyen en cantidad y calidad. El ensilaje y la henificación son prácticas que permiten guardar comida a base de forrajes para los animales. Su disponibilidad evita la pérdida de peso y retrasos en su reproducción y además contribuye a mantener la producción de leche y carne.

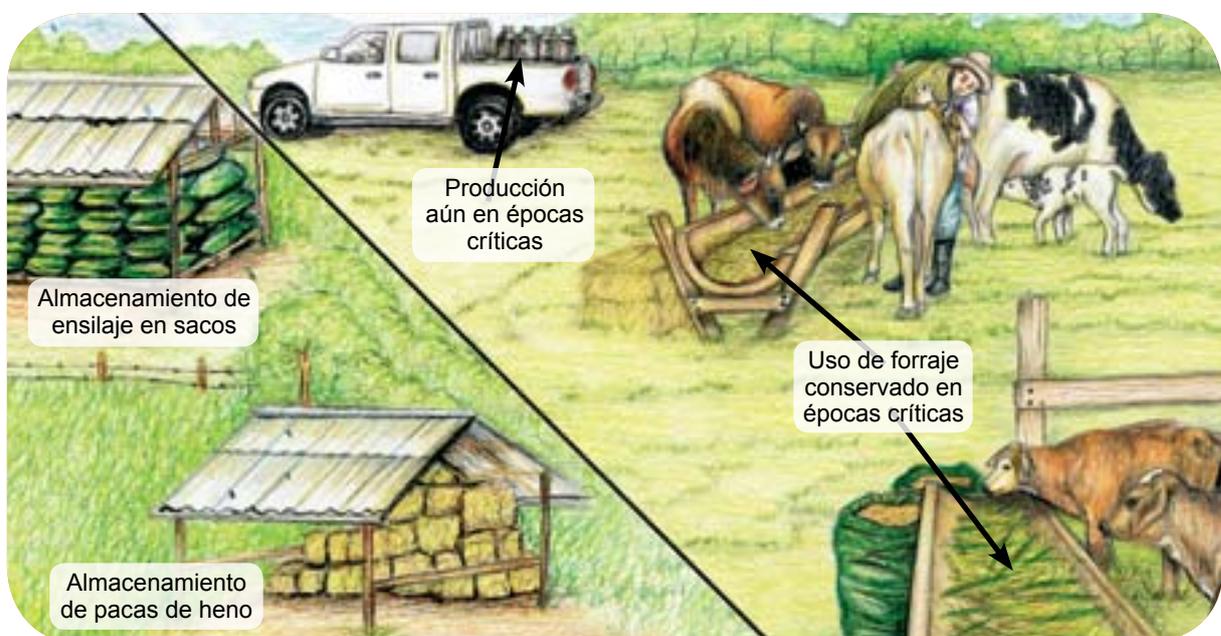
El ensilaje es una práctica que permite conservar los forrajes por medio de su fermentación controlada, manteniendo sus características nutritivas. Por su parte, la henificación es un proceso que reduce la humedad presente en el forraje, lo que permite conservarlo por algún tiempo.

El productor debe basar su decisión de conservar forrajes en la disponibilidad de mano de obra, re-

ursos forrajeros y materiales en la finca, en condiciones climáticas locales que permitan aplicar estas técnicas y en su capacidad financiera, tomando en cuenta que estas prácticas no significan gastos excesivos.

### Ensilaje

El ensilaje es una práctica para la conservación de forrajes mediante un proceso de fermentación controlada bajo condiciones anaeróbicas, o sea en ausencia de oxígeno, lo que evita que los forrajes se dañen, mientras que sus características se mantienen. Esto se debe a que el nivel de acidez que se genera no permite el desarrollo de microorganismos que pudieran descomponer el material. Puede emplearse cualquier recipiente, siempre y cuando sea hermético para impedir la entrada de aire o agua. Los tipos de ensilaje más comunes son:



- ◆ Silos de **molde y cajón**, que pueden ensilar hasta 4 toneladas.
- ◆ Silos de **trinchera**, que son fosas bajo tierra o sobre el suelo, con paredes impermeables, cubiertas de plásticos gruesos; permiten ensilar hasta 50 toneladas.
- ◆ Silos de **montón**, hechos sobre cualquier superficie y de hasta 1,5 metros de altura, cubiertos con plásticos gruesos; permiten ensilar hasta 50 toneladas.
- ◆ Silo de **estañón**, para 100 kg.
- ◆ Silos de **sacos y bolsas plásticas**, llamados **microsilos**: Se hacen con dos sacos, uno externo y otro dentro del primero y entre ellos una bolsa plástica gruesa del mismo tamaño y de al menos 6 milésimas, para 25 a 30 kg.
- ◆ **Silos en bolsas plásticas grandes**, pueden almacenarse de 300 a 500 kg.

Puede ensilarse cualquier tipo de forraje que sea de buena calidad y de alta producción, como maíz y sorgo forrajero, arbustos como cratylia y morera y árboles como poró y madero negro. El ensilaje ofrece más nutrientes que el heno, aunque su costo es ligeramente mayor. De ser necesario, el ensilaje puede prepararse en condiciones adversas de tiempo, como épocas con exceso de lluvia o en periodos secos prolongados, así como en zonas de altura.

El procedimiento básico para preparar un ensilaje es el siguiente:

- ◆ En el caso del maíz y el sorgo, estos deben ensilarse cuando los granos se encuentran en estado lechoso y masoso. Los arbustos como la cratylia y la morera se ensilan entre los dos meses y medio y los tres meses de edad del rebrote.
- ◆ El lugar donde va a ensilarse debe ser hermético, ya que los forrajes almacenados no deben tener contacto con el aire en ningún momento, para que conserven sus características y no se dañen.
- ◆ Se corta el forraje y se acarrea hasta donde se preparará el silo. La ubicación debe seleccionarse de tal manera que sea fácil para el llenado del silo y lo más cerca posible al sitio donde se alimenta el ganado. Para silos de trinchera y montón, debe ser un sitio bien drenado, con una pendiente no menor de 5%.



## Beneficios ambientales

- ❖ Los bancos forrajeros para ensilaje permiten la conservación del suelo y la infiltración del agua, al sembrarse mediante sistemas de control de erosión y mínima labranza.
- ❖ Al fijar carbono en sus tallos, las plantas leñosas empleadas para ensilaje reducen la contaminación ambiental.
- ❖ Pueden liberarse áreas de las fincas para emplearlas como regeneración del bosque natural.

- ◆ El material se pica en pedazos no mayores de 2 cm de largo. Para un picado uniforme, es preferible utilizar una picadora con cuchillas bien afiladas.
- ◆ El material picado se pone en el silo, se distribuye y se compacta en capas no mayores a 25 cm de espesor, para extraer la mayor cantidad de aire posible. El material no debe entrar en contacto con el aire ni con el agua. Si el silo es de montón, puede utilizarse algún vehículo o un estañón con agua para facilitar la compactación. Si es de molde o trinchera, puede emplearse algún pisón hecho con madera pesada, que ayude en la compactación. Si es de estañón, el material incluido en el recipiente puede compactarse con la ayuda de un pisón. Si es un microsilos o de bolsa, se utiliza un pisón más pequeño, apoyándose manualmente para compactarlo. Hay que tener mucho cuidado para no perforar la bolsa de plástico. Los sacos se llenan hasta un nivel que permitan amarrarse correctamente.
- ◆ Puede agregarse melaza para ayudar en la fermentación, en especial en silos de maíz donde se ha cosechado el 50% de los elotes o en silos de leñosas forrajeras. La melaza se diluye en partes iguales con agua para facilitar su aplicación. Luego, de esa dilución se agrega una cantidad equivalente al 1% del total de lo que se está ensilando: Si el ensilaje es de 100 kg, se agrega un kilo de dilución.
- ◆ El silo debe cerrarse herméticamente. Los silos de trinchera, montón, molde y estañón,

luego de la compactación, deben cubrirse con un plástico grueso, eliminando las bolsas de aire que se forman. Si el silo es de trinchera o de montón, es necesario cubrirlos con una capa de 25 a 50 cm de tierra, arena u otro material pesado por encima del plástico, para que sirva como prensa. Si es de bolsa, cada una de las bolsas y sacos debe cerrarse y amarrarse por separado.

- ◆ Alrededor del silo de montón y trinchera, deben hacerse desagües para evitar entradas de agua y asegurarse que ningún animal rompa el plástico. Los microsilos deben almacenarse en un lugar ventilado y seguro, donde no vayan a perforarse.
- ◆ Se esperan 45 días para que el proceso de fermentación ocurra por completo, antes de abrir el silo. Mientras no se abra y no le entre aire o agua, puede durar mucho tiempo.
- ◆ Debe revisarse la calidad del ensilaje. Un silo palatable para los animales y de alto valor nutritivo tiene un olor agradable y ácido, no presenta moho, no está rancio o viscoso, es uniforme en humedad y color y los animales lo comen sin problemas.
- ◆ A los animales que nunca han consumido ensilaje, debe dárseles un período de acostumbramiento.
- ◆ Una vez destapado, el silo debe manejarse con cuidado, descubriendo sólo la parte de dónde se extrae el material, usándolo en forma continua, hasta agotarlo.
- ◆ Si queda silo sin utilizar, puede volverse a compactar y sellar para emplearlo cuando se necesite.
- ◆ El silo es parte de la dieta diaria de un animal y debe darse acompañado de pastos



Preparación de heno.

de piso y de corte, caña de azúcar, leñosas forrajeras o pulpa de naranja, entre otros. Las cantidades a suplementar pueden variar entre 2.5 y 8 kg por animal por día, dependiendo del tipo de animal y de las cantidades de los otros forrajes consumidos. Esta cantidad se ofrece como referencia para estimar el total que debe ensilarse, de acuerdo con los animales que se manejan.

## Henificación

El heno es un forraje que se deshidrata con el propósito de conservar los excedentes de pasto durante las épocas de mayor producción. Su humedad se reduce al 15% o menos, lo que permite conservarlo por algunos meses. El proceso de henificar pequeñas cantidades al sol es económico. Para cantidades mayores, el costo se eleva si se tiene que recurrir al secado artificial.

Aunque se trata de conservar lo mejor posible la calidad del pasto que se henifica, este tipo de alimento no se emplea como fuente principal debido a que es de inferior calidad al compararse con el ensilaje o el pasto fresco. La importancia del heno es que suministra fibra al ganado, estimula el masticado y la rumia y mantiene una acidez ruminal adecuada para la buena digestión y salud. El contenido de fibra en la dieta se asocia con la composición de la leche ya que, gracias a la fibra, se producen los principales precursores de la grasa láctea.

El heno es un buen suplemento de fibra en la alimentación animal y su calidad depende del forraje utilizado, del tiempo transcurrido desde su elaboración y de las condiciones de almacenamiento. Hay que tener presente que, aunque en los primeros meses la pérdida de nutrientes es mínima, ésta se acelera con el paso del tiempo y, al cabo de un año, se conserva tan solo la cuarta parte o menos de la calidad original. El dar heno fresco tiene sus ventajas ya que, al ser materia seca, el ganado consume muchos nutrientes, supliendo las deficiencias que se presentan por un pastoreo limitado.

Cualquiera de los pastos que se usan en pastoreo directo de los animales (transvala, brachiaria, otros) puede henificarse. También pueden aprovecharse los excedentes de forrajes de la finca para hacer heno en cualquier época del año, cuando

las condiciones climáticas lo permitan, como la estación seca, la ausencia de temporales o periodos secos como el veranillo de San Juan.

Para que un pasto esté en su punto para hacer heno, debe tener la mejor edad y la mayor calidad nutricional, lo que generalmente se da al inicio de la floración. Si el pasto ya ha madurado y se ha empezado a secar en pie, produce paja en vez de heno. El procedimiento básico es el siguiente:

- ◆ Se corta el forraje y se extiende sobre una superficie seca.
- ◆ El secado rápido es uno de los aspectos más importantes para lograr un heno de buena calidad. El material se deja en el piso de uno a tres días para que se seque naturalmente al sol y se le da vuelta regularmente para airearlo.
- ◆ El proceso de secado se completa bajo techo, en un lugar seco, ventilado y resguardado. Es importante recordar que el secado produce calor y, de no tomarse las precauciones necesarias, podría causar incendios, por lo que la ventilación es importante.
- ◆ Hay que dar vueltas al heno para que seque de manera uniforme.
- ◆ El heno resultante se guarda en pacas o en sacos sintéticos, en un sitio ventilado y bajo techo.
- ◆ Cuando se alimenta a los animales, hay que colocar el heno directamente en las canoas. Puede agregarse sal o melaza, lo que aumenta su consumo.



## Costos

El ensilaje y la henificación permiten la reducción de los costos de alimentación del ganado, porque pueden ser empleados para suplementar la ración



## Beneficios socioeconómicos

- ✦ El productor puede usar los excedentes de forraje que se producen en época lluviosa, conservándolo con buena calidad y a bajo costo, para utilizarlo en períodos críticos de escasez de alimento.
- ✦ Permite el suministro de forraje succulento de calidad uniforme durante todo el año y balancea el contenido de nutrimentos en la dieta al suplirlos en períodos de escasez.
- ✦ Se reduce la presión sobre las pasturas, permitiendo el descanso y la recuperación de los potreros en los períodos de menor precipitación, lo que evita el sobre pastoreo.
- ✦ La conservación de forrajes permite mantener una cantidad estable de animales y su producción sostenida a lo largo del año.
- ✦ Los microsilos y las pacas de heno son de fácil traslado, lo que favorece la suplementación del ganado en distintas secciones de la finca.

base del ganado en pastoreo, o ser el principal alimento base que se complementa con otros, sea mediante pastoreo o confinamiento. Los forrajes conservados permiten mantener la producción de carne y leche y hasta aumentar la carga animal durante las épocas críticas, lo que representa una ventaja económica al productor porque le permite generar ingresos en estas épocas. El productor puede disponer de un buen alimento para el ganado, barato y hecho en la propia finca, lo que reduce los costos de producción de leche y carne.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

# Bloques nutricionales proteicos

Un pequeño o mediano productor ganadero puede mejorar el sustento de sus animales elaborando sus propios bloques nutricionales proteicos, que son suplementos que proveen del 5% al 10% de sus necesidades alimenticias. Estos consisten de una mezcla de ingredientes líquidos y sólidos que aportan proteína, energía, minerales y nitrógeno no proteico como la urea, que las bacterias del rumen transforman en proteínas.

Una alimentación deficiente reduce los rendimientos de carne y leche. Con el uso de bloques

nutricionales proteicos es posible evitar que la producción de carne y leche baje en la estación seca y pueden lograrse mayores rendimientos el resto del año. Pueden complementarse con bancos forrajeros en sistemas estabulados o semiestabulados (ver fichas 18 “Bancos forrajeros” y 22 “Ganadería semi y estabulada”). Los bloques nutricionales son muy útiles en zonas con una marcada época seca, donde los forrajes por lo general bajan en su disponibilidad y calidad, lo que hace necesario suplementar la dieta de los animales.



Elaboración de un bloque nutricional: se mezclan los ingredientes, se agrega la fibra, se amasa con las manos y se deja reposar.

## Elaboración de los bloques nutricionales proteicos

Para elaborar 60 kg de bloques nutricionales proteicos, se necesitan los siguientes ingredientes:

Material	Cantidad	Importancia
Melaza	30 kg (1 pichinga)	Aporta energía de alta y rápida digestión.
Urea	6 kg	Aporta nitrógeno no proteico, asegura un máximo crecimiento y funcionalidad de los microorganismos del rumen, utilizando con eficiencia la fibra y aumentando la producción de carne y leche.
Sal común	2 kg	Ayuda en el funcionamiento del organismo y en su productividad. Preserva el bloque y mejora su sabor.
Minerales	1 kg	Ayuda al buen funcionamiento del organismo y su productividad. Preserva el bloque y mejora su sabor.
Fibra corta: afrecho o preferiblemente harina de coquito	13 kg	Absorbe la humedad del bloque y da consistencia. Puede usar concentrado, afrecho de arroz, bagazo de caña picado, olote o tuza de maíz picado, semolina o heno picado.
Flor de azufre	0,6 kg	Indispensable en la formación de aminoácidos azufrados, para que las proteínas se formen en el sistema digestivo del ganado.
Fibra larga: Heno picado, paca de arroz o transvala picada	2 kg	Absorbe la humedad del bloque y da consistencia.
Cemento o cal (aglutinantes)	6 kg	Endurece y preserva el bloque, evitando que los azúcares fermenten y que se formen hongos.
<b>Total</b>	<b>60,6 kg</b>	

Para elaborar bloques nutricionales proteicos, se realizan las siguientes actividades:

- ◆ Se preparan los moldes. Puede usarse cualquier recipiente plástico de boca ancha o cajas de cartón forradas en papel periódico. Si se usan estañones, hay que cortarlos por la mitad.
- ◆ Se selecciona un área con condiciones adecuadas de trabajo como espacio, iluminación, ventilación y acceso al agua. Se colocan todos los ingredientes en una mesa de trabajo resistente, ya que los bloques pesan mucho.
- ◆ La melaza se deposita en el molde.
- ◆ Se disuelven 6 kg de urea en agua tibia, agregando la melaza y mezclando con paleta.
- ◆ Se agregan y mezclan 6 kg de sal común, 3 kg de minerales y un kg de flor de azufre. Luego se añaden 6 kg de cemento o cal y, finalmente, la fibra corta como concentrado o afrecho.
- ◆ Cuando la mezcla se endurece y ya no puede moverse con la paleta, se amasa con las manos hasta que el bloque esté compactado, sin exceso de líquido ni de fibra. Para comprobarlo, se toma un poco de mezcla con la mano: al cerrar fuertemente el puño, no debe salir líquido entre los dedos. Si esto sucede, hay que agregar más fibra. Por el contrario, si al abrir la mano la masa se expande, debe agregarse un poco de melaza.
- ◆ A continuación, la fibra larga como heno picado o pacas se añade, para amarrar el bloque y hacerlo más sólido.

- ◆ Se dejan reposar alrededor de 8 días hasta que sequen por completo y luego se sacan de los moldes. Hay que almacenarlos protegidos de la humedad y del ataque de ratones. Debe usarse un lugar seco y seguro, bajo techo, en las áreas de bodegas y corrales.
- ◆ Para complementar la dieta de los animales, pueden usarse los bloques secos y compactados junto con forrajes, sal y minerales.
- ◆ Pueden elaborarse bloques a partir de otras mezclas como:

Fórmula No. 2	Fórmula No. 3
35% melaza	30% melaza
10% urea	30% afrecho
1% flor de azufre	15% sal común
10% sal común	10% urea
5% minerales	6% cemento
24% bagazo de caña molido	8% minerales
15% cal	1% flor de azufre



## Beneficios ambientales

Los bloques nutricionales proteicos –en conjunto con confinamiento de ganado, bancos forrajeros, abrevaderos y saladeros– apoyan una producción agropecuaria integral sostenible. Como resultado, áreas subutilizadas de potreros se liberan para permitir la regeneración natural y la protección de bosques, cuencas, nacientes y ríos, favoreciendo la conservación del suelo y la infiltración del agua.

## Procedimiento para alimentar a los animales

El consumo diario de bloque nutricional por animal puede variar entre 250 y 1.000 gramos diarios. Esto depende de su edad, peso, condición física, calidad y cantidad del forraje que consume y ca-



Ingredientes del bloque nutricional

Mezclado de ingredientes



Bloque nutricional en uso.

racterísticas de su entorno. Todo esto determina la duración del bloque que se prepare.

Los animales no deben alimentarse en exceso, especialmente al principio, ya que pueden tener problemas de toxicidad y hasta riesgo de muerte. Para acostumbrarlos, se regula el consumo iniciando con 250 gramos la primera semana, 500 gramos la segunda y así sucesivamente, hasta llegar al consumo deseado. También puede iniciarse el primer bloque con 2 kg de urea, el segundo con 4 kg y el tercero con la dosis completa de 6 kg.



### Costo

Los costos van a variar dependiendo de las características del bloque que se elabore. Para un



### Beneficios socioeconómicos

- ❖ El ganado estará mejor alimentado durante todo el año y podrá enfrentar mejor las épocas críticas, como la estación seca.
- ❖ Los animales mejor alimentados pueden venderse a mayor precio, incrementando así los ingresos generados.
- ❖ Los bloques nutricionales proteicos permiten el incremento de la producción de carne y leche de la ganadería.
- ❖ Se mejoran los parámetros reproductivos del ganado.

bloque de 60 kg, se deberán invertir aproximadamente ₡13.000 (costos estimados en colones de 2010) de la siguiente forma:

Material	Cantidad	Costo <sup>1</sup>
Melaza	30 kg (1 pichinga)	₡3.400
Urea	6 kg	₡2.500
Sal común	6 kg	₡600
Minerales	3 kg	₡3.100
Fibra corta: concentrado o afrecho.	3 kg	₡1.000
Flor de azufre	1 kg	₡1.600
Fibra larga: Heno picado, paca de arroz o transvala picada	5 kg	
Cemento	6 kg	₡800
<b>Total</b>	<b>60 kg</b>	<b>₡13.000</b>



### Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Abrevaderos y saladeros

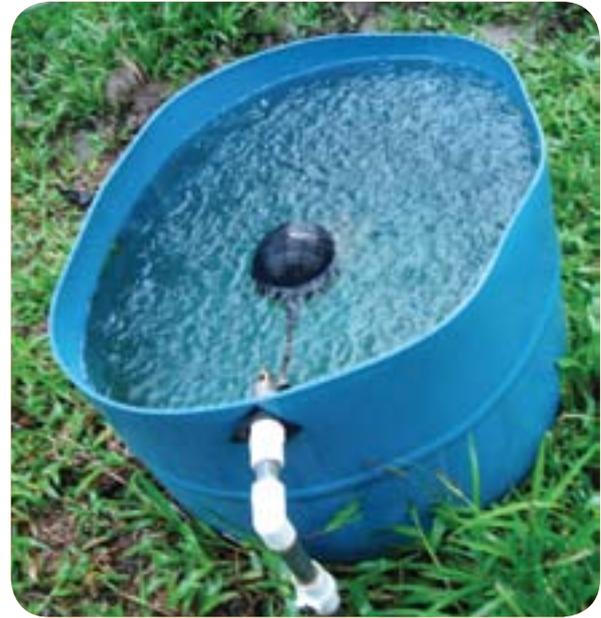
El manejo de una finca debe enfocarse en proteger y aprovechar sosteniblemente los recursos naturales que sirven de base a su sistema productivo. Uno de los principales desafíos del productor ganadero es lograr un manejo adecuado de sus fuentes de agua. Si el productor evita que los animales consuman el agua directamente de fuentes como ríos y quebradas, se elimina su contaminación con estiércol y orina, así como el deterioro de las riberas por pisoteo y compactación. Precisamente, los abrevaderos y saladeros representan una oportunidad para desarrollar la ganadería de forma sostenible, ofreciendo condiciones adecuadas al ganado sin afectar los recursos disponibles.

Esta ficha ofrece recomendaciones prácticas para captar y utilizar en bebederos el agua superficial de fincas ganaderas en forma sostenible, así como para complementar la dieta de los animales con sales minerales disponibles a libre consumo de forma permanente.

### Abrevaderos

Popularmente se llama abrevadero al sitio dentro de la finca donde el ganado satisface sus necesidades de agua directamente de fuentes superficiales como ríos y quebradas. En el contexto de esta ficha, el concepto hace referencia a facilidades o estructuras artificiales –conocidas comúnmente como bebederos– que permiten la captación y el consumo de agua por parte de los animales.

El ganadero debe asegurarse de que todos los animales consuman el agua que necesitan. Para establecer bebederos manejados en forma sostenible dentro de la finca, primero hay que calcular la cantidad de agua necesaria para el ganado. Dependiendo de la temperatura y la alimentación,

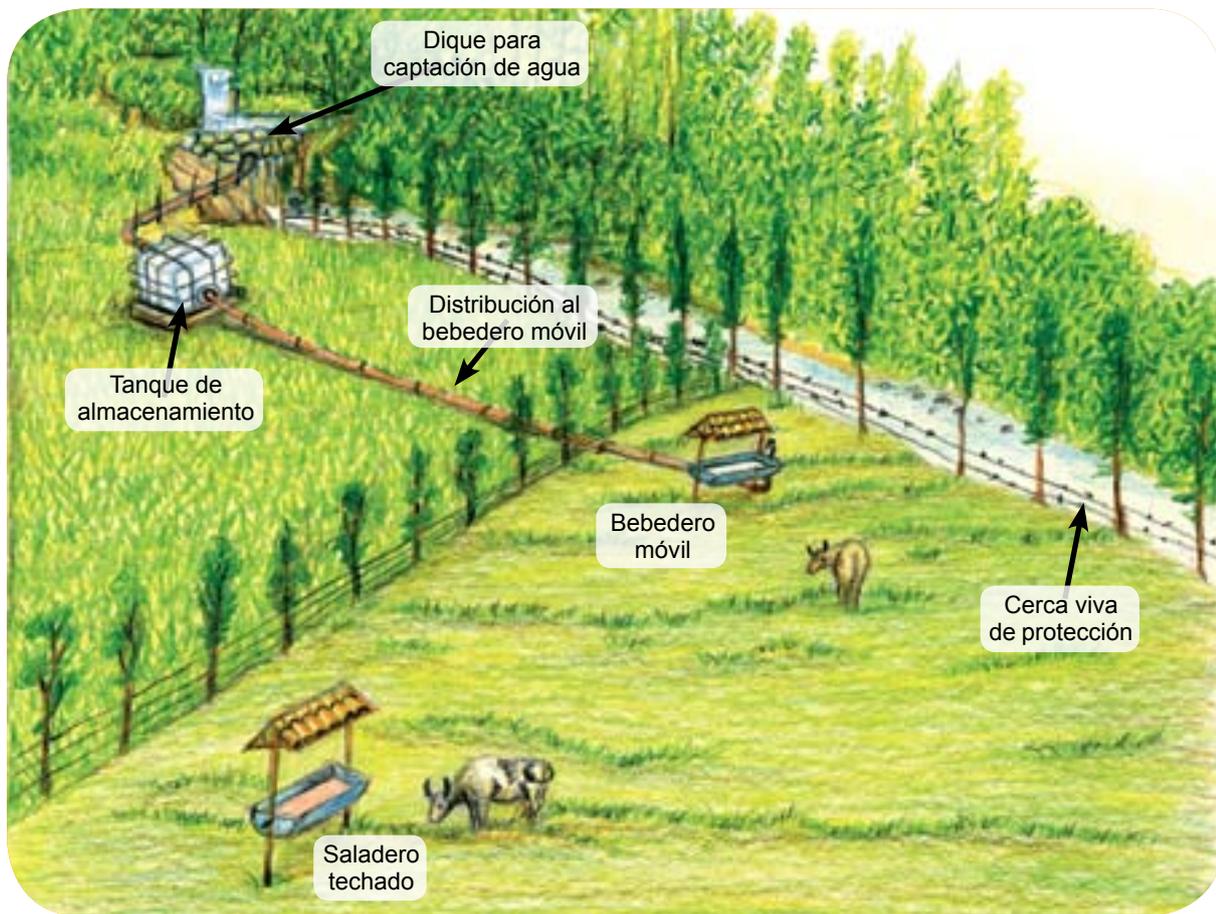


Bebedero móvil con boya para controlar el abastecimiento de agua.

un animal adulto consume hasta 50 litros de agua por día, por lo que un bebedero para 10 animales debe estar en capacidad para suministrar hasta 500 litros de agua. Esto no significa que se necesite de un contenedor de grandes dimensiones: en su lugar, pueden establecerse bebederos pequeños, de preferencia móviles, con mecanismos de reabastecimiento constante que suplan el agua de forma permanente.

### Abastecimiento del agua

Si la finca dispone de suficiente agua superficial, puede colocarse una manguera para captarla y llevarla hasta un tanque para su almacenamiento y distribución hacia los bebederos ubicados en los potreros. Si el cauce es reducido o es época de sequía, puede levantarse un dique para acumular y retener suficiente agua. Debe ubicarse en la parte más alta de la fuente de tal manera que, hasta don-



de sea posible, el agua se traslade por gravedad. La manguera se coloca a la salida del dique para llevar el agua hacia el tanque de almacenamiento o hacia los distintos bebederos en los potreros. El dique debe prepararse con la menor alteración posible del sitio, con materiales propios de la finca como piedras de río, troncos y sacos de arena, entre otros. La naciente, quebrada o río debe protegerse del ingreso de los animales mediante cercas vivas (ver ficha 9 “Cercas vivas”). También puede aprovecharse el agua de lluvia para abastecer los bebederos, instalando sistemas de captación y canalización, de preferencia con recursos propios de la finca.

## Tipos de bebederos

Existen varias opciones eficientes y de bajo costo de bebederos en potreros o establos. Estas opciones son:

- ◆ Bebedero colocado en callejón de acceso compartido entre los potreros.

- ◆ Bebedero rotativo, pequeño y móvil, que puede trasladarse de un potrero a otro.
- ◆ Bebedero ubicado en una cerca compartida que divide los potreros o en la esquina donde se unen los potreros, con una división interna que evite que los animales se crucen al potrero contiguo.
- ◆ Bebedero en sistema semiestabulado o estabulado (ver ficha 22 “Estabulación de ganado”), que se coloca en una esquina del corral o del lado opuesto del comedero, donde no se convierta en un obstáculo y se evite que el agua se contamine.

## Elaboración e instalación de los bebederos

El bebedero puede elaborarse con materiales de bajo costo y, de preferencia, que estén disponibles en la propia finca. Los estañones plásticos de desecho son muy útiles, siempre y cuando no se hayan usado con pesticidas, fertilizantes, aceites u otras

sustancias tóxicas. Éstos se parten por la mitad a lo alto (permite aprovechar dos mitades) o a la cintura y se les construye una base o estructura de madera, metal o concreto para levantarlos. El bebedero siempre debe llegar a la altura del pecho de los animales. Si se dispone de recursos, puede construirse una estructura sólida con bloques y cemento.

Dentro del bebedero, se recomienda el uso de un sistema de boya que permita el suministro de agua según sea su consumo por los animales, lo que evita el desperdicio del líquido. Es necesario que las reses tengan agua fresca todos los días, por lo que el bebedero debe lavarse periódicamente.

Los bebederos también pueden construirse con llantas grandes desechadas de camión o tractor. Deben instalarse en sitios con desnivel, de manera que el agua pueda abastecerse por gravedad o mediante bombeo. La llanta se rellena de cemento en el fondo, de manera que no escape el líquido y permanezca llena de agua fresca.

## Saladeros

La suplementación de sales minerales a los animales es muy importante para el éxito en la producción ganadera. Los minerales son nutrimentos que el ganado necesita en pequeñas cantidades en su dieta para poder crecer, mantenerse sanos,



Saladero en construcción.



## Beneficios ambientales

- ❖ Las fuentes de agua superficiales no se contaminan con estiércoles y orines.
- ❖ Se mantiene la calidad y cantidad de agua disponible.
- ❖ Mejora la calidad de vida de los ecosistemas acuáticos y sus especies.
- ❖ Se evita la compactación, erosión y degradación de los suelos en los alrededores de las fuentes de agua superficiales de la finca.
- ❖ Se liberan áreas que no son de vocación ganadera, especialmente en las orillas de las nacientes, quebradas y ríos, para la protección con árboles y plantas y la conformación de corredores biológicos.

multiplicarse y producir carne o leche. Los saladeros son estructuras que facilitan el suministro de las sales minerales.

## Suministro de sales minerales

Las sales minerales contienen sodio, cloro, calcio y fósforo, que cada animal necesita en cantidades diarias entre 5 y 50 gramos. Como ejemplo, un grupo de 10 reses necesita de 0,5 kg de sales minerales por día. Las sales también contienen hierro, zinc, cobre, cobalto, potasio, azufre, magnesio, yodo, molibdeno y selenio, que una res demanda en dosis inferiores a un gramo por día. Las mezclas se obtienen combinando sal común con alguno de los productos comerciales de minerales y vitaminas disponibles en el mercado. Las sales deben suministrarse todo el tiempo, a libre consumo. Las dosis recomendadas son:

- ◆ Una parte de sal común y una parte de sales minerales para vacas en producción.
- ◆ Dos partes de sal común y una parte de minerales para vacas secas, ganado en desarrollo y animales de engorde.

## Elaboración e instalación de los saladeros

Los saladeros pueden construirse con materiales disponibles en la finca, como estañones o llantas de desecho. Deben llegar a la altura del pecho de los animales.

En sistemas semiestabulados y estabulados (ver ficha 22 “Estabulación de ganado”), el saladero se instala en el corral, al lado opuesto del comedero pero separado del bebedero, para evitar que las sales minerales se ensucien o mojen.

En pastoreo, los saladeros pueden ser techados para protegerlos de la lluvia. Puede establecerse un saladero para cada aparto, o uno por cada dos apartos, ubicado en la cerca que divide los potreros, o en la esquina donde se unen los potreros. Esto permite reducir los costos y aprovechar mejor el suministro de las sales minerales. Si se usa la modalidad compartida, el saladero debe tener una división interna para evitar que los animales se crucen de potrero a través de él. Para evitar la compactación y formación de suamos en los alrededores de los bebederos y saladeros, pueden emplearse materiales locales que den consistencia al piso del sitio, preferiblemente piedra. Si se dispone de recursos, pueden utilizarse láminas de concreto similares a las que se emplean en los pasillos entre los potreros en las fincas lecheras.



### Costos

El costo aproximado de un bebedero rotativo es de ¢30.000, incluyendo un estañón plástico, una estructura protectora, manguera de PVC y el sistema



### Beneficios socioeconómicos

- ❖ El uso eficiente del agua en la finca permite suplir varias necesidades productivas, aún en sequías.
- ❖ Al limitar el acceso de animales a las fuentes de agua, se asegura la potabilidad del recurso para consumo humano.
- ❖ Los cauces de las fuentes de agua se mantienen limpios, disminuyendo riesgos de desbordamiento durante las lluvias.
- ❖ El bebedero rotativo permite reducir los costos y el mantenimiento.
- ❖ La suplementación de sales minerales contribuye al crecimiento y salud del ganado.
- ❖ Un adecuado suministro de minerales aumenta los nacimientos en el ganado de 10 a 20%.
- ❖ Con una cuarta parte del ternero destetado puede pagarse el costo de la suplementación de un grupo de diez vacas de cría.

de boya. Un saladero techado tiene un costo aproximado de ¢15.000 (estimación en colones de 2010).

El costo de 30 gramos de minerales por animal por día para 10 vacas de cría es de aproximadamente ¢55.000 al año. Con esta inversión, el ganadero puede obtener un ternero adicional por la mejora en la suplementación de las vacas con sales minerales, cuyo precio en el mercado puede ser de unos ¢190.000. La diferencia de ¢135.000 sería la ganancia obtenida en diez animales de cría.



### Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Estabulación de ganado

La estabulación o confinamiento se basa en el encierro del ganado en un corral para darle mejor cuidado y alimentación y se emplea tanto en ganadería de carne como de leche. Se habla de semiestabulación cuando el ganado recibe parte del alimento en el corral y la otra parte la obtiene pastoreando diariamente por un lapso de tiempo. La estabulación es total cuando el ganado permanece todo el tiempo en el corral. La estabulación total es una buena opción para fincas en terrenos de ladera.

Estos sistemas permiten incrementar el peso de las reses en el menor tiempo posible, al ofrecerles alimento constante durante todo el año, así como los nutrimentos para una dieta completa. También se evita el gasto de energía en la búsqueda de alimento y agua. Además, el uso del terreno es más eficiente ya que, mientras que un sistema tradicional de engorde requiere de una hectárea por animal, en confinamiento pueden manejarse 15 reses por hectárea. El espacio restante puede utilizarse en cría, cultivos, reforestación o conservación. Así, la ganadería se realiza en forma eficiente y amigable con el ambiente, mientras que aumenta su productividad y rentabilidad.

Para el establecimiento de un sistema estabulado o semiestabulado de ganado bovino de carne, se debe tomar en consideración lo siguiente:

### Alimentación del ganado

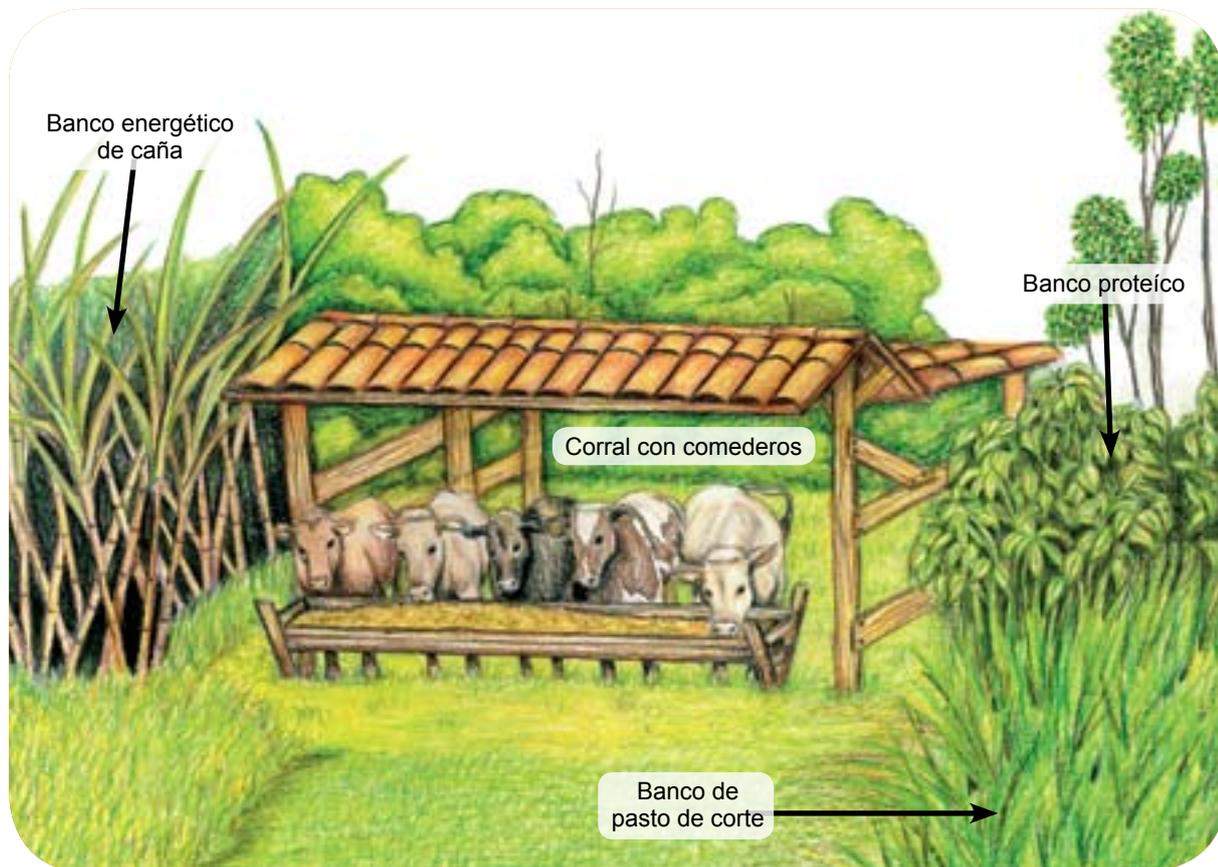
- ◆ Unos ocho meses antes de comprar animales para engordar, el productor debe sembrar los forrajes que utilizará para alimento, incluyendo bancos energéticos, proteicos y pastos de corte. Si el sistema es semiestabulado, los potreros se dividen en apartos y se siembran pastos mejora-



Estabulación de ganado de engorde.

dos (Para el establecimiento de los forrajes, ver fichas 17 “Pastos mejorados”, 18 “Bancos forrajeros” y 19 “Ensilaje y henificación para épocas críticas”).

- ◆ Para animales semiestabulados de 250 a 350 kg, la suplementación básica recomendada es de 15 kg de caña de azúcar y 10 kg de morera, cratylia u otro árbol forrajero. Para individuos de 350 a 450 kg, se usan 20 kg de caña de azúcar y 12 kg de arbusto o árbol forrajero. Los animales deben pastorear en los apartos con pastos mejorados.
- ◆ Animales estabulados de 250 a 350 kg necesitan 15 kg de caña de azúcar, 15 kg de pasto de corte (maralfalfa, camerún) y 10 kg de morera, cratylia u otra planta forrajera. Individuos de 350 a 450 kg reciben 20 kg de caña de azúcar, 20 kg de pasto de corte y 12 kg del arbusto o árbol forrajero.
- ◆ Se suministran sales minerales a libre consumo y pueden utilizarse bloques nutricio-



nales (ver fichas 20 “Bloques nutricionales proteicos” y 21 “Abrevaderos y saladeros”).

## Construcciones

- ◆ El corral debe ubicarse en un sitio bien aireado y drenado para mantenerlo lo más seco posible. Puede construirse un nuevo corral o acondicionar instalaciones existentes, para bajar costos. Aunque el corral no sea techado, los comederos sí deben estar tapados.
- ◆ El piso donde permanecen las reses se cementa con una capa de 25 cm y debe ser áspero, sin lujar, con un desnivel de 4 a 5% para facilitar la limpieza, orientado en forma opuesta a los comederos. El corral debe tener desagües con un desnivel de 4%.
- ◆ En corrales parcialmente techados, se necesitan de 8 a 10 m<sup>2</sup> por animal, con 3,5 m<sup>2</sup> techados para refugio y alimentación. En corrales totalmente techados se necesitan de 4 a 6 m<sup>2</sup> por animal. En un galerón de 18 x 12 m pueden manejarse hasta 40 animales en estabulación total. Se requiere de una altura de cuatro m del suelo a la cumbrera del corral.
- ◆ Para el traslado de las reses, puede colocarse una manga de 60 cm de ancho con cargadero. También se necesitan 20 m<sup>2</sup> para instalar la picadora de forrajes y para almacenar alimentos y materiales.
- ◆ Los comederos deben tener 0,5 m lineales por animal, 0,6 m de ancho y 0,5 m de profundidad. Para reducir el costo pueden emplearse materiales propios de la finca.
- ◆ Se instala un bebedero por corral, separado de los comederos para facilitar el acceso de todos los animales. Los bebederos más comunes tienen 1,5 metros de largo por 45 cm de ancho y 45 cm de profundidad (Ver ficha 21 “Abrevaderos y saladeros”). Si se dispone de suficiente agua y a presión, se

recomienda hacer un bebedero con una boya de regulación automática de nivel que permita abastecerlo con agua limpia fresca en forma permanente.

## Características de los animales de engorde

- ◆ Se recomienda adquirir reses de 8 a 12 meses de edad, entre 230 y 300 kg, para confinarlas por un máximo de 10 meses. Pueden lograrse dos lotes de engorde por año, por periodos de cuatro a seis meses para estar listos para el mercado.
- ◆ Deben utilizarse cruces pardo suizo-cebú o simental-cebú. Deben seleccionarse animales sanos y en buenas condiciones, largos, con buenos cuartos traseros, rellenos y encarnados, con buena caja cuadrangular, buenos aplomos, lomos anchos y pelo saludable.
- ◆ Debe trabajarse con lotes completos, donde todas las reses entran juntas y salen juntas. Un 10% suele no adaptarse y puede que tenga que sacarse del sistema, aunque esto mejora con el uso de individuos cruzados.
- ◆ Los animales no deben castrarse, ya que esto causa estrés y atrasa su engorde. Animales enteros presentan mayor ganancia de peso y aprovechan mejor el alimento.



Semiestabulación de ganado lechero.



## Beneficios ambientales

- ❖ Se libera espacio para reforestación, regeneración y conservación.
- ❖ Se reduce la compactación, erosión y degradación de suelos, al manejarse los animales en confinamiento la mayor parte del tiempo.
- ❖ Se favorece un aumento en la infiltración del agua en el suelo.
- ❖ Disminuye la contaminación de fuentes de agua por estiércoles y orines.

## Residuos orgánicos y limpieza de las instalaciones

- ◆ El estiércol y los orines del ganado se aprovechan para producir abono orgánico o biogás (ver fichas 1 “Abonos orgánicos” y 23 “Biodigestores”). Un bovino adulto produce unos 22 kg diarios de estiércol.
- ◆ Existen varias opciones como tanques sépticos, tanques de separación de sólidos, lagunas de oxidación, biodigestores y áreas de producción de abonos orgánicos.
- ◆ Los pisos de los corrales pueden limpiarse un día con agua y al día siguiente con pala, para economizar agua y dejar una ligera capa de boñiga que reduce los problemas de caídas de los animales. Así se aprovecha mejor el estiércol producido.
- ◆ Los comederos deben limpiarse regularmente para evitar que los residuos se fermenten, lo que provoca rechazo de la comida.
- ◆ Las aguas residuales pueden canalizarse a los sitios de manejo de los residuos o a áreas de pastizales y forrajes de corte.

## Programa sanitario

- ◆ Para evitar la propagación de enfermedades, hay que comprobar el estado sanitario

de las reses antes de su ingreso al corral. De ser necesario, deben aislarse durante un tiempo y realizar exámenes.

- ◆ La vacunación se aplica dependiendo de las enfermedades presentes en cada región. La bacterina doble es de uso común contra pierna negra y pasteurelosis.
- ◆ El ganado debe desparasitarse con un desparasitante interno. Para escoger el más apropiado, de ser posible se realizan exámenes de heces. Los baños se practican según la necesidad de cada región.

## Ganancias de peso

- ◆ El ganado de engorde en confinamiento puede ganar de 600 gr a 1 kg de peso por día, lo que depende de la edad y la genética del animal, del sistema de alimentación y del manejo en general.



## Costos

Para un productor de ganado en terrenos de ladera que adopta un sistema de estabulado o semiestabulado, el mayor costo es el acondicionamiento de las instalaciones, por lo que se recomienda aprovechar recursos disponibles en la finca, como la madera rolliza.

Con respecto a la alimentación, para engordar 10 animales en un sistema semiestabulado, deben disponerse de al menos de ocho apartos en un potrero de 1,5 ha. El costo de 1,5 ha de pasto *Bra-chiaria brizantha* bajo el método de cero labranza es de ¢123.000 (estimación según valor de 2010). También deben sembrarse 5.000 m<sup>2</sup> de cratylia,



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Con más animales por área, la ganadería es más eficiente y rentable siempre que el manejo, alimentación y acceso al mercado lo permitan.
- ❖ Se aprovechan las áreas de la finca con mayor aptitud ganadera, dejando el resto para otras actividades productivas.
- ❖ Pueden haber sistemas de cría, desarrollo y engorde en la misma finca.
- ❖ El animal sale al mercado en menos tiempo que en engorde en potrero.
- ❖ Se obtiene carne de mejor calidad y se logran mayores rendimientos en canal, ya que los animales son más jóvenes.
- ❖ El manejo diario amansa a los animales, que toleran mejor las labores, facilitando el control sanitario.
- ❖ El estiércol y orines pueden transformarse en biogás, abonos orgánicos y biofermentos para la misma finca o para su venta.

con un costo de ¢285.000, 4.000 m<sup>2</sup> de pasto de corte, con un costo de ¢188.000 y 3.333 m<sup>2</sup> de caña de azúcar, con un costo de ¢271.000.

Las reses para engorde con un peso de 330 a 350 kg tienen un precio de ¢550 a ¢600 por kg de peso vivo, por lo que, al inicio del engorde, cada una cuesta unos ¢200.000. La cantidad de reses a engordar dependerá del sistema de alimentación empleado, del tamaño de las instalaciones y de la disponibilidad de recursos financieros para adquirirlas.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

# Biodigestores

El biodigestor es un sistema que permite tratar las aguas residuales de lecherías, porquerizas y otros modelos de confinamiento animal (ver ficha 22 “Estabulación de ganado”), por medio del manejo adecuado de las excretas y aguas con alto contenido de materias orgánicas. Es una opción muy efectiva y de bajo costo que funciona mediante la acción de microorganismos que descomponen y transforman el estiércol y otras materias orgánicas en fertilizantes y biogás para distintos usos en la finca y el hogar.

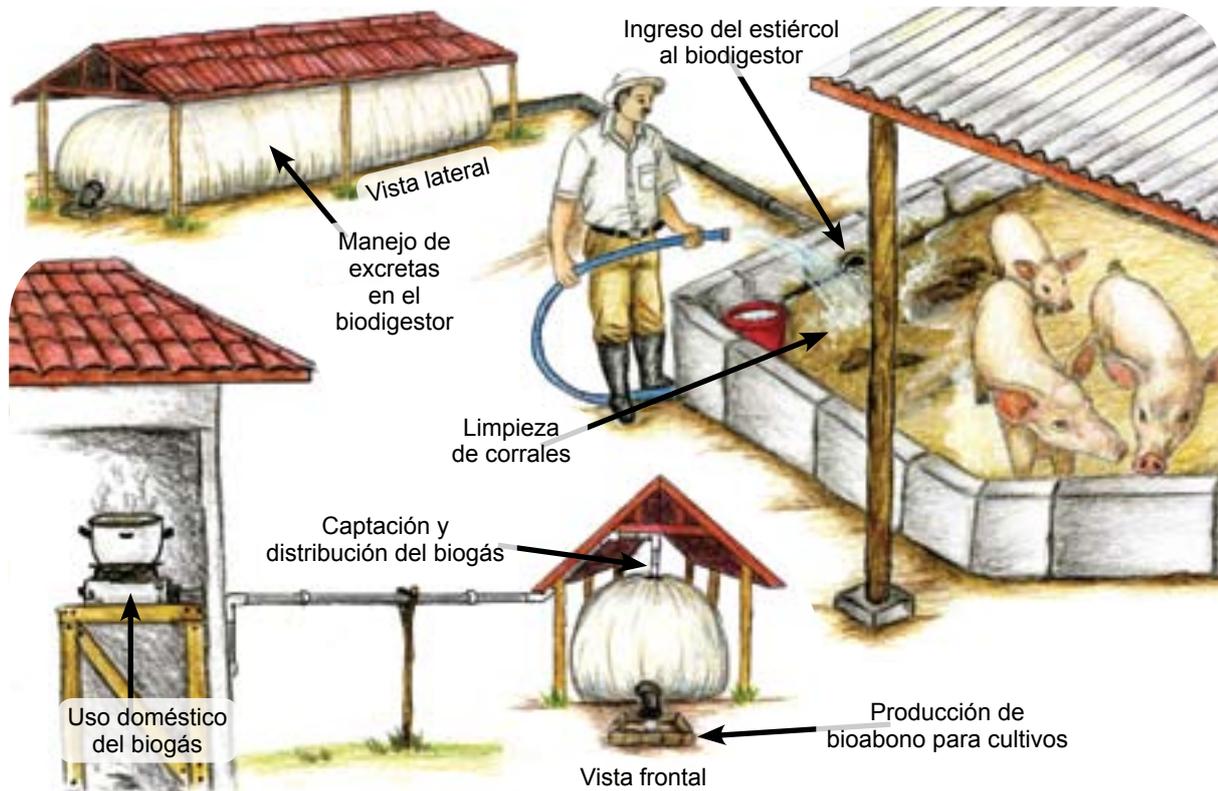
Hay varios tipos de biodigestores: Laguna tapada, biodigestor tubular (estructura flexible de bolsa de plástico), flujo pistón, mezcla completa, anaerobio de contacto y lecho expandido. Aquí se detalla el biodigestor de bolsa de plástico, también llamado de fosa o cuna, que es el más barato, de fácil utilización y de mayor difusión en el sector agropecuario del país. Consiste de una bolsa de plástico tubular de varios metros de largo, que sirve de cámara cerrada y aislada de forma hermética. El estiércol que se arrastra de la limpieza de las instalaciones de los animales se deja fermentar en el interior de la bolsa, junto con el agua que lo acompaña, estimulado por la actividad de microorganismos.

Las bacterias que viven en el estiércol se alimentan de él por medio de digestión anaerobia, que tiene lugar en un ambiente carente de oxígeno. Como resultado, se produce un efluente con alta concentración de nutrientes como fósforo, potasio y nitrógeno, que lo convierten en un fertilizante líquido libre de agroquímicos y de alta calidad, que puede diluirse y usarse como abono foliar (ver ficha 1 “Abonos orgánicos”). Un biodigestor pequeño puede producir unos 200 litros de fertilizante.



Biodigestor de bolsa protegido bajo techo.

Al consumir el estiércol las bacterias respiran y emiten biogás, que es una mezcla de metano, dióxido de carbono, otros gases y vapor de agua, que puede emplearse para distintos usos. La producción y uso del biogás contribuye a reducir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Para abastecer una cocina familiar, un biodigestor necesita 20 kg diarios de estiércol fresco, lo que produce una vaca por día aproximadamente. La temperatura determina el tiempo que las bacterias necesitan para digerir la materia orgánica y tratar las aguas residuales. Entre menos sea la temperatura, mayor tiempo de tratamiento, por lo que los biodigestores son menos eficientes en climas fríos. En ambientes de 30° C, el agua residual debe permanecer dentro del biodigestor unos 10 días, mientras que a 20° C se necesitan unos 25 días.



## Construcción del biodigestor de bolsa

- ◆ El tamaño del biodigestor depende de la cantidad de estiércol disponible y del uso que se dará al biogás. Un biodigestor de 8 metros de largo sirve para tratar el estiércol de 3 a 5 vacas, de 60 a 100 kg por día (24 m<sup>3</sup> de capacidad).
- ◆ Puede construirse en una fosa o cuna, preparada directamente en el suelo o levantada con bloques y concreto. La fosa debe estar en pendiente para facilitar el manejo y uso del biodigestor. Se necesita una bolsa de plástico tubular con las siguientes dimensiones: 8 m de largo, 5 m de circunferencia, 1,1 m de profundidad, 1,2 m de ancho en el fondo y 1,5 m de ancho en la superficie. En total se ocupan unos 25 metros de plástico. Tanto el fondo como las paredes deben quedar lisas. Pueden utilizarse sacos para aislar la bolsa y evitar que se dañe.
- ◆ Se extiende la bolsa en una superficie plana sin objetos que puedan dañarla. Una vez

extendida, se corta en el centro a los 12,5 metros y luego se introduce una mitad dentro de la otra, de modo que coincidan bien.

- ◆ Se hace una zanja en cada extremo de la fosa, una para el tubo de entrada y la otra para el tubo de salida. La zanja de entrada se hace con una inclinación de 45° en el extremo superior y la de salida con una inclinación de 30°. Ambos tubos deben entrar en el tanque lo más cerca que se pueda del fondo. Se coloca la bolsa y, en sus extremos, se conectan las tuberías de conducción, que pueden ser de 6 pulgadas en PVC. La unión en la bolsa y el tubo se sella con tiras de neumático.
- ◆ Luego se coloca una válvula de salida en la parte superior de la bolsa, haciendo un corte circular de una pulgada a 5 metros de uno de sus extremos. Para armar la válvula, se introduce una pieza macho dentro de la arandela y luego dentro de un empaque de neumático, pasándolo de adentro hacia afuera por el orificio de la bolsa. En la rosca que sale de la bolsa se pone otro empaque y una arandela y se enrosca el codo fuertemente. Se usa

un tubo de PVC de media pulgada y 10 cm de largo, que se pega con pegamento PVC al codo y en el otro extremo se coloca una manguera plástica. Por esta válvula saldrá el biogás que se produce.

- ◆ Terminada la válvula, la bolsa se extiende dentro de la fosa. En el extremo superior se pasan las puntas de la bolsa por unas alcantarillas de 12 pulgadas o bien en baldes plásticos (se utilizan ocho) y luego se introduce una manguera de jardín de modo que no permita fugas de líquido o gas. En el extremo inferior, a unos 30 cm dentro de la bolsa, se pone el tubo de salida y se amarra bien con tiras de neumático para que no salga aire.
- ◆ Para controlar la presión del biogás y evitar que la bolsa se infle mucho, puede usarse un sello de agua poniendo una botella de plástico con agua e introduciendo un tubo desde una "T" en la línea de conducción del biogás. Se unen dos niples de tubo PVC a cada extremo superior de la T: uno de los niples lleva una llave pegada y el otro se une a un codo pegado a otro niple. Los niples del lado del codo se unen con pegamento tanto al codo como a la T, al igual que el niple de la llave. Por la entrada inferior de la T se pega un niple de 20 cm de largo. El niple de 10 cm que queda libre se une al otro extremo de la manguera plástica. Al lado de la fosa se coloca un poste, en dirección de la válvula de salida y en él se amarra la botella con dos terceras partes de agua. Se hacen agujeros en la botella al mismo nivel del agua y se introduce toda la válvula dentro de la botella.
- ◆ Después de la "T", se utiliza la llave de paso para cerrar el flujo del biogás, si éste se deja de usar durante varios días. Luego se continúa con el tubo de media pulgada hasta la cocina.
- ◆ Cerrado todo el sistema, puede inflarse la bolsa con una bomba de motor y se introduce agua por el extremo superior, hasta que llegue por encima de las bocas de salida del tubo de abajo. El biodigestor está preparado para alimentarse con estiércol todos los días y producirá gas a los 30 días.



## Beneficios ambientales

- ❖ Disminuye la contaminación orgánica del suelo y de las aguas de ríos y quebradas.
- ❖ En lecherías y porquerizas, se eliminan malos olores y plagas de moscas transmisoras de enfermedades y contaminantes.
- ❖ Al producir biogás como fuente alternativa de energía para cocinar, se reduce el consumo de bunker, leña y la deforestación local. Un m<sup>3</sup> de biogás evita la deforestación de 0,33 ha.
- ❖ Es un tratamiento limpio de aguas residuales, que no genera malos olores.
- ❖ Se reduce la emisión de gases de efecto invernadero, al utilizar la combustión del biogás en la propia finca, ya que el metano se libera como dióxido de carbono, que es un gas 21 veces menos dañino.



Preparación de la fosa para instalación del biodigestor.

## Limitaciones y cuidados

- ◆ El biodigestor de plástico tiene una vida útil de unos tres años.
- ◆ Requiere protección porque puede romperse por condiciones climáticas adversas y por la acción del hombre y de los animales.
- ◆ Puede generar como subproducto sulfuro de hidrógeno, un gas tóxico y corrosivo que reduce la capacidad calorífica del biogás.



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Es una opción de bajo costo y muy efectiva para tratar las aguas residuales de lecherías y granjas de vacas, cerdos y cabras.
- ❖ Permite aprovechar el 100% de la boñiga, en conjunto con otras técnicas para la producción de abono orgánico y biofermentos.
- ❖ Se produce un fertilizante de alta calidad, que se usa como abono foliar.
- ❖ La instalación del biodigestor no requiere de mano de obra especializada ni de maquinaria pesada.
- ❖ El biogás sustituye el uso de gas propano, carbón o leña y además puede disminuir el costo por consumo de electricidad hasta en un 40%. Puede emplearse para cocinar alimentos, calentar agua o generar electricidad.
- ❖ El uso de gas para cocinar equivale a 7.200 kw/hora, lo que representa un ahorro de 2.500 litros de combustible para producir esa misma energía.

- ◆ Existen posibles riesgos de explosión, de no cumplirse con las normas de seguridad para gases combustibles, o de haber problemas de instalación y mantenimiento de la válvula de seguridad.
- ◆ Dentro del biodigestor, los residuos sólidos fermentados pueden formar una capa flotante que obliga a agitar estas partículas periódicamente para mantener la capacidad de producción de biogás.



Sello de agua con recipiente plástico para controlar los excesos de producción de biogás.



## Costos

El biodigestor de 8 m de longitud cuesta aproximadamente unos ¢270.000 (estimación en colones de 2010) que incluye:

Rubro	Costo <sup>1</sup>
Mano de obra para apertura de fosa y zanjas <sup>2</sup>	¢64.000
Materiales del biodigestor (plástico, tuberías, componentes de PVC)	¢125.000
Caseta de protección	¢56.000
Cocina de gas (adaptación)	¢25.000
<b>Costo total</b>	<b>¢270.000</b>

**1.** Costos estimados en colones del 2010. **2.** Este costo parte de que es el mismo productor quién construye su biodigestor, cavando una zanja en el terreno.

Tomando en cuenta el ahorro logrado con la producción de gas y fertilizante, se ha estimado que la inversión puede pagarse en un año y medio. Un solo biodigestor de 11 m<sup>3</sup> emite un efluente equivalente a 14 quintales de fertilizante triple 15 y produce la energía equivalente a 12 cilindros de gas de 25 libras, lo que representa un ahorro aproximado a los ¢200.000 por año.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

# Tratamiento de residuos en queserías

Una actividad lechera exitosa depende de varios factores: que la leche provenga de animales sanos y bien alimentados, que se implementen buenas prácticas de ordeño y que la leche se maneje de forma higiénica para obtener productos lácteos inocuos y de calidad garantizada (ver ficha 7 “Inocuidad de alimentos en fincas”). Debe contarse con instalaciones techadas e higiénicas y el manejo de la actividad en general debe ser amigable con el ambiente.

Las industrias lácteas como las queserías producen residuos líquidos que contienen gran cantidad de materia orgánica, alta concentración de sólidos suspendidos, aceites, grasas y un pH neutro que tiende rápidamente a acidificarse en ausencia de oxígeno. Todos estos residuos deben manejarse de forma correcta para evitar la contaminación, especialmente de las fuentes de agua. Incluso las tuberías de las instalaciones van acumulando grasas y lodos.

Es responsabilidad de todos los productores y trabajadores que laboran en el procesamiento de la leche, implementar un conjunto de buenas prácticas que les permita cuidar la salud y el ambiente. Estas forman parte de lo que se conoce como “Producción más Limpia”, que es “la aplicación continua de una estrategia preventiva integral a los procesos, productos y servicios de una empresa, para reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente”. La producción más limpia promueve la competitividad de la empresa mediante la eliminación del desperdicio de materias primas, la reducción de emisiones contaminantes, el ahorro de agua y energía y el aumento de la calidad de



Planta procesadora de quesos.

los productos. Esta ficha se enfoca en las buenas prácticas para el tratamiento de residuos líquidos y sólidos de las queserías, así como en la prevención de la emisión de gases.

## **Tratamiento de residuos líquidos**

Para un tratamiento correcto de las aguas residuales de queserías, hay que separar las redes que colectan las aguas derivadas del procesamiento de la leche, de las que recogen vertidos de los sistemas sanitarios y de las aguas pluviales de las instalaciones. Esto disminuye el volumen de agua residual que va a tratarse.

Los residuos líquidos en queserías provienen del lavado de equipos, pisos, recipientes e instalaciones en general, así como del lavado de vehículos



de transporte, o bien, del derrame de leche en las instalaciones. Para un lavado adecuado, deben considerarse las siguientes recomendaciones:

- ◆ De ser posible, usar detergentes biodegradables o de bajo impacto ambiental.
- ◆ Controlar el uso de detergentes y desinfectantes de lavado, usando las dosis recomendadas por los fabricantes.
- ◆ Reducir el consumo de agua utilizando pistolas de cierre automático, reduciendo el diámetro de las mangueras o utilizando hidro-lavadoras o máquinas a presión de bajo consumo.

El procesamiento sencillo de los residuos líquidos puede combinar tratamientos físicos y biológicos.

### Tratamientos físicos

Permiten separar sólidos de distintos tamaños y densidades de los residuos líquidos. Los más comunes son:

- ◆ **Separación de sólidos gruesos (> 15 mm):** Se colocan pascones, coladores, filtros o cedazos de retención de sólidos a la salida de las tinas del proceso y rejillas de

retención de sólidos en los sumideros de las tuberías de evacuación de PVC. Los sólidos separados pueden ser de diverso tipo y se envían como desechos domésticos a rellenos sanitarios. Si se trata de piedras, plásticos o metales que puedan reutilizarse, clasificarse o reciclarse.

- ◆ **Separación de sólidos finos (entre 0,5 mm y 3 mm):** Incluyen restos de queso, cuajada y otros. Para removerlos, se usan filtros rotatorios autolavables con agua o vapor. Los sólidos obtenidos pueden destinarse a alimento animal.
- ◆ **Trampas de grasa:** Permiten remover físicamente las grasas y aceites libres, sin necesidad de incorporar productos químicos, reduciendo así los costos de tratamiento.

### Tratamientos biológicos

Reducen la carga orgánica proveniente de proteínas, carbohidratos, azúcares, aceites, grasas, lactosa y detergentes. Pueden emplearse sistemas aeróbicos en pilas aireadas o lagunas de oxidación, a las que se adicionan microorganismos eficientes (ver ficha 3 "Biofermentos") que aceleran la descomposición de la materia orgánica.

En las pilas o lagunas se separan, por sedimentación, los lodos biológicos generados en el proceso, que luego se extraen del fondo y pueden reincorporarse como enmienda o mejorador del suelo (ver ficha 1 “Abonos orgánicos”). El agua residual, tratada y clarificada, se evacúa a través de un vertedero y puede emplearse para riego de pastos cercanos o infiltrarse al suelo, siempre que las características del terreno no sean una limitante por la pendiente, cercanía a fuentes de agua, casas de habitación o centros públicos. No debe verterse directamente en fuentes de agua, superficiales o subterráneas. Deben tomarse en cuenta y respetarse las disposiciones sanitarias y regulaciones vinculantes del Ministerio de Salud, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones.

### Valorización del suero

El suero es el subproducto más importante de la producción de queso, ya que corresponde de un 80 a un 90% del volumen de la leche. Como residuo es el que más preocupa por su elevado contenido de carga orgánica. Sin embargo, gracias a su calidad nutritiva por la presencia de proteínas y lactosa (40% de los sólidos totales de la leche se van en el suero), es una materia prima de gran valor para elaborar queso Ricotta, requesón, refrescos, siropes, helados, flanes y diversos tipos de pan. También se usa en la alimentación animal,



Cedazo de retención de sólidos en tinas de proceso.



### Beneficios ambientales

- ❖ Reducción del volumen de residuos líquidos y sólidos.
- ❖ Disminución de la carga orgánica y sólidos totales en los residuos líquidos, previniendo la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.
- ❖ Se evita la generación de olores molestos.

especialmente de cerdos y terneras. Dada su utilidad, se recomienda recuperar la mayor cantidad de suero posible del procesamiento del queso.

### Tratamiento de residuos sólidos

Antes del lavado de las instalaciones, equipos y utensilios, deben recogerse y barrerse los restos de queso, cuajada y otros residuos sólidos. Así se evita el consumo excesivo de agua para el arrastre de estos residuos. En la mayoría de los casos, se trata de subproductos mal aprovechados en el proceso de producción del queso o de productos vencidos. Estos residuos pueden reutilizarse sin riesgo en la alimentación animal, pero debe establecerse un procedimiento que evite su comercialización en el mercado y el riesgo para la salud pública.

También deben separarse los restos de plásticos, maderas, metales y papeles y gestionar su reciclaje o reutilización a través de terceros o, cuando esto no sea posible, su disposición en rellenos sanitarios mediante los sistemas municipales de recolección de desechos.

Debe prevenirse y evitarse la producción de residuos sólidos provenientes de la leche, especialmente la cuajada, ya que es producto que se pierde, baja el rendimiento de los quesos, disminuyen los ingresos y aumentan los costos de tratamiento

de residuos. Como ejemplo, si se pierden 200 gramos de queso en el piso en una tanda, lo que es normal en la plantas actuales, significan 73 kg de queso perdido por año. Esta pérdida se incrementa si se procesa más de una tanda por día.

## Mitigación de olores y gases

Para mitigar los olores generados en la quesería pueden sembrarse barreras vivas mediante la siembra de árboles y arbustos nativos adaptados a la zona, en las cercanías de la quesería (ver fichas 9 “Cercas vivas” y 10 “Cortinas rompevientos”). Pueden sembrarse varias líneas de árboles de manera intercalada, alrededor del área de interés. Las especies recomendadas son: teca, caoba, roble, acacia, laurel y cedro, entre otras.

Para el funcionamiento de los equipos empleados en queserías, como marmitas de pasteurización y calderas, puede recurrirse al uso de biogás que, a



Tratamiento de residuos líquidos de queserías con microorganismos benéficos.

su vez, podría producirse por medio de un biodigestor instalado en la lechería; las recomendaciones básicas se ofrecen en la ficha 23 “Biodigestores”. El biogás disminuye la contaminación ambiental al usarse como fuente de energía y reduce el uso de combustibles fósiles y electricidad en el procesamiento del queso.



### Beneficios socioeconómicos

- ❖ La leche, el agua, la energía y otros recursos se usan de forma eficiente.
- ❖ Disminución de la cantidad de residuos líquidos y sólidos, así como de los costos de su tratamiento.
- ❖ Valorización de los residuos como el suero y generación de ingresos adicionales por su venta.
- ❖ El uso de sistemas de lavado con pistolas u otros equipos de cierre automático, con agua a presión y corte de flujo, puede reducir el consumo de agua y los caudales de descarga en un 30%.



### Costos

En una quesería que procesa un volumen estimado de 100 kg de leche fluida por día en quesos, el costo aproximado de un sistema de tratamiento de residuos líquidos y sólidos es de aproximadamente ₡130.000 (estimación con base en colones del 2010). Este costo incluye los filtros y cedazos de retención de sólidos en las tinajas, rejillas de retención en las tuberías, trampas de grasa, tubería de PVC para la evacuación de los residuos líquidos fuera de la planta, construcción de una pileta de retención y tratamiento de los residuos sólidos y líquidos. También incluye la preparación inicial de los microorganismos eficientes para el tratamiento de estos residuos.



### Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Cobertura de suelos

La “cobertura de suelos” es una práctica que consiste en ofrecer protección al suelo contra la erosión por medio de la presencia de vegetación natural o cultivada, así como de residuos de vegetación, que funcionan como escudo contra los procesos erosivos de desprendimiento, arrastre y sedimentación de los suelos.

La vegetación absorbe el golpe de las gotas de lluvia, amortiguando efectos destructivos como el desmoronamiento y la compactación. La cobertura vegetal también produce irregularidades superficiales en el terreno, lo que retarda el escurrimiento y permite al agua mantenerse en la superficie por más tiempo. En general, la disponibilidad de materia orgánica contribuye a la estabilidad del suelo, mejora la infiltración y la capacidad de retención de agua, limita el arrastre de partículas y aumenta la porosidad y aireación.

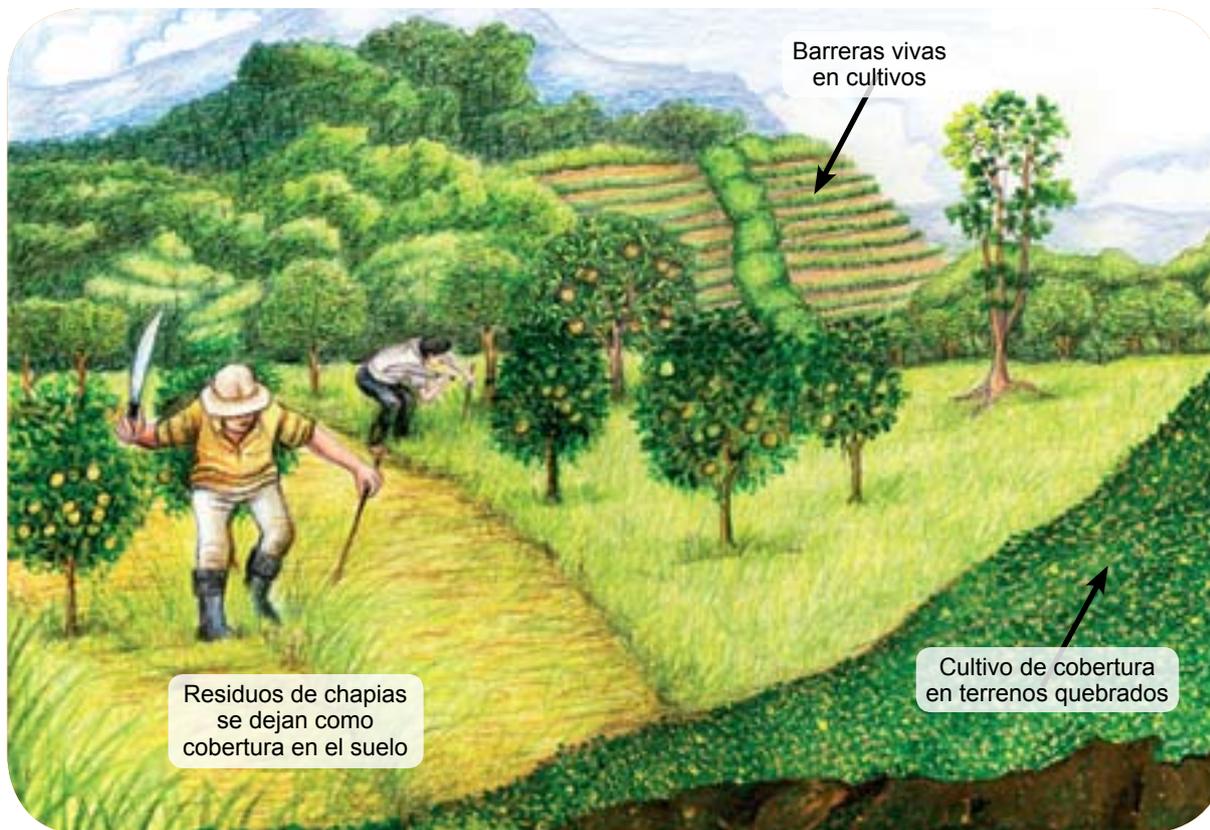
La materia orgánica también juega un papel importante en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, como hierro, manganeso, zinc y cobre. También sirve de fuente de energía para los microorganismos del suelo y favorece la presencia de lombrices.

Aunque se considera a la cobertura vegetal como el mejor medio para controlar la erosión, su capacidad varía según las características de la especie empleada para ese fin, la densidad y continuidad de la cobertura, la intensidad de las lluvias y la vegetación asociada a la especie principal.

El manejo de la cobertura vegetal requiere de la integración de diversas prácticas, como sistemas agroforestales, silvopastoriles y otras (ver fichas 8 “Sistemas agroforestales”, 16 “Sistemas silvopastoriles”, 26 “Control de la erosión”, 27 “Re-



Corte de vegetación natural como cobertura en cítricos.



cuperación y control de cárcavas”, 28 “Labranza conservacionista”, 29 “Protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos” y 30 “Reforestación protectora sin aprovechamiento”).

Sin importar el tipo de suelo, la pendiente, las dimensiones de la finca o la zona del país, es posible emplear cobertura en cualquier época del año y para cualquier cultivo. Solo debe recordarse que, a mayor pendiente, se necesitan mayores volúmenes de cobertura. La cobertura de suelos beneficia a cultivos como frijol, papa, zanahoria, repollo, sandía, caña de azúcar, café, cítricos y pastos, entre otros.

## Algunas opciones prácticas de cobertura de suelos

**RASTROJO:** Después de la cosecha, los residuos del cultivo pueden dejarse sobre el terreno. No se aplica para todos los cultivos por igual ya que, por medidas sanitarias, en muchos casos es necesario

eliminarlos del terreno. La eliminación del rastrojo debe realizarse especialmente si el cultivo ha estado enfermo y puede contagiar al siguiente ciclo.

**RESIDUOS DE CHAPIAS Y PODAS:** Cuando se realizan chapias y podas, sus residuos se dispersan de manera uniforme sobre el suelo.

**BARBECHO:** El terreno se deja en barbecho, o sea, permitiendo el crecimiento natural de plantas que ocurre después de la cosecha y que pueden mantenerse temporalmente.

**CULTIVOS DE COBERTURA:** Son plantas anuales o perennes, con raíces y follaje denso, que se cultivan con el propósito de cubrir el suelo, ofrecer protección y reducir la erosión. Consideraciones:

- Pueden utilizarse diferentes cultivos, como plantas rastreras de rápido crecimiento que se extienden directamente sobre el suelo (maní forrajero, frijoles), enredaderas (*Mucuna*, *Canavalia*), gramíneas (vetiver, zaca-

te de limón) y especies leñosas (amapola, clavelón, caña india, itabo, cratilya, morera, leucaena, chan). Pueden emplearse plantas de almácigo o semilla.

- Los cultivos de cobertura se recomiendan para pendientes de hasta un 15%.
- Debe esperarse hasta que las plantas de cobertura leñosa se desarrollen firmemente antes de podarlas.
- Cuando se corten las plantas de cobertura, sus restos se dispersan sobre el suelo para que sus nutrientes estén disponibles para futuros cultivos. Esto se debe realizar con suficiente tiempo antes de la siguiente siembra, para promover la descomposición de los restos vegetales.
- El cultivo por sí mismo ofrece cobertura y protección al suelo, especialmente en terrenos inclinados. Debe cultivarse con criterios de labranza conservacionista y control de erosión (ver fichas 26 “Control de la erosión” y 28 “Labranza conservacionista”).

**ROTACIÓN DE CULTIVOS:** Se refiere al crecimiento de dos o más cultivos en el mismo terreno, estableciendo uno después de cosechar el otro.



## Beneficios ambientales

- ❖ La acumulación de materia orgánica forma un escudo protector del suelo que disminuye su erosión, degradación y pérdida y aumenta su regeneración.
- ❖ Se reduce el efecto de salpicadura de las gotas de lluvia, permitiendo que haya más infiltración y menor escorrentía.
- ❖ La cantidad y calidad del agua subterránea aumenta porque se favorece su infiltración y minimiza la evaporación.
- ❖ Disminuye la contaminación del ambiente, al acumularse más carbono en el suelo, ayudando a la mitigación del cambio climático global.

**CULTIVOS ASOCIADOS:** Implica el establecimiento de dos o más cultivos en el mismo terreno y en el mismo periodo o ciclo de cultivo, con el propósito de ampliar la cobertura vegetal del sitio. Un ejemplo sería la siembra de diez surcos de maíz en combinación con diez de frijol.



Terreno en barbecho después de cultivarse.



Cobertura de leguminosa en palma.

**SISTEMAS AGROFORESTALES Y SILVOPASTORILES:** Con estos sistemas se promueve el crecimiento y manejo, en el mismo terreno, de árboles, arbustos, cultivos y animales (ver fichas 8 “Sistemas agroforestales”, 10 “Cortinas rompevientos” y 16 “Sistemas silvopastoriles”).



## Costos

Para implementar esta técnica, no se necesita maquinaria ni mano de obra especializada y los costos son muy bajos comparados con los beneficios.

Si se desea cubrir el terreno con mucuna, se necesitan 32 kg de semilla por hectárea, con un costo aproximado de ¢32.000 (estimación en colones de 2010). Si se trabaja con “boleado”, se necesitan unas 3 horas para cubrir una hectárea, es decir, un costo aproximado por mano de obra de ¢2.700 por hectárea. El costo es similar para la canabalia.



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Los suelos descansan y recuperan los nutrientes perdidos por la producción y la erosión, mejorando su calidad física y química para el próximo cultivo.
- ❖ Se necesita contratar menos mano de obra.
- ❖ El productor ahorra muchas horas de trabajo en el campo.
- ❖ Se emplean cada vez menos agroquímicos, reduciendo los costos.
- ❖ Puede obtenerse mayor rendimiento por área de cultivo.
- ❖ Los ingresos podría incrementarse con mayores cosechas y mejores ventas al ofertar los productos como “libres de agroquímicos”.



Maní forrajero como cultivo de cobertura en terreno quebrado

Los costos son muy bajos cuando se aplica el rastrojo, ya que se necesita menos tiempo y mano de obra que cuando se debe limpiar el terreno y recoger o tirar los residuos.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

## Control de la erosión

El suelo es uno de los recursos más importantes para la actividad agrícola, por lo que su conservación es esencial. Para evitar la erosión del suelo, lo mejor es la prevención. Las prácticas que se adopten para proteger y conservar el suelo deben contribuir al logro de lo siguiente: 1) amortiguamiento del suelo contra el impacto de las gotas de lluvia; 2) incremento de la capacidad de infiltración para reducir el escurrimiento superficial; 3) mayor estabilidad y estructura del suelo para hacerlo más resistente a la erosión; y 4) mayor aspereza o rugosidad de la superficie para reducir la velocidad del escurrimiento. Esta ficha explica algunas prácticas que favorecen el logro de estos resultados deseados. En general, son de bajo costo y no necesitan mano de obra o maquinaria especializada.

### Prácticas preventivas

**SIEMBRA EN CONTORNO:** Consiste en promover la reducción de la pendiente natural del suelo por medio de la siembra en curvas de nivel. Es una práctica simple y con un nivel bajo de inversión inicial, de gran eficiencia en el control de la erosión al formar pequeños escalones defensivos. Es ideal para áreas limitadas con laderas no muy largas, con una pendiente mayor del 3% y menor del 7%. Cuando la pendiente tiene entre 7 y 20%, es necesario complementar con otras prácticas de conservación de suelos (ver fichas 25 “Cobertura de suelos” y 28 “Labranza conservacionista”).

- ◆ Para el trazado de los surcos en contorno, en el área de trabajo se identifica la línea de pendiente máxima y se marca con una estaca su punto medio.
- ◆ A partir del punto señalado con la estaca inicial, se marca la línea guía o curva de nivel



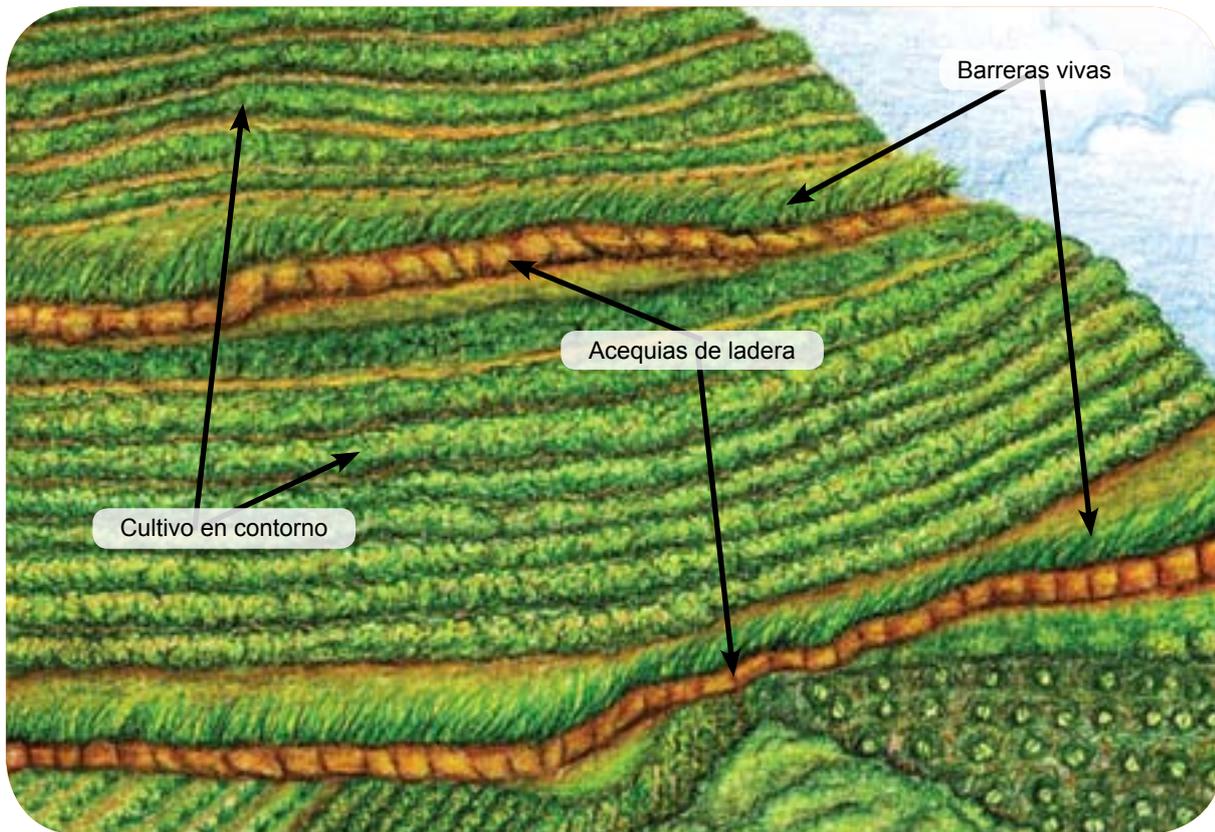
Cultivo en contorno del suelo.

por medio de estacas separadas de 15 a 20 metros.

- ◆ Se trazan los surcos paralelos a la línea guía, hacia arriba y hacia abajo hasta cubrir toda el área.
- ◆ En el caso de terrenos poco uniformes, deben marcarse dos o más líneas guías.
- ◆ Cuando el terreno está listo, se establece el cultivo.

**LABOREO DEL SUELO SIN VOLTEO:** Cuando se requiera, es recomendable preparar el suelo de tal forma que se evite el volteo. Puede utilizarse un arado de cincel o palín para dispersar los restos vegetales sobre el suelo, lo que promueve la germinación de plantas que ofrecen cobertura y protección en el periodo de tiempo entre la cosecha de un cultivo y la siembra siguiente (la ficha 28 “Labranza conservacionista”, ofrece mayor información acerca de las prácticas apropiadas de labranza para la conservación de suelos).

**CULTIVOS DE COBERTURA:** Pueden emplearse plantas rastreras que se extienden rápidamente



sobre el suelo (maní forrajero, frijoles), enredaderas (mucuna, canavalia), gramíneas (vetiver, zacate de limón) o especies leñosas (amapola, clavelón, caña india, itabo, cratilya, morera, leucaena, chan). Se recomienda para pendientes de hasta un 15% (ver ficha 25 “Cobertura de suelos”).

**BARRERAS VIVAS:** Son hileras de plantas perennes y de crecimiento denso, sembradas en curvas de nivel en contra de la pendiente. Las plantas se siembran una cerca de la otra para formar una barrera continua que protege el suelo. Permiten disminuir la velocidad del flujo del agua que corre sobre el terreno, impidiendo la erosión y reteniendo el suelo arrastrado, al cortar el largo de la pendiente en secciones más pequeñas. Puede utilizarse itabo, piña, zacate violeta, zacate limón, amapola, clavelón, pasto king grass y caña de azúcar. Pueden establecerse barreras simples o dobles, sembrando a tres bolillos o pata de gallo.

**ACEQUIAS DE LADERA:** Son pequeños canales que se construyen a través de la pendiente y con-

tribuyen a evacuar el exceso de agua de lluvia. Se recomiendan para zonas con lluvias intensas y en áreas con suelos pesados, poco permeables, con exceso de escorrentía o susceptibles a la erosión, con pendientes hasta 40%. No deben construirse en terrenos con cultivos limpios o potreros de más de 30% de pendiente. El canal debe medir 30 cm de ancho en el fondo, con desnivel de 0,5 a 1% y su profundidad y longitud pueden ser variables. Debe protegerse con una barrera viva simple o doble, sembrada de 15 a 30 centímetros del borde superior, con el objeto de frenar la fuerza del agua y filtrar los sedimentos. El desagüe debe ubicarse en un sitio bien protegido con vegetación, en donde no vaya a causarse erosión.

## Estructuras de protección del suelo

**CANAL DE DESVIACIÓN DE AGUA:** Es un canal que se construye a través de la pendiente, para interceptar el escurrimiento superficial y llevar las

aguas hasta un lugar seguro. Es de mayor amplitud que la acequia de ladera. De esta manera, se puede regular el flujo de agua en las laderas y retener sedimentos:

- ◆ Se construye en contra de la pendiente, con un desnivel de 1% para que el agua fluya hacia la salida, ubicada en un extremo y estabilizada con piedra redonda de río del tamaño del puño de la mano. La longitud del canal dependerá de la distancia hasta la salida.
- ◆ La base del canal debe tener un ancho de unos 30 cm, con una profundidad entre 20 y 50 cm y paredes inclinadas, no verticales. Hay que asegurarse de que el canal tenga suficiente capacidad para recibir y canalizar el agua de la pendiente.
- ◆ Al extremo externo del canal debe hacerse un lomo de burro con altura y ancho similar a la profundidad del canal. Al extremo superior colindante con el cultivo deben sembrarse plantas de cobertura en forma de barrera viva (ver ficha 25 “Cobertura de suelos”).



Canal de desviación de agua.

- ◆ El canal puede desembocar en un río o quebrada, o puede excavarse un hueco cuadrado de un metro de profundidad, con piedra redonda en el fondo para que el agua se infiltre en el terreno.

**CANAL DE INFILTRACIÓN:** Se utiliza en zonas secas, para conservar la mayor cantidad de agua posible. El canal debe estar a nivel y puede tener una profundidad variable.

**TERRAZAS DE FORMACIÓN SUCESIVA:** Consiste en la construcción de retenes de suelo, entre los cuales se espera que se forme una terraza por el movimiento del suelo que se presenta en cada lluvia. Su objetivo es el control del escurrimiento y desprendimiento de suelo superficial en las tierras de cultivo, reteniendo en cada terraza los sedimentos que el agua normalmente acarrea. También se logra una mayor retención de humedad, que puede ser utilizada por los cultivos al establecer en la terraza. Puede favorecer las acciones de reforestación en los terrenos productivos. Son útiles hasta el 15% de pendiente.

**TERRAZA INDIVIDUAL:** Consiste en un pequeño espacio donde se siembra un árbol y se utiliza en terrenos que tienen 50% de pendiente. Ayuda a favorecer la infiltración y retención de sedimentos. Se excava la terraza de entre 2 y 4 m<sup>2</sup> y se siembra el árbol, planta o pasto en el centro, paralelo a la curva de nivel y ligeramente inclinada hacia la ladera, con profundidad entre 20 y 25 cm. En el



## Beneficios ambientales

- ❖ Disminuye la erosión y la degradación de los suelos, principalmente en las laderas. La erosión puede reducirse hasta un 90 o 95%.
- ❖ Con mayor acumulación de materia orgánica, aumenta la regeneración del suelo.
- ❖ El suelo mantiene su capacidad para infiltrar y retener agua, favoreciendo la recarga de acuíferos, nacientes y pozos.
- ❖ Disminuye la contaminación de ríos y quebradas por tierra suspendida.
- ❖ Con ríos más limpios se contribuye a la conservación de la biodiversidad acuática.
- ❖ Disminuye el riesgo de inundaciones.



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Al controlar la erosión en su finca, el productor logra retener suelo y nutrientes.
- ❖ En el largo plazo puede recuperarse la capacidad productiva del suelo.
- ❖ La eficiencia de represas y de sistemas de irrigación mejora notablemente.
- ❖ La calidad de vida de la familia y la de otras personas de la comunidad se incrementa al conservar los recursos naturales y mejorar los ingresos.

borde externo, se hace un lomo de burro de 15 a 20 cm de altura, para retener los sedimentos.

**LÍNEAS DE FAJAS DE RAMAS:** Consiste de un pequeño muro de ramas, ideal para controlar la velocidad del agua de escorrentía y retener la tierra en laderas y taludes inestables. Se entierra una fila de estacas o postes a lo largo de la ladera o talud, cada 70 a 80 cm, a una altura sobre el suelo de 25 a 40 cm. Se colocan fajas horizontales de ramas amarradas con alambre, apoyadas a los postes y atadas a ellos también con alambre. En la cara superior de las líneas, se siembran barreras vivas como vetiver (ver ficha 25 “Cobertura de suelos”). Dependiendo del tamaño de la ladera, se construyen las líneas que sean necesarias en forma escalonada, a unos cinco metros unas de otras.

**EMPALIZADA:** Se diferencia de la anterior ya que, en vez de fajas de ramas, se emplean palos gruesos y pesados. Se entierran los postes verticales a una distancia de 50 a 80 cm entre ellos y a una profundidad de medio metro y, de ser necesario, se

usan anclajes que aseguren su estabilidad. El material horizontal también consiste de postes. La ficha 27 “Recuperación y control de cárcavas”, explica el uso de esta técnica en el control de cárcavas.

Todas estas posibilidades se complementan entre sí. También pueden apoyarse con otras opciones, por lo que se recomienda consultar las fichas 1 “Abonos verdes”, 2 “Abonos orgánicos”, 8 “Sistemas agroforestales”, 9 “Cercas vivas”, 16 “Sistemas silvopastoriles”, 25 “Cobertura de suelos”, 27 “Recuperación y control de cárcavas” y 28 “Lanzamiento conservacionista”.



## Costos

Los costos estimados para implementar estas prácticas incluyen mano de obra y materiales que el productor normalmente tiene en su finca:

Tipo de práctica	Unidad	Costo aproximado por unidad <sup>1</sup>
Cultivo en contorno	Metro lineal	¢1.500
Siembra de barreras vivas	Metro lineal	¢1.500
Canal de desviación de agua	Metro lineal	¢1.350
Canal de infiltración	Metro lineal	¢1.500
Microterrazza manual	Metro lineal	¢1.000
Faja de ramas	Metro lineal	¢2.000
Empalizadas <sup>2</sup>	Metro lineal	¢2.000

1. Costos estimados en colones del 2010. 2. Dependiendo del lugar donde están los troncos que serán usados para esta práctica.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

# Recuperación y control de cárcavas

La conservación del recurso suelo es esencial para cualquier productor agrícola. Ello requiere de prácticas que contribuyan tanto a la preservación del suelo, como a su recuperación en casos de deterioro. Un problema común, sobre todo en terrenos de pendiente, son las cárcavas, que son el estado más avanzado de la erosión en surcos. Tienen su origen en el escurrimiento superficial del agua por la pendiente, así como en prácticas agropecuarias inadecuadas. El flujo concentrado de agua va incrementando las dimensiones de los surcos, hasta transformarlos en grandes zanjas o “cárcavas”. Ellas exponen el subsuelo, desestabilizan el terreno y son una vía por la que se escurren grandes cantidades de suelo.

La recuperación y el control de cárcavas es difícil y costoso, por lo que la mejor manera de ahorrar tiempo, dinero y recursos es prevenir su formación. Es posible disminuir el crecimiento de una cárcava ya existente mediante acciones que re-



Protección de la cárcava con cerca viva.

duzcan o eviten la concentración de agua en los cauces. También debe manejarse adecuadamente el suelo en el área que rodea la cárcava. Las acciones dependerán del tamaño de la cárcava, de su profundidad, de la pendiente, del tamaño de la finca y del uso del suelo. Si el terreno es productivo y tiene un alto valor, posterior a su recuperación puede aprovecharse con cultivos, o destinarse a protección natural o reserva forestal.

## **Aislamiento y estabilización de la cárcava**

- ◆ Se cerca el contorno de la cárcava para evitar el paso de animales y la realización de trabajos rutinarios de campo en las inmediaciones del sitio afectado. Lo ideal es emplear cercas vivas (ver ficha 9 “Cercas vivas”).
- ◆ Si las dimensiones de la cárcava no son muy grandes, si su forma lo permite, si se dispone de suficiente material y si los be-



Reforestación con especies forestales nativas dentro de la cárcava.

neficios esperados compensan la inversión, puede cubrirse la cárcava con tierra, recuperando el área e incorporándola al proceso productivo. Esta medida es recomendable solo en áreas de alto valor, con buena productividad.

- ◆ Una vez cubierta la cárcava, se procede a la nivelación del terreno con respecto a las áreas productivas adyacentes. Deben aplicarse prácticas productivas sostenibles que eviten la repetición del problema (ver fichas 25 “Cobertura de suelos”, 26 “Control de la erosión” y 28 “Labranza conservacionista”).
- ◆ Cuando la recuperación por relleno no sea técnica ni económicamente viable, pueden aplicarse acciones que tienen que ver con cobertura vegetal o con el levantamiento de estructuras temporales o permanentes. En general, estos dos tipos se complementan mutuamente. Requieren de mantenimiento constante y de tiempo para recuperar el terreno.

## Uso de cobertura vegetal

Dependiendo del caso, el productor puede seleccionar entre varias opciones para el uso de cobertura vegetal en el interior de la cárcava, que contribuya a retener el suelo en sitio, así como a su regeneración (para más información, ver ficha 25 “Cobertura de suelos”):

- ◆ **VEGETACIÓN NATURAL:** Puede permitirse el crecimiento de la vegetación que va surgiendo de forma natural en el interior de la cárcava.
- ◆ **PLANTAS DE COBERTURA:** Pueden sembrarse plantas de cobertura de rápido desarrollo, tipo enredaderas –*Mucuna*, maní forrajero, otras– que se extiendan directamente sobre el terreno, contribuyendo a su estabilización.
- ◆ **BARRERAS DE VEGETACIÓN:** Pueden sembrarse en la cárcava barreras de vegetación como vetiver, amapola y otras especies, a tres metros de distancia entre barreras. Estas gramíneas y arbustos defensivos

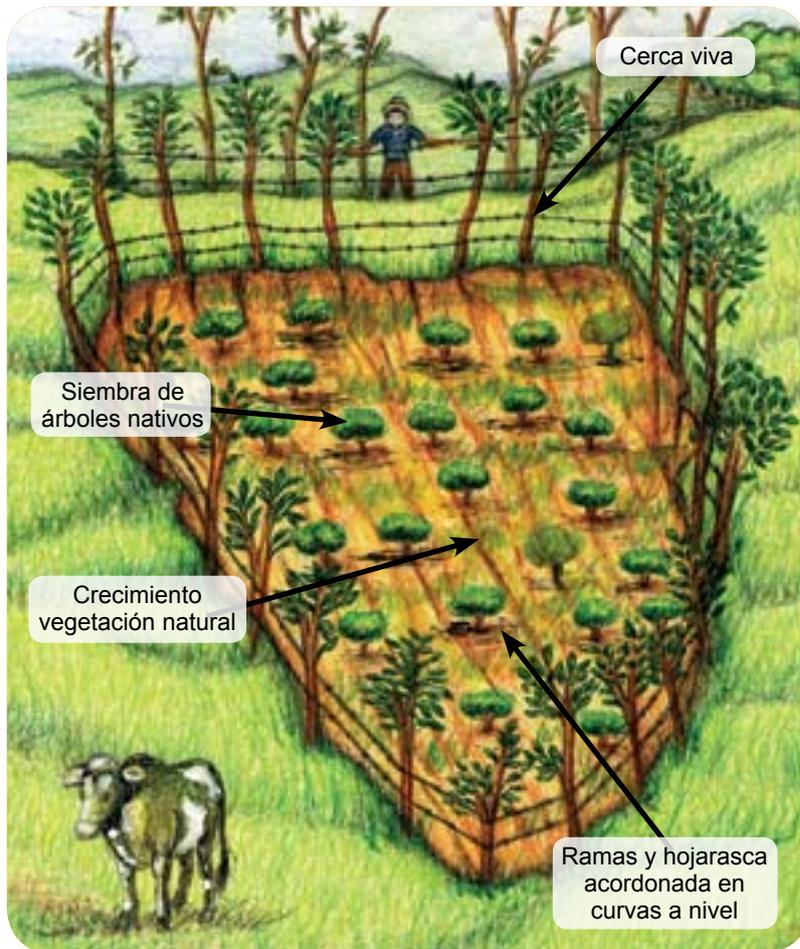


## Beneficios ambientales

- ❖ Se reduce la erosión y la degradación de los suelos en la cárcava tratada y sus alrededores.
- ❖ Disminuye el riesgo por derrumbes durante lluvias fuertes.
- ❖ Se mejora la infiltración del agua en el suelo.
- ❖ Disminuye la contaminación de ríos y quebradas por tierra suspendida.
- ❖ El fondo de las cárcavas se estabiliza, por lo que disminuye la velocidad del agua, se favorece su infiltración y se reduce el deterioro en los taludes de la cárcava tratada. Su estabilización estará completa cuando se desarrolle vegetación permanente que retenga al suelo en su sitio.
- ❖ Se incrementa la belleza del paisaje.
- ❖ Áreas dedicadas a protección forestal contribuyen con la conservación de la biodiversidad y fijación de carbono.

reducen la velocidad del agua en el interior de la cárcava y favorecen la acumulación de suelo, permitiendo el crecimiento de nueva vegetación.

- ◆ **SIEMBRA DE CULTIVOS:** Si las condiciones de la cárcava lo permiten, pueden sembrarse cultivos como café, frijol, maíz u otros, paralelos a las curvas de nivel del terreno, de manera que se formen pequeños escalones defensivos que reducen la velocidad del agua en el interior de la cárcava y permiten la acumulación de suelo, lo que favorece el establecimiento de nueva vegetación.
- ◆ **SIEMBRA DE ÁRBOLES:** En curvas de nivel pueden sembrarse árboles maderables de rápido crecimiento y nativos de la zona, a distancias de 3 x 3 en pata de gallo. Pueden emplearse plantas de viveros propios o comerciales (ver ficha técnica 11 “Viveros de árboles y arbustos”).



## Beneficios socioeconómicos

La recuperación y control de cárcavas reúne una serie de prácticas correctivas, que detienen la pérdida de suelo y facilita la regeneración de la cobertura natural en los sitios afectados. Estas medidas tienen un impacto positivo en la reducción de los riesgos de desprendimientos y derrumbes, el mejoramiento de las condiciones del paisaje y el desarrollo de las actividades productivas de los habitantes locales.

- ◆ **RASTROJO:** En el interior de la cárcava puede acumularse materia vegetal en descomposición como rastrojos y residuos de chapias y podas, lo que favorece la formación de suelo. Deben colocarse siguiendo el contorno del terreno.
- ◆ **CHAPIAS:** No se chapea todo el terreno; solo se requiere de una ronda a los árboles plantados o nacidos por regeneración natural.

## Uso de estructuras temporales o permanentes

Para detener el proceso que provoca el aumento del tamaño de la cárcava, debe evitarse que la concentración de agua continúe erosionando el lecho y desestabilice los taludes del surco. El uso de estructuras temporales o permanentes contribuye a amortiguar la acción del agua y a recuperar

el terreno. Las estructuras temporales deben ser de fácil y rápida construcción, usando materiales baratos y disponibles en la finca. Deben proteger puntos críticos y facilitar el crecimiento de vegetación. Las más comunes se explican en detalle en la ficha 26 "Control de la erosión" e incluyen:

- ◆ **CANAL DE DESVIACIÓN DE AGUA:** Intercepta el escurrimiento superficial y lleva las aguas hasta un lugar seguro, contribuyendo a regular el flujo en las laderas y a retener sedimentos.
- ◆ **TERRAZAS:** Contribuyen a controlar el escurrimiento y desprendimiento de suelo superficial, reteniendo los sedimentos que el agua normalmente acarrea.
- ◆ **LÍNEA DE FAJA DE RAMAS:** Es un pequeño muro de ramas que controla la velocidad del agua de escorrentía y retiene la tierra en laderas y taludes inestables.



Regeneración de vegetación natural dentro de la cárcava.

- ◆ **EMPALIZADA:** Se diferencia de la línea de faja de ramas ya que, en vez de ramas, se emplean palos gruesos y pesados. Las empalizadas o barreras deben estar bien enterradas en el fondo y en los lados de la cárcava para evitar que se destruyan. También es necesario que el vertedero colocado en la parte central de la estructura tenga una sección suficiente para retener el volumen de descarga esperado. Debe protegerse la salida de la barrera para impedir que la obra sea destruida por el flujo de agua del vertedero. Estas estructuras tienen que recibir mantenimiento y, por tal razón, después de lluvias fuertes, debe realizarse una inspección para verificar posibles daños y hacer reparaciones. En el Cuadro 1 se dan las recomendaciones de distanciamiento para la construcción de empalizadas dentro de cárcavas.

**Cuadro 1. Distanciamiento para la construcción de empalizadas en cárcavas**

Pendiente, %	Distanciamiento, metros
0 a 3	17,0
3 a 6	8,5
6 a 9	5,5
9 a 12	4,1
12 a 15	3,3
15 a 18	2,7
18 a 21	2,3



## Costos

La prevención para que no se formen las cárcavas es la mejor medida para conservar los recursos y ahorrar dinero. La restauración de un área afectada por cárcavas demanda tiempo, mano de obra y recursos económicos, y el retorno de la inversión es de largo plazo, ya que los beneficios muchas veces no se cuantifican con facilidad. Cuando se opta por la recuperación y control de cárcavas, deben seleccionarse aquellas acciones básicas que sean adecuadas para resolver el problema, tales como el cercado de la cárcava, cortar las entradas de agua para evitar que se agrave el problema, dejar que la vegetación natural se regenere en el sitio e incorporar materia orgánica como ramas, hojarasca y paja, que sirvan de cobertura e impidan que continúe la erosión. Si se dispone de árboles de vivero o regenerados en la finca, pueden sembrarse en aquellas zonas de menor riesgo y facilidad de plantación dentro de la cárcava. En todos los casos las medidas deben implicar la utilización de recursos propios y disponibles en la finca, de tal manera que el costo pueda pagarse razonablemente.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

# Labranza conservacionista



Labranza reducida con maquinaria.

La labranza conservacionista es un conjunto de buenas prácticas que buscan lograr la menor remoción posible del suelo, mientras ayudan a mantener su cobertura con material vegetal. Incluye diferentes tipos de labranza que pueden aplicarse en distintos cultivos como granos, hortalizas, frutales y otros.

La labranza conservacionista es una respuesta a varias prácticas inadecuadas en la preparación del suelo, que repercuten negativamente en la conservación de ese importante recurso. Estas incluyen la eliminación y limpieza de los restos de las cosechas anteriores y la apertura de los surcos con equipo con discos para voltear la tierra. El

arado de discos rompe, voltea y entierra la capa más fértil del suelo. Posteriormente, el rotador o “rotavator” pulveriza los terrones. Una vez que se desmenuzó, el suelo y sus nutrientes se pierden fácilmente por la erosión. Otra actividad inadecuada es la quema de los residuos de la cosecha para preparar los terrenos, así como dejar el suelo desnudo durante varios días antes de cultivarlos.

A diferencia de la labranza convencional, con la labranza conservacionista se afloja sólo la capa arable, se mantiene la cobertura sobre la superficie del suelo y se provoca menor pulverización. Para una mayor efectividad en la conservación de suelos, la labranza conservacionista puede com-

binarse con otras técnicas expuestas en esta guía (ver fichas 25 “Cobertura de suelos”, 26 “Control de la erosión”, 27 “Recuperación y control de cárcavas”, 29 “Protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos” y 30 “Reforestación protectora sin aprovechamiento”).

A continuación, se describen tres técnicas recomendadas de labranza conservacionista.

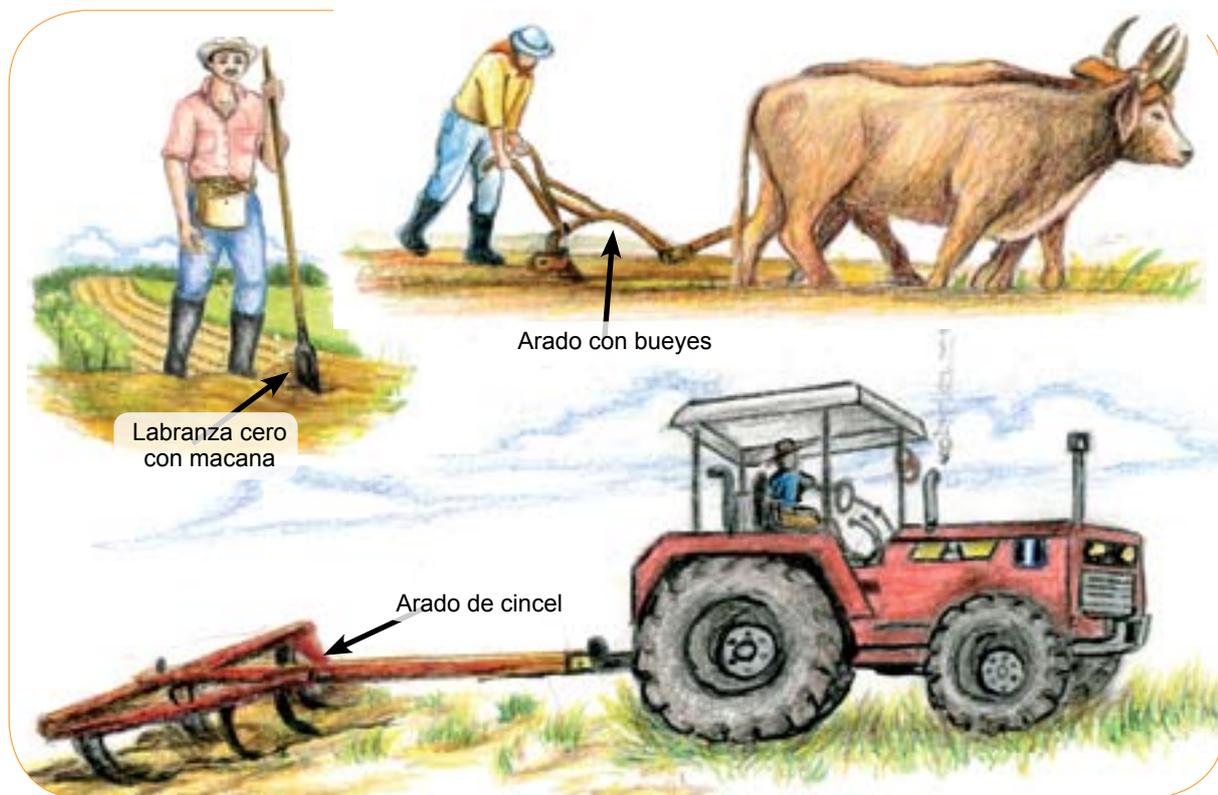
## Labranza vertical

Consiste en fracturar el suelo en su perfil para romper solo la capa arable, con el objetivo de incrementar la capacidad de infiltración, promover la penetración de raíces y reducir el escurrimiento superficial del agua. Con este tipo de labranza no se invierte el suelo y hay menor descomposición de la materia orgánica y menor pérdida de humedad. Para el laboreo del suelo, se utiliza el arado de cincel y el palín mecánico. Con estas herramientas, el suelo se afloja sin volcarlo, dejando parte de la vegetación sobre la superficie. Los ara-

dos de cincel modernos tienen normalmente 2 ó 3 hileras de cincelos curvos y pueden acoplarse al “chapulín”. El arado del suelo se realiza en forma paralela a la curva de nivel, a una profundidad de trabajo variable, entre los 2 y los 30 cm. También puede hacerse con tracción animal.

## Labranza superficial o reducida

Se realiza al cultivar toda un área de suelo, pero con la eliminación de una o más labores, en comparación con los sistemas convencionales de labranza. Incluye un amplio rango de prácticas, como el uso de la rastra de discos o cultivadora seguido de la siembra, o el uso del arado de cincelos o cultivadora y luego la siembra. Otra opción es utilizar solamente un azadón para preparar el terreno y realizar la siembra. En esta labranza el consumo de combustible disminuye, se reduce el tiempo de trabajo y se necesitan menos equipos. Debido a la roturación del suelo, las condiciones





Maíz y frijol establecidos con labranza cero.

de germinación de las semillas son mejores que en labranza cero y el control de la vegetación natural puede desarrollarse de distintas formas en comparación con labranza cero. Esta práctica es aplicable en terrenos con cierta pendiente y en terrenos de poca extensión, como los dedicados a hortalizas en ladera.

## **Siembra directa o labranza cero**

La siembra se hace directamente en el suelo, sin labranza previa. Puede hacerse con maquinaria especializada o con el método tradicional de siembra al espeque, preferiblemente con macana para evitar la compactación del suelo. En terrenos de ladera debe combinarse con otras técnicas como la siembra en contorno y manejo de coberturas,



## **Beneficios ambientales**

- ❖ Disminuye la erosión y la degradación de los suelos, así como el arrastre de sedimentos a los ríos y quebradas.
- ❖ Con mayor acumulación de materia orgánica, mejora la estructura y aumenta la regeneración del suelo.
- ❖ El suelo aumenta su capacidad para infiltrar y retener agua, se reduce la evaporación y se favorece la recarga de acuíferos, nacientes y pozos.
- ❖ Se estimula la actividad biológica del suelo, lo que favorece la porosidad.
- ❖ Disminuye la contaminación de ríos y quebradas por tierra suspendida.
- ❖ Con ríos más limpios se contribuye a la conservación de la biodiversidad acuática.
- ❖ Se evita la quema del terreno, disminuyendo la contaminación del ambiente por humo y la pérdida de suelo y sus nutrientes.

incluyendo el acordonamiento de materiales desechados en determinados sitios del terreno de cultivo. Así disminuye el efecto directo de las gotas de lluvia y de la escorrentía sobre el suelo, lo que reduce la erosión y mejora la infiltración. El suelo en labranza cero es menos susceptible a la erosión eólica. Además, protege los microorganismos del suelo. Una vez que se realiza la cosecha del cultivo, el terreno se deja descansar por un período de 2 a 4 meses. Posteriormente se realiza la siembra del cultivo siguiente. Esta práctica es aplicable en milpas o frijolares (siembra tapada), en terrenos de pequeñas parcelas. Se considera como una técnica de cobertura de suelos (ver ficha 25 "Cobertura de suelos") y puede implementarse en pendientes mayores que bajo labranza convencional. Esta siembra no es apta para suelos degradados o severamente erosionados, para suelos susceptibles a compactación o para suelos mal drenados



Yuca y chile con labranza reducida.

o arcillosos porque se dificulta la germinación de la semilla. El mantenimiento de la labranza cero a mediano plazo depende de un buen manejo integrado del terreno. Lo más importante es evitar el establecimiento de vegetación natural agresiva y de plagas de suelo. Esto se puede lograr a través del uso de cultivos de cobertura y a través de rotación de cultivos.



## Costos

La labranza conservacionista reúne una serie de prácticas que contribuyen con la sostenibilidad del suelo como un recurso productivo. Las opciones descritas permiten un menor uso de equipo, así como herramientas menos costosas (macanas, palín mecánico, arado de cincel), en relación con las prácticas de labranza convencional. También permiten reducir la cantidad de insumos para la producción, como agroquímicos, combustibles y energía. Las técnicas de labranza conservacionista tampoco requieren de mano de



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Se logra retener suelo y nutrientes, éste se vuelve más productivo y se necesitan menos agroquímicos.
- ❖ Se logran niveles de productividad altos y estables, reduciendo la degradación del suelo en la secuencia agrícola.
- ❖ Disminuyen los costos de producción al emplearse menos agroquímicos, así como menos combustibles en las operaciones.
- ❖ Temperaturas muy altas y sus fluctuaciones se reducen en la zona donde germina la semilla.
- ❖ Hay mayores ingresos que el productor y su familia pueden invertir en otras actividades productivas, educación y capacitación, mejorando así su calidad de vida.



Arado de cincel.

obra especializada. Un operador de “chapulín”, por ejemplo, podría capacitarse para realizar las labores descritas.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

# Protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos



Fuentes de agua protegidas con vegetación.

Todo productor debe poner en práctica actividades que le permitan conservar sus fuentes de agua, manteniendo en buen estado las orillas de quebradas, riachuelos y ríos de sus fincas. Esto puede hacerlo cualquier pequeño, mediano y gran productor, en condiciones distintas de pendientes y de cobertura vegetal.

Los ecosistemas de quebradas, riachuelos y ríos se deterioran progresivamente, al poner en práctica en sus márgenes acciones inadecuadas que provocan erosión y pérdida de suelo. Estas incluyen corta de árboles, cultivos muy cerca de la orilla, pisoteo por el ganado y contaminación por agroquímicos. Como resultado, se reduce la cobertura del suelo, éste se erosiona, aumenta la se-

dimentación, varía la profundidad y estructura del cauce, se modifica la velocidad de la corriente y disminuye la calidad del agua. Los sedimentos y la contaminación afectan a peces, anfibios, insectos y otras especies en el hábitat acuático.

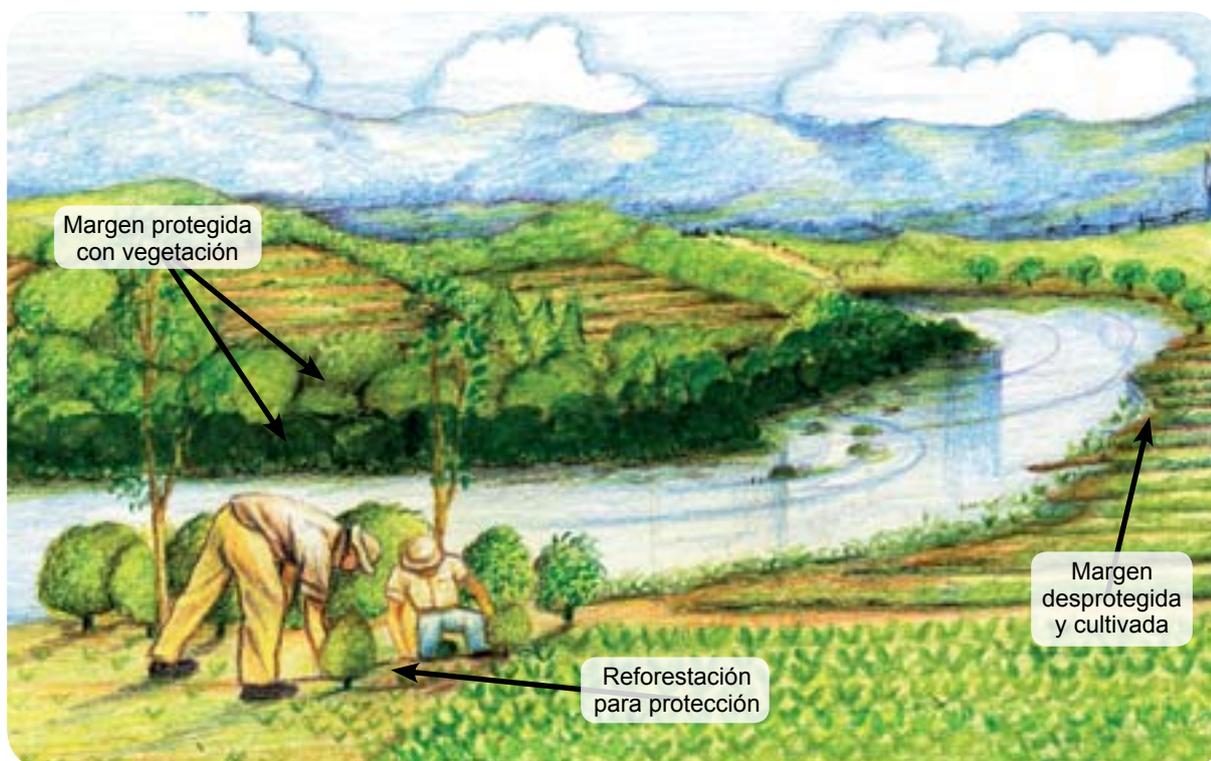
La protección de fuentes de agua o nacientes se caracteriza como un conjunto de prácticas cuyo objetivo es mejorar las condiciones de producción de agua, en cantidad y calidad, reducir o eliminar la contaminación y optimizar las condiciones de uso y manejo.

Las siguientes recomendaciones son de utilidad para proteger las orillas de quebradas, riachuelos y ríos:

- ◆ Se debe respetar la legislación nacional, que pide entre 5 y 15 m de protección en pasos de agua. Por lo tanto, no debe cultivarse en las orillas de quebradas o ríos a distancias que sobrepasen estos límites.
- ◆ Si ya existe un área boscosa en las márgenes de los ríos y quebradas en el entorno de la finca, no debe realizarse ningún tipo de intervención, como cortar árboles o abrir caminos. Deben respetarse las áreas de protección establecidas por la Ley Forestal, o sea, 10 m para áreas urbanas, 15 m en zonas rurales y 50 m si el terreno presenta una pendiente de más del 40%. Si se trata de nacientes, hay que guardar un radio de 100 m. En estas áreas no se permite la corta de árboles ni el cambio de uso del suelo. De acuerdo con las posibilidades, puede optarse por un área de protección mayor a la que exige la Ley, creando una zona de amortiguamiento alrededor del cuerpo de agua.
- ◆ Si la orilla se encuentra desprovista de cobertura vegetal (ver ficha 25 "Cobertura de suelos"), puede reforestarse sembrando

arbolitos y plantas propios de la zona (ver ficha 30 "Reforestación protectora sin aprovechamiento"). Es importante que se usen solo especies con baja demanda de agua, de modo que no afecten la recarga del río o quebrada. Árboles como sauce llorón, papaturro o espavel consumen demasiada agua. Deben buscarse especies que den abundantes flores y frutas para atraer a la fauna. Es mejor no sembrar variedades exóticas ni monocultivos forestales.

- ◆ El suelo se prepara en surcos completamente horizontales, paralelos a la curva de nivel, formando un lomo de burro de 40 a 90 cm de ancho para plantar los árboles (ver ficha 26 "Control de erosión"). El surco debe terminarse a 50 cm sobre el nivel del borde del cauce. No deben drenarse las orillas de las fuentes de aguas superficiales.
- ◆ La siembra puede convertirse en una divertida actividad familiar o comunal. Se siembran las plantas y arbolitos y se les da mantenimiento según los requerimientos de cada especie.





## Beneficios ambientales

- ❖ La vegetación ayuda a estabilizar laderas, reducir la erosión, conservar los suelos y retener sedimentos y agroquímicos.
- ❖ Disminuye la presencia de sedimentos y residuos de agroquímicos en las aguas de ríos y quebradas.
- ❖ La sombra de los árboles reduce las variaciones de temperatura en el agua y disminuye su pérdida por evaporación.
- ❖ Se mejoran las condiciones de calidad y cantidad de agua disponible.
- ❖ La cobertura favorece mayor infiltración del agua en el perfil del suelo.
- ❖ Los árboles y plantas en las orillas de ríos y quebradas son corredores biológicos para la biodiversidad.
- ❖ Mejora la calidad de vida de los ecosistemas acuáticos y de sus especies.
- ❖ La cobertura forestal contribuye con la fijación de carbono, 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.
- ❖ Incrementa la belleza natural del paisaje.

- ◆ Debe practicarse el control de vegetación natural espontánea, cortando las especies que pudieran afectar el desarrollo de plantas y los arbolitos, antes, durante y después de la siembra. No deben utilizarse agroquímicos, para evitar la contaminación del suelo y el agua. En su lugar, es conveniente dispersar los residuos de chapas y podas de manera uniforme sobre el suelo (ver ficha 25 “Cobertura de suelos”).
- ◆ En el caso de reforestación mediante la regeneración natural, debe impedirse el ingre-



## Beneficios socioeconómicos

- ❖ Incrementan las posibilidades de contar con agua de calidad para el uso de la finca, especialmente durante la época seca.
- ❖ Se asegura la fuente de agua potable para consumo humano, ya que se limita el acceso descontrolado de animales al agua.
- ❖ Dependiendo del área de protección, puede dedicarse parte de la finca al pago de servicios ambientales.
- ❖ Los cauces de los ríos y quebradas se mantienen limpios, disminuyendo la posibilidad de desbordamiento en la época lluviosa.
- ❖ Se contribuye a mejorar la eficiencia de sistemas hidrológicos como represas y sistemas de irrigación.



Protección de márgenes de ríos.

so del ganado al área, ya que además de destruir las orillas y cambiar las condiciones del cauce, provoca una selección no natural de especies.

- ◆ Ya se trate de un área boscosa existente o de un espacio recién reforestado, debe cercarse para evitar el ingreso de animales y personas y dar mayor protección.
- ◆ De ser posible, deben adquirirse plantas en viveros (ver ficha 11 “Viveros de árboles y arbustos”), lo que asegura material de mejor

calidad y resistentes a plagas y enfermedades, por lo que más arbolitos pueden sobrevivir y sus raíces tendrán mejor desarrollo.

- ◆ Hay que identificar y eliminar las fuentes de contaminación del agua y del suelo. Estas incluyen permanencia de animales

(ver ficha 21 “Abrevaderos y saladeros”), uso excesivo de agroquímicos en cultivos cercanos, almacenamiento inadecuado de pesticidas, lanzamiento de residuos sólidos al campo, disposición inadecuada de aguas residuales y otras.



## Costos

Las técnicas para la protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos tienen costos bajos y no requieren mano de obra y maquinaria especializada.

Tipo de práctica	Unidad	Costo aproximado por unidad <sup>1</sup>
Cercar el área	Metro lineal	¢970
Sembrar árboles nativos <sup>2</sup>	Media hectárea	¢166.500

**1.** Costos estimados en colones del 2010. **2.** El costo se estima considerando el costo por árbol de vivero que es de alrededor de ¢300. Se utilizan aproximadamente 555 árboles en 5.000 m<sup>2</sup> (media hectárea), sembrados a una distancia de 3x3 metros (1.100 árboles por hectárea). Un peón siembra aproximadamente 200 árboles por día, dependiendo de las condiciones del terreno, el clima y las facilidades para el traslado de los árboles al sitio de siembra. Esta densidad simula la utilizada en una plantación forestal de 1.100 árboles / ha. También puede simularse un bosque de ribera, con una densidad de 700 a 800 árboles / ha.



Protección de fuentes de agua en la finca.



### Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

# Reforestación protectora sin aprovechamiento

Cualquier finca debe buscar un balance adecuado entre producción y conservación. Para ello, en la medida de sus posibilidades, el productor puede destinar áreas para la producción agropecuaria amigable con el ambiente, facilitar la restauración de la cobertura vegetal en sitios degradados y preservar espacios con vocación para la protección de bosques y agua (ver ficha 29 “Protección de áreas de orillas de quebradas, riachuelos y ríos”).

A menudo se ignora la estrecha relación entre la cobertura forestal de la finca y el control de la erosión del suelo, la prevención de la sedimentación de ríos, el mejoramiento de la calidad del agua y la protección de la vida silvestre. Sin embargo, en el largo plazo, todos estos valores son críticos para el uso sostenido del medio ambiente y para el bienestar humano. Según la Ley Forestal, las tierras de aptitud forestal son las que por sus condiciones naturales, de topografía, suelo, clima y razones socioeconómicas, son inadecuadas para el uso agrícola o pecuario, estén cubiertas o no de vegetación.

Cuando sea posible, el productor debe reforestar su finca con fines específicos de protección, sin esperar necesariamente que los árboles y arbustos sembrados le generen bienes o ingresos comerciales en el corto, mediano o largo plazo. Esto se conoce como “reforestación protectora sin aprovechamiento”.

Esta ficha hace énfasis en el manejo de la regeneración natural y en la reforestación como estrategias para incrementar la cobertura vegetal en fincas, proteger las partes altas de las laderas, restaurar áreas degradadas, erosionadas o improductivas y



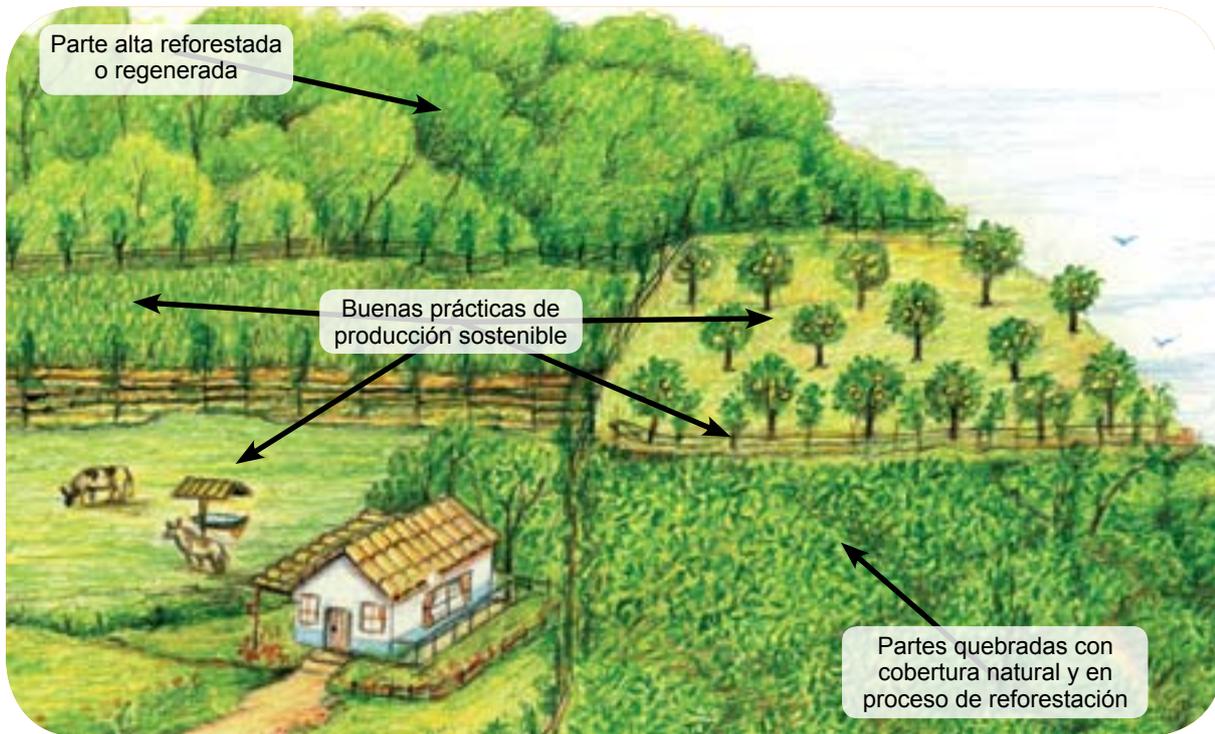
Regeneración natural en las partes altas de las fincas.

favorecer el aumento de la biodiversidad local (ver fichas 25 “Cobertura de suelos”, 26 “Control de erosión” y 27 “Recuperación y control de cárcavas”). Un productor que desee restablecer la cobertura forestal en terrenos degradados, puede decidir si permite que estos se recuperen por sí mismos por medio de la regeneración natural, o si prefiere guiar el proceso mediante la reforestación.

## **Regeneración natural**

La manera más sencilla de recuperar la cobertura de bosque natural en un espacio degradado, deforestado o improductivo es permitir que la naturaleza siga su curso, sin intervención del productor. Esta es una opción barata, donde la calidad de los árboles se controla en forma natural.

La intervención humana puede limitarse a favorecer, en forma deliberada, especies de interés que



surjan de manera natural en el sitio de protección. Las ventajas de la regeneración natural son:

- ◆ No se necesita mano de obra para dar mantenimiento a la vegetación.
- ◆ Se aprovecha la dinámica de la naturaleza para decidir la composición de especies.
- ◆ Se logra una mezcla de especies de árboles y plantas en general que se adaptan bien a las condiciones del sitio.
- ◆ Se desarrolla una cubierta forestal protectora de los suelos y del agua.
- ◆ Se logra una mayor diversidad de flora y fauna.
- ◆ Hay que tener presente que el resultado no es uniforme en cuanto a la composición de especies, tamaño, densidad o distribución.



## Beneficios ambientales

- ❖ La reforestación y regeneración natural ayudan a estabilizar laderas, reducir la erosión, conservar los suelos y retener sedimentos.
- ❖ La cobertura forestal favorece una mayor infiltración del agua en el perfil del suelo.
- ❖ Los árboles y plantas permiten el establecimiento de corredores biológicos, favoreciendo la biodiversidad local.
- ❖ La cobertura forestal contribuye con la fijación de gases de efecto invernadero.

## Reforestación

La reforestación mediante plantaciones es un proceso que permite poblar un espacio con árboles y arbustos con diferentes propósitos como obtener bienes (maderas, forrajes, frutas, otros), servicios ambientales (fijación de gases, protección de suelos y agua, recreación y paisajismo, conservación de la biodiversidad y otros). Sin embargo, debe tomarse en cuenta que se trata de un proceso costoso, tanto en tiempo como en dinero.

En la reforestación pueden emplearse distintas especies nativas o exóticas que se adapten bien al

sitio, que crezcan en suelos de pobre calidad y que provean una cobertura vegetal en el menor tiempo posible. Para poder crecer y establecerse con éxito, deben ser especies tolerantes a acidez del suelo, deficiencias de nutrientes y posible presencia de toxicidad por aluminio, manganeso o azufre.

### **Reforestación cerrada:**

En una reforestación cerrada todos los árboles se siembran al mismo tiempo y con un espaciamiento similar, para obtener uniformidad en edad y tamaño. Se incluyen sólo especies de interés comercial, exóticas o nativas; dependiendo de la especie, se necesita aplicar raleos y podas. Este tipo de reforestación permite un mejor manejo del sitio plantado y ayudan a la protección rápida de áreas deforestadas o degradadas. Este sistema requiere de una alta inversión para su establecimiento y mantenimiento.

### **Reforestaciones intercaladas:**

Combinan especies forestales distintas, con un mismo propósito comercial. El área a recuperar se enriquece con varias especies de árboles importantes que aportan de forma distinta a la biodiversidad local mediante la conformación de espacios naturales y corredores biológicos. Este sistema permite el desarrollo de un bosque más diversificado. Los costos de establecimiento y manejo son menores con respecto a la reforestación cerrada. Deben usarse especies que sean tolerantes a la sombra.



### **Beneficios socioeconómicos**

- ❖ Aumenta la disponibilidad de agua de calidad para el uso de la finca, especialmente durante la época seca.
- ❖ Se planifica el espacio de la finca de tal manera que se cuenta con áreas dedicadas a las actividades productivas y áreas destinadas a la cobertura forestal, ya sea en restauración o en bosques ya consolidados.
- ❖ Aumenta la belleza paisajística de la finca, incrementando el valor de la propiedad.



Regeneración natural para protección en fincas.

### **Consideraciones para la regeneración y la reforestación**

- ◆ La reforestación debe realizarse preferiblemente con especies nativas.
- ◆ La siembra directa es lo más común. Es una técnica de bajo costo, aunque su tasa de éxito es mucho más baja en comparación con los árboles provenientes de viveros. Requiere semillas de alta calidad, algunas requieren de pretratamiento para estimular su germinación, así como protección con cercas para evitar posibles daños por personas y animales.
- ◆ La producción de los árboles maderables puede realizarse en viveros (ver ficha 11 “Viveros de árboles y arbustos”), empleando diferentes técnicas para mejorar los resultados de la reforestación, pero con costos mayores que la siembra directa. Debe recordarse que al momento de sembrarse, debe retirarse la bolsa plástica.
- ◆ Al momento de plantar el árbol, debe mezclarse el suelo sacado del hoyo con abono orgánico, para mejorar las condiciones de fertilización y de sobrevivencia.
- ◆ Algunas especies de árboles y arbustos pueden reproducirse por medio de la propagación por estacas o estacones, que es una técnica de bajo costo porque necesita un manejo mínimo del terreno para establecerlas: solamente se abre el hoyo, se llena de abono orgánico y se planta el estacón.
- ◆ En terrenos de ladera, las áreas de mayor pendiente y áreas aledañas a fuentes de

agua deben reforestarse o regenerarse con cobertura arbórea y arbustiva para protección. En otras áreas donde sus condiciones de pendiente permiten desarrollar una actividad agropecuaria, pueden implementarse prácticas conservacionistas como obras de control de erosión, labranza cero y superficial, cobertura vegetal y sistemas agroforestales. En sistemas silvopastoriles de ladera, el ganado debe manejarse en confinamiento (ver fichas 8 “Sistemas agroforestales”,

16 “Sistemas silvopastoriles” y 22 “Estabulación de ganado”).

- ◆ Donde haya ganado en los alrededores de la regeneración natural o de la reforestación, deben establecerse cercas vivas (ver ficha 9 “Cercas vivas”) para evitar que los animales causen daño mecánico o por ramoneo.

## Selección de especies

El Cuadro 1 muestra algunas especies que pueden aprovecharse en reforestación de fincas.

**Cuadro 1. Especies para reforestación de fincas**

Especies maderables tradicionales	Especies maderables no tradicionales	Especies frutales		Especies de uso múltiple
Caoba	Balsa	Guaba	Anona	Madero negro
Cedro	Almendro de montaña	Jocote	Nance	Jinocuabe
Roble	Corteza	Marañón	Tamarindo	Guácimo
Guayacán	Cocobolo	Guayaba	Mango	Poró
Espavél	Higuerón	Guanábana	Naranja	Jícara
Amarillo	Nazareno			Leucaena
Laurel				



## Costos

Los costos de estos sistemas dependerán de las características de la finca, así como de los recursos disponibles en ella. Como referencia, el costo aproximado para la reforestación de media hectárea de terreno es el siguiente:

Material	Cantidad	Precio / unidad <sup>1</sup>	Costo <sup>1</sup>
Árboles de vivero <sup>2</sup>	638	¢300	¢191.400
Alambre de púas (rollos)	4	¢16.700	¢66.800
Grapas (kg)	1	¢960	¢960
Mano de obra (jornales) <sup>3</sup>	13	¢6.000	¢78.000
<b>Costo total</b>			<b>¢337.160</b>

**1.** Costos estimados en colones del 2010 para media hectárea. **2.** El costo se estima considerando el costo por árbol de vivero que es de alrededor de ¢300. Se utilizan aproximadamente 555 árboles en 5.000 m<sup>2</sup> (media hectárea), sembrados a una distancia de 3x3 metros (1.100 árboles por hectárea). Un peón siembra aproximadamente 200 árboles por día, dependiendo de las condiciones del terreno, el clima y las facilidades para el traslado de los árboles al sitio de siembra. El costo de los árboles de vivero incluye un 15% de replante. **3.** Un jornal equivale a 6 horas de trabajo al día.



## Para mayor información

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”, donde hay referencias de extensionistas y productores que podrán brindar mayor información sobre esta tecnología.

# Desafíos ambientales de la producción agropecuaria costarricense

El sector agropecuario de Costa Rica, basado en sus micro, pequeños y medianos productores, muchos de ellos integrados en organizaciones, ha sabido abrirse paso en la diversificación de la oferta de bienes y servicios, en la diferenciación de nichos de mercado nacional e internacional para sus distintos productos, en la apertura de oportunidades de negocios innovadores y en la industrialización y procesamiento de muchos de ellos.

En el marco del proceso de mejora continua que requiere el sector productivo agropecuario, se requiere un esfuerzo progresivo para que todos los

productores realicen procesos productivos con una visión que incorpore la sostenibilidad desde el punto de vista ambiental, económico y social, condición que requiere más relevancia, no solo por las transformaciones de los mercados según las actuales tendencias comerciales, sino por la importancia que en materia de cambio climático representa el sector.

La producción agropecuaria basada en prácticas convencionales, con una visión que privilegia la rentabilidad en el corto plazo, ha fomentado el uso intensivo de agroquímicos, la degradación del



Erosión de suelos.

suelo, la contaminación ambiental, la destrucción de la biodiversidad y la disminución de la calidad de vida de los habitantes. Los impactos ambientales negativos se hacen sentir en recursos naturales estratégicos como el suelo, el agua, el aire, la energía y la biodiversidad.

Las tecnologías y buenas prácticas que fundamentan la producción sostenible permiten reducir estos impactos, evitar la degradación del ambiente y mejorar la calidad de vida. Para cada uno de estos recursos, el presente capítulo identifica los principales problemas ambientales, así como los desafíos que ellos representan para los productores y el país en general. También ofrece los posibles cursos de acción con base en las tecnologías

presentadas sistemáticamente en esta Guía Técnica y describe los beneficios ambientales derivados de su implementación.

## Suelo

El suelo es uno de los recursos más importantes para la agricultura, dado que ofrece el sustento a las plantas. Sin embargo, es también muy frágil ya que, dependiendo del uso que se le da y de su exposición a la lluvia o al viento, puede erosionarse o desgastarse fácilmente, perdiendo su fertilidad, con lo cual la producción se hace más dependiente de fertilizantes químicos. Estos a su vez, provocan la contaminación del suelo, las fuentes de agua y de la destrucción de biodiversidad. La apli-

**Cuadro 1. La producción agropecuaria y su impacto en el SUELO**

Problemas ambientales	Desafíos que representan	Cursos de acción que pueden construirse	Beneficios ambientales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de capacidad de infiltración del agua en el perfil del suelo.</li> <li>• Pérdida de fertilidad.</li> <li>• Pérdida de los microorganismos.</li> <li>• Contaminación química y biológica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de prácticas conservacionistas para disminuir la escorrentía y erosión.</li> <li>• Abuso de los agroquímicos.</li> <li>• Realizar manejo adecuado de residuos orgánicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicas y buenas prácticas para el control de la erosión y la restauración del suelo: recuperación y control de cárcavas, siembra en contorno, labranza conservacionista, canales de desviación de agua, cultivos de cobertura, reforestación protectora sin aprovechamiento, otros.</li> <li>• Mayor cobertura y producción de materia orgánica (abonos verdes, sistemas agroforestales y silvopastoriles, pastos mejorados, bancos forrajeros).</li> <li>• Reutilización de residuos orgánicos (abonos orgánicos, biofermentos).</li> <li>• Prevención y control más natural de plagas y enfermedades (microorganismos benéficos, biopesticidas, solarización, producción en ambientes protegidos).</li> <li>• Manejo sostenible de la actividad ganadera: ganadería estabulada, pastos mejorados, rotación de potreros, bancos forrajeros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de la erosión y de la degradación del suelo.</li> <li>• Se evita o disminuye la contaminación química y biológica del suelo.</li> <li>• Aumenta la capacidad de infiltración del agua.</li> <li>• Mejora la estructura del suelo.</li> <li>• Incrementa la fertilidad del suelo.</li> <li>• Mayor aporte de nitrógeno.</li> <li>• Menor pisoteo y compactación del suelo por los animales.</li> </ul>

cación de buenas prácticas enfocadas en el uso correcto de los suelos, permite su conservación y la recuperación de sus cualidades y valor como un recurso productivo esencial para la producción.

A continuación se expone un resumen de los principales problemas ambientales del recurso suelo, derivados de las actividades agropecuarias, así como los desafíos que aquellos representan para los pequeños y medianos productores, sus comunidades y el país en general.

El uso correcto de buenas prácticas de conservación y recuperación de suelos permite alcanzar beneficios ambientales de corto, mediano y largo plazo, mejorando las condiciones de vida de los productores. En este sentido, el Cuadro 1 también enfatiza en los posibles cursos de acción y en los beneficios ambientales concretos derivados de su implementación.

## **Agua**

El agua es un recurso muy valioso, tanto en agricultura como en ganadería. Sin embargo, es también muy frágil ya que, dependiendo del manejo

de la actividad agrícola, ganadera y forestal, tanto las aguas superficiales como subterráneas se exponen a un conjunto de problemas como contaminación química y orgánica, sedimentación, desperdicio, deterioro de su calidad y reducción en cuanto a su cantidad, especialmente durante la época seca.

El Cuadro 2 presenta un resumen de los principales problemas ambientales del recurso agua, derivados de las actividades agropecuarias, así como los desafíos que aquellos representan para los pequeños y medianos productores, sus comunidades y el país en general. Todo productor debería adoptar un conjunto de tecnologías sostenibles que le permitan conservar sus fuentes de agua, aplicando buenas prácticas productivas tanto en agricultura como en ganadería, que contribuyan a evitar o disminuir la erosión y contaminación química y biológica. Esto debe complementarse con el mantenimiento en buen estado de las orillas de quebradas, riachuelos y ríos en sus fincas. También enfatiza en los posibles cursos de acción y en los beneficios ambientales concretos derivados de su implementación.



Pérdida de cantidad y calidad de agua.

**Cuadro 2. La producción agropecuaria y su impacto en el AGUA**

Problemas ambientales	Desafíos que representan	Cursos de acción que pueden construirse	Beneficios ambientales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de cantidad y calidad del agua.</li> <li>• Incremento de la sedimentación.</li> <li>• Contaminación química y biológica.</li> <li>• Reducción de la capacidad de recarga acuífera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de las fuentes superficiales y subterráneas.</li> <li>• Manejo adecuado del suelo.</li> <li>• Reducción del uso de agroquímicos.</li> <li>• Tratamiento y manejo adecuado de residuos orgánicos (estiércol, broza).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de la protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos y reforestación protectora sin aprovechamiento.</li> <li>• Reutilización de residuos orgánicos (abonos orgánicos, biofermentos).</li> <li>• Tratamientos o disposición adecuada de aguas residuales (beneficios ecológicos de café, biodigestores, tratamiento de residuos en queserías).</li> <li>• Control más natural de plagas y enfermedades (microorganismos benéficos, biopesticidas, solarización).</li> <li>• Uso racional del agua (riego por goteo, microbeneficio ecológico de café, abrevaderos, ganadería semi y estabulada).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evita o disminuye la contaminación química y biológica de las aguas subterráneas, ríos y quebradas.</li> <li>• Se evita o disminuye los sedimentos suspendidos en el agua.</li> <li>• Mejora la calidad y disponibilidad de agua superficial y subterránea.</li> </ul>

## Aire

Las actividades agrícolas y ganaderas tienen un impacto directo en las condiciones del medio ambiente donde se desarrollan, incluyendo el grado de pureza y calidad del aire en el cual se llevan a cabo.

El manejo inadecuado de las actividades productivas, particularmente todo lo relacionado con los residuos orgánicos y líquidos, tipo y mantenimiento del equipo y tecnología empleada, uso y manejo de las materias primas e insumos productivos, tienen una incidencia directa en la afectación y restauración del aire circundante y obliga a desafíos importantes para corregir los problemas mediante prácticas y tecnologías de producción sostenible.

En el Cuadro 3 se presenta un análisis de los principales problemas ambientales del recurso aire, derivados de las actividades agropecuarias, así como los desafíos que representan tanto para pequeños y medianos productores, como para el país en general. También presenta los posibles cursos de acción y los beneficios ambientales concretos derivados de su implementación.

## Biodiversidad

La diversidad biológica de una finca se manifiesta por medio de la presencia de una comunidad natural de especies de flora, fauna y microorganismos que coexisten e interactúan entre sí y con las especies domesticadas. A menudo, la biodiversidad es uno

**Cuadro 3. La producción agropecuaria y su impacto en el AIRE**

Problemas ambientales	Desafíos que representan	Cursos de acción que pueden construirse	Beneficios ambientales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malos olores</li> <li>• Modificación del clima local</li> <li>• Cambio climático por gases que destruyen la capa de ozono</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la contaminación química (agroquímicos) y biológica (residuos orgánicos como estiércol, broza)</li> <li>• Aumento de la captación de carbono</li> <li>• Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reutilización de residuos orgánicos (abonos orgánicos, biofermentos, biodigestores, tratamiento de residuos en queserías )</li> <li>• Evitar el uso de pesticidas como el bromuro de metilo, que deterioran la capa de ozono (microorganismos benéficos, biopesticidas, solarización).</li> <li>• Incremento de la capacidad de fijar carbono y otros elementos atmosféricos (sistemas agroforestales y silvopastoriles).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se eliminan los malos olores</li> <li>• Se regulan las condiciones del microclima local.</li> <li>• Mayor protección de la capa de ozono, y mitigación del cambio climático.</li> </ul>

de los primeros recursos naturales que se sacrifica en una finca agrícola o pecuaria, ya que se considera que compite por espacio y recursos como agua y suelo con las actividades productivas.

La remoción de bosque implica no solo la pérdida de árboles, sino también de numerosas especies de fauna que dependen de ellos para refugio y alimentación. Además, la contaminación por agroquímicos puede ingresar a la cadena alimenticia y poner el riesgo la salud y reproducción de muchos animales, incluyendo las aves. La pérdida de insectos polinizadores puede afectar la productividad no solo de especies vegetales naturales, sino también de cultivos que dependen de ellos. Le remoción de bosque también deja desprotegidas las fuentes de agua. La aplicación de buenas prácticas que incorporen a la biodiversidad como un componente esencial de la finca contribuye a la conservación de este importante recurso, así como de todos los bienes y servicios ambientales que se derivan del mismo.

El Cuadro 4 presenta una visión de conjunto de los principales problemas ambientales del recurso biodiversidad, derivados de las actividades agro-



Quemas sin control.

**Cuadro 4. La producción agropecuaria y su impacto en la BIODIVERSIDAD**

Problemas ambientales	Desafíos que representan	Cursos de acción que pueden construirse	Beneficios ambientales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de ecosistemas y extinción de especies a nivel local y global.</li> <li>• Contaminación de hábitats terrestres y acuáticos.</li> <li>• Disminución de la diversidad biológica (microorganismos, flora y fauna).</li> <li>• Incremento de plagas (hongos, insectos, otros).</li> <li>• Disminución de polinizadores naturales (abejas, moscas, otros).</li> <li>• Penetración de la contaminación química (agroquímicos) a la cadena alimenticia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación y uso adecuado del suelo forestal.</li> <li>• Mantenimiento de cobertura vegetal, corredores biológicos, y otras prácticas que permitan la protección del suelo y favorezcan el ciclo hidrológico.</li> <li>• Aplicación de prácticas para evitar la degradación o pérdida del suelo.</li> <li>• Reducción de uso de los agroquímicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación del suelo como hábitat (biofermentos, biofertilizantes).</li> <li>• Control más natural de plagas y enfermedades (microorganismos benéficos, biopesticidas, solarización).</li> <li>• Incremento de hábitat y corredores biológicos por medio de sistemas agroforestales (cercas vivas, cortinas rompevientos, sistemas silvopastoriles, bancos forrajeros, protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos, reforestación protectora sin aprovechamiento).</li> <li>• Mayor uso de recursos biológicos de viveros de árboles y arbustos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restablecimiento del equilibrio biológico del suelo.</li> <li>• Aumento en el control natural de plagas.</li> <li>• Presencia de polinizadores naturales y dispersores de semillas.</li> <li>• Mayor presencia de especies nativas de árboles y arbustos.</li> <li>• Incremento de hábitat y corredores biológicos.</li> <li>• Mejora la calidad de vida de los ecosistemas terrestres y acuáticos y de sus especies.</li> </ul>

pecuarias, así como los desafíos que aquellos representan tanto para pequeños y medianos productores, como para el país como un todo. También los posibles cursos de acción y los beneficios ambientales concretos derivados de su implementación.

## Energía

Finalmente, la producción agropecuaria es demandante y generadora de fuentes de energía. Esta energía puede obtenerse de forma renovable o no, dependiendo del tipo de actividad, acceso a la red de distribución eléctrica nacional, recursos disponibles en la finca y requerimientos de combustible necesarios para los procesos productivos.

El sector productivo debe de enfocar su atención en la posibilidad de aprovechar e invertir en fuentes renovables de energía, de manera particular la

optimización en el uso de biogás proveniente de las actividades productivas agrícolas y ganaderas, tal como se presenta en la ficha de “Biodigestores”, incluida en este material didáctico. También, en la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero en todos sus procesos productivos.

En el Cuadro 5 se muestra el planteamiento de los principales problemas ambientales del recurso energía, derivados de las actividades agropecuarias, así como los desafíos que estos implican para pequeños y medianos productores del país, para hacer su actividad más competitiva y rentable. También se muestran los posibles cursos de acción y los beneficios ambientales concretos derivados de su implementación.

Para reducir la problemática y atacar los desafíos descritos, es necesario desarrollar una cultura de producción sostenible en los productores, que

permita la difusión, adopción, implementación y mejoras de estas tecnologías y buenas prácticas en todas las actividades productivas del sector.

Estas prácticas y tecnologías tendrán como propósitos la intensificación de las actividades productivas de forma amigable con el ambiente, la conservación y recuperación de la capacidad productiva de los suelos, el aumento de la cantidad y calidad del agua disponible, el incremento de la producción de alimentos

inocuos, la liberación de áreas en las fincas que por su vocación o condiciones sean utilizadas solo para la conservación de recursos naturales, y que pueden ser utilizadas para fines recreativos como el turismo y también de educación, el mejoramiento de las cuencas hidrográficas y el paisaje.

Además, todas las tecnologías y buenas prácticas de producción sostenible que puedan diseñarse, mejorarse e implementarse, deben estar dirigidas a reducir la *huella de carbono*, que significa disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero de las actividades productivas, contribuyendo para evitar la contaminación y el cambio climático.



Pérdida de capacidad productiva.

La atención de todos estos desafíos en el sector agropecuario, permite el desarrollo de nuevos mercados, favoreciendo la certificación de los bienes y servicios, incrementando el posicionamiento, competitividad y sostenibilidad de los productores y sus organizaciones en el comercio nacional e internacional.

Desde todo punto de vista, la divulgación, promoción, incentivo, inversión y adopción de tecnologías y buenas prácticas de producción sostenible, representan una ventaja competitiva para el productor agropecuario, brindándole oportunidades de crecimiento a nivel económico, social y ambiental.

### Cuadro 5. La producción agropecuaria y su impacto en la ENERGÍA

Problemas ambientales	Desafíos que representan	Cursos de acción que pueden construirse	Beneficios ambientales
<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo excesivo de leña y energía eléctrica.</li> <li>Aceleración del cambio climático y su efecto en la actividad productiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la dependencia de fuentes no sostenibles de energía o de recursos escasos como leña.</li> <li>Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero por el consumo de fuentes energéticas no renovables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microbeneficio ecológico de café: uso de energía solar en el presecado.</li> <li>Uso de la energía solar por medio de la solarización.</li> <li>Producción de biogás en biodigestores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuentes de energía sostenibles.</li> <li>Reducción de las emisiones y contribución a controlar el cambio climático.</li> </ul>

# Anexo 1

## Tipo de inversiones

### ***Inversiones Tipo 1***

1. Aperos de animales y equipos para tracción animal.
2. Bancos forrajeros, sean estos energéticos, proteicos o de otro tipo en sistemas de ganadería conservacionista.
3. Equipo para pica de forraje en sistemas de ganadería sostenible.
4. Equipo y materiales para solarización.
5. Establecimiento de pastos mejorados en sistemas de ganadería sostenible.
6. Infraestructura y equipos para la alimentación suplementaria del ganado en verano.
7. Sistemas de fertirriego que optimicen el uso del agua y los agroquímicos.
8. Surco a contorno en pastizales.
9. Sustratos inertes para la producción en sistemas hidropónicos.
9. Cercas en sistemas de ganadería conservacionista.
10. Cobertura muerta.
11. Cultivo de cobertura.
12. Enmiendas orgánicas o químicas para corregir problemas de productividad o contaminación de las fincas.
13. Equipo e implementos para manejo de coberturas del suelo.
14. Equipos para aplicación uniforme y calibrada de agroquímicos.
15. Equipos para la aplicación de bioabonos y biocontroladores.
16. Equipos y herramientas para la producción de artesanías hechas con desecho de la finca.
17. Gavetas de infiltración.
18. Infraestructura para almacenamiento adecuado de semilla para beneficio individual.

### ***Inversiones Tipo 2***

1. Abonera orgánica individual.
2. Abonos verdes.
3. Abrevaderos y saladeros en sistemas de ganadería conservacionista.
4. Análisis de calidad del agua para riego, procesamiento, agroindustria y otros usos en la producción agropecuaria.
5. Bancos individuales de semilla de especies para coberturas y abonos verdes.
6. Barreras muertas.
7. Barreras y cercas vivas.
8. Cajas de retención.
19. Infraestructura para almacenamiento de forraje como ensilaje o pacas para uso de individual.
20. Infraestructura y equipo de uso individual para la fabricación de biocontroladores y bioabonos.
21. Infraestructura y equipo para el aprovechamiento de energía solar, cinética, eólica, biomasa y otras fuentes obtenidas in situ para ser utilizadas en componentes que mejoren la eficiencia de la producción agropecuaria.
22. Infraestructura y equipo para el tratamiento, procesamiento y aprovechamiento de residuos de procesos productivos.

23. Infraestructura y equipo para la higiene de los trabajadores.
24. Infraestructura, equipos y herramientas para el tratamiento, manejo y aprovechamiento adecuado de excretas en la producción agropecuaria.
25. Prácticas para evitar el lavado de caminos internos en la finca.
26. Terrazas.

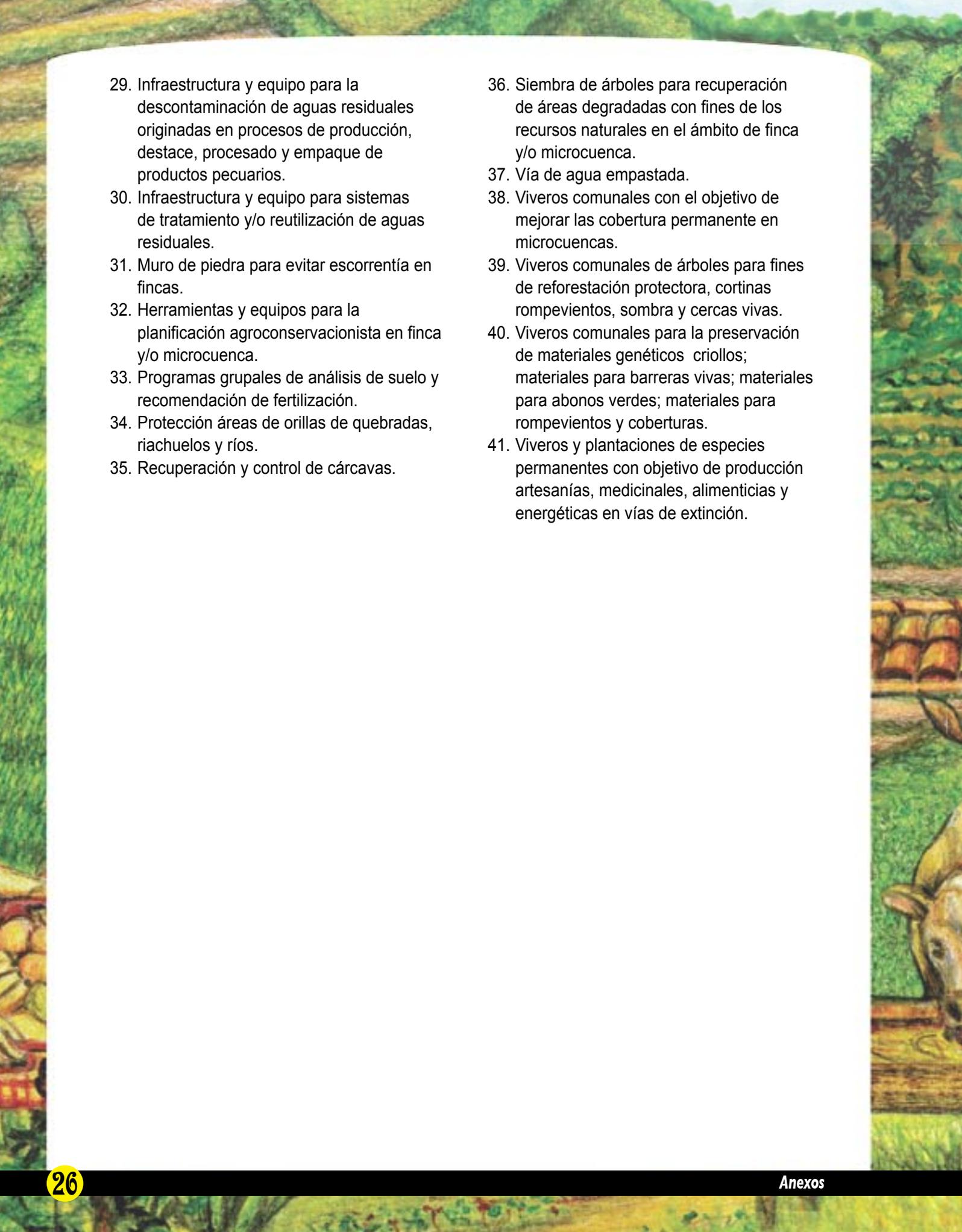
### **Inversiones Tipo 3**

1. Árboles para fines de reforestación protectora sin aprovechamiento, cortinas rompevientos, sombra en café y apartos en potreros.
2. Desarrollo de marcas que reflejen características de producto producido en armonía con el ambiente.
3. Infraestructura para el acondicionamiento y mejora manejo poscosecha.
4. Semilleros dedicados a la propagación sin fines de lucro de especies promisorias para la producción agropecuaria.
5. Sistemas de certificación de la producción.

### **Inversiones Tipo 4**

1. Abonera orgánica grupal.
2. Acequia de ladera.
3. Obras de protección para evitar erosión en caminos de las fincas y microcuencas.
4. Bancos grupales de semilla de especies para cobertura y abonos verdes.
5. Canal de desviación.
6. Canal de guardia.
7. Canal de infiltración.
8. Componentes para el desarrollo de sistemas integrales que reutilizan inversiones de procesos anteriores y rescatan valores culturales y tradiciones locales.
9. Construcción de senderos en áreas de observación y disfrute de la biodiversidad
10. Control de deslizamientos.
11. Control de inundación.

12. Cortina rompe viento.
13. Diseño y protección de taludes.
14. Drenaje de terrenos agrícolas.
15. Equipos e implementos para la planificación conservacionista de microcuencas y fincas.
16. Equipos e implementos para labranza conservacionista uso grupal.
17. Equipos e implementos para uso grupal en labranza conservacionista.
18. Equipos e implementos para uso grupal en siembra directa.
19. Equipos y herramientas para el Manejo Integrado de Plagas.
20. Infraestructura para acopio y manejo adecuado de empaques de insumos utilizados en la producción agropecuaria.
21. Infraestructura para almacenamiento adecuado de semilla para beneficio grupal.
22. Infraestructura para almacenamiento de forraje como ensilaje o pacas para uso colectivo.
23. Infraestructura para evitar la contaminación y mejorar el aprovechamiento de fuentes de agua.
24. Infraestructura y equipo de uso colectivo para el aprovechamiento de energía solar, cinética, eólica, biomasa y otras fuentes obtenidas in situ para ser utilizadas en componentes que mejoren la eficiencia de la producción agropecuaria.
25. Infraestructura y equipo de uso grupal para la fabricación de biocontroladores y bioabonos.
26. Infraestructura y equipo para el acopio, tratamiento, manejo, reutilización, reciclaje de residuos originados en la producción agropecuaria.
27. Infraestructura y equipo para el tratamiento, manejo y aprovechamiento de residuos producidos en centros de acopio, proceso, transformación y/o empaque de productos agropecuarios.
28. Infraestructura y equipo para la descontaminación de aguas residuales originadas en procesos de producción y poscosecha de productos agrícolas.

- 
29. Infraestructura y equipo para la descontaminación de aguas residuales originadas en procesos de producción, destace, procesado y empaque de productos pecuarios.
  30. Infraestructura y equipo para sistemas de tratamiento y/o reutilización de aguas residuales.
  31. Muro de piedra para evitar escorrentía en fincas.
  32. Herramientas y equipos para la planificación agroconservacionista en finca y/o microcuenca.
  33. Programas grupales de análisis de suelo y recomendación de fertilización.
  34. Protección áreas de orillas de quebradas, riachuelos y ríos.
  35. Recuperación y control de cárcavas.
  36. Siembra de árboles para recuperación de áreas degradadas con fines de los recursos naturales en el ámbito de finca y/o microcuenca.
  37. Vía de agua empastada.
  38. Viveros comunales con el objetivo de mejorar las cobertura permanente en microcuencas.
  39. Viveros comunales de árboles para fines de reforestación protectora, cortinas rompevientos, sombra y cercas vivas.
  40. Viveros comunales para la preservación de materiales genéticos criollos; materiales para barreras vivas; materiales para abonos verdes; materiales para rompevientos y coberturas.
  41. Viveros y plantaciones de especies permanentes con objetivo de producción artesanías, medicinales, alimenticias y energéticas en vías de extinción.

# Anexo 2

## Lista de especies vegetales citadas en las fichas

Nombre común	Nombre científico
Aguacate	<i>Persea americana</i>
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>
Almendra de montaña	<i>Andira inermis</i>
Amapola	<i>Malvaviscus arboreus</i>
Anona	<i>Annona reticulata</i>
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>
Arroz	<i>Oryza sativa</i>
Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i>
Brachiaria	<i>Brachiaria brizantha, B. decumbens, B. humidicola</i>
Caimito	<i>Pouteria caimito</i>
Camerún	<i>Pennisetum purpureum</i>
Canavalia	<i>Canavalia ensiformis</i>
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>
Caña india	<i>Dracaena fragrans</i>
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>
Cas	<i>Psidium friedrichsthalianum</i>
Casuarina	<i>Casuarina sp.</i>
Caupí	<i>Vigna unguiculata</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
Ceibo	<i>Erythrina crista galli</i>
Cenízaro	<i>Samanea saman</i>
Chan	<i>Hyptis suaveolens</i>
Chilamate	<i>Ficus americana</i>
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>
Clavelón	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>
Coco	<i>Cocos nucifera</i>
Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i>
Cola de caballo	<i>Equisetum arvense</i>

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Corteza amarillo	<i>Tabebuia ochracea</i>
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>
Cratylia	<i>Cratylia argentea</i>
Crotalaria	<i>Crotalaria sagittalis</i>
Cúrcuma	<i>Curcuma alismatifolia</i>
Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus spp.</i>
Fresa	<i>Fragaria vesca</i>
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Frijol terciopelo (mucuna)	<i>Mucuna pruriens</i>
Fruta de pan	<i>Artocarpus altilis</i>
Gandúl	<i>Cajanus cajan</i>
Guaba	<i>Inga edulis</i>
Guachipelín	<i>Diphysa americana</i>
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Guanábana	<i>Annona muricata</i>
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
Guayacán	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>
Guinea (pasto)	<i>Panicum maximun</i>
Higuerón	<i>Ficus sp.</i>
Hombre grande	<i>Quassia amara</i>
Itabo	<i>Yucca elephantipes</i>
Jackfruit	<i>Artocarpus heterophyllus</i>
Jaúl	<i>Alnus acuminata</i>
Jícaro	<i>Crescentia alata</i>
Jinocuabe	<i>Bursera simaruba</i>
Jocote	<i>Spondias purpurea</i>
Juanilama	<i>Lippia alba</i>
King grass	<i>Pennisetum purpureum</i>
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>
Limón	<i>Citrus limonum</i>
Limón agrio	<i>Citrus aurantifolia</i>
Madero Negro	<i>Gliricidia sepium</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>
Mamey (zapote)	<i>Pouteria sapota</i>
Mamón	<i>Melicocca bijuga</i>
Mamón chino	<i>Nephelium lappaceum</i>
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>
Mango	<i>Mangifera indica</i>

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Mangostán	<i>Garcinia mangostana</i>
Maní forrajero	<i>Arachis pintoi</i>
Maracuyá	<i>Passiflora edulis</i>
Maralfalfa	<i>Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum</i>
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>
Melina	<i>Gmelina arborea</i>
Menta	<i>Mentha rotundifolia</i>
Morera	<i>Morus spp.</i>
Mucuna (frijol terciopelo)	<i>Mucuna pruriens</i>
Nacedero	<i>Trichantera gigantea</i>
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
Naranjilla	<i>Solanum quitoense</i>
Nazareno	<i>Peltogyne porphyrocordia</i>
Neem (nim)	<i>Azadirachta indica</i>
Pejibaye	<i>Bactris gasipaes</i>
Piña	<i>Ananas comosus</i>
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>
Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>
Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i>
Poró	<i>Erythrina sp.</i>
Pulasán	<i>Nephelium ramboutan-ake</i>
Roble sabana	<i>Tabebuia rosea</i>
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>
Sorgo forrajero	<i>Sorghum vulgare</i>
Sotacaballo	<i>Luehea divaricata</i>
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>
Teca	<i>Tectona grandis</i>
Tempate	<i>Jatropha curcas</i>
Tiquizque	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>
Toronja	<i>Citrus medica</i>
Transvala (pasto)	<i>Digitaria decumbens</i>
Trueno	<i>Ligustrum lucidum</i>
Tucuico	<i>Ardisia revoluta</i>
Vetiver (zacate violeta)	<i>Vetiveria zizanioides</i>
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>
Zacate de limón	<i>Andropogon citratus</i>
Zacate violeta (vetiver)	<i>Vetiveria zizanioides</i>
Zapote (mamey)	<i>Pouteria sapota</i>
Zapote colombiano	<i>Matisia cordata</i>

# Anexo 3

## Lista de contactos

(extensionistas, productores, asociaciones, consultores)

Las personas, instituciones y organizaciones incluídas en este listado colaboraron y brindaron información para la elaboración de las fichas técnicas. A continuación se ofrece la información de contacto para que el productor que desee profundizar en alguna tecnología pueda comunicarse directamente con el especialista.

### **Abonos orgánicos**

Sr. Juan Vicente Ramírez Soto. Agencia de Servicios Agropecuarios Santa Bárbara, MAG. Región Central Occidental. Tel. 2269-9510. Pág. Web: [www.infoagro.go.cr](http://www.infoagro.go.cr)  
Correo electrónico: [goyenaga@ice.co.cr](mailto:goyenaga@ice.co.cr)

Sr. Manuel Rodríguez Rodríguez. Agencia de Servicios Agropecuarios Grecia. MAG. Región Central Occidental. Tel. 2444-5545. Correo electrónico: [mrodriguez13@yahoo.com](mailto:mrodriguez13@yahoo.com)

Sr. Mario Chávez Rodríguez. MAG. Región Brunca.  
Tel. 2771-3224, 2771-5767. Correo electrónico: [mariotchavez@hotmail.com](mailto:mariotchavez@hotmail.com)

Sr. Randall Arguedas Madrigal. Agencia de Servicios Agropecuarios San Ramón. MAG. Región Central Occidental. Correo electrónico: [randallarguedas@costarricense.cr](mailto:randallarguedas@costarricense.cr)

Srs. Warner Mora Retana y Melvin Mora Retana, productores lecheros de Alto Villegas, San Ramón. Tel. 2445-1643

Srs. Luis Varela Barrantes y Marvin Barrantes Alfaro. Asociación Agrícola en Pro de la Naturaleza. San Luis de Grecia, productores de abono orgánico. Tel. 2494-0897.

Sr. Eliécer Rodríguez Vásquez. Finca Integral Orgánica San Luis Grecia.  
Tel. 2494-4523. 8887-6995. Pagina web: [www.organicretreatcr.com](http://www.organicretreatcr.com)  
Correo electrónico: [fincaorganicasanluis@gmail.com](mailto:fincaorganicasanluis@gmail.com)

Sr. Sandro Barrantes Cordero, Tel. 2742-5253 y Sr. Eladio Borbón Hidalgo,  
Tel. 2742-5101, productores lecheros en Pérez Zeledón

Sr. Anselmo Rodríguez Umaña. Productor Platanares de Moravia.  
Tel. 8876-0177. Correo electrónico: [la.eco@hotmail.com](mailto:la.eco@hotmail.com)

### **Abonos verdes**

Sr. Carlos Barboza Gómez. Agencia de Servicios Agropecuarios Mateo. MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2428-8694. Correo electrónico: [cebarboza@costarricense.cr](mailto:cebarboza@costarricense.cr)

## **Biofermentos**

Sr. Héctor Campos Morgan, Agencia Servicios Agropecuarios Alfaro Ruiz, MAG. Región Central Occidental. Tel. 2463-3252. Correo electrónico: [hrcamposm@yahoo.com](mailto:hrcamposm@yahoo.com)

Sr. Adrián Alfaro Alfaro, Coopeagrimar, Zarcerero. Tel. 2463-3151, 2463-2951

Sr. Mauricio Chacón Navarro. Agencia Servicios Agropecuarios de Siquirres, MAG. Región Huetar Atlántico. Tel. 2716-6435. Correo electrónico: [mauchacr@yahoo.es](mailto:mauchacr@yahoo.es)

Sr. Julián Picado Valverde. Agencia Servicios Agropecuarios Guápiles, MAG. Región Central Occidental. Tel. 2710-6086. Correo electrónico: [julianpicado@gmail.com](mailto:julianpicado@gmail.com), [asaguapiles@mag.go.cr](mailto:asaguapiles@mag.go.cr)

## **Manejo integrado de cultivos**

Sra. Julieta Guzmán. Proyecto Plantón Pacayas. INTA-ICE-Municipalidad de Alvarado. Tels. 2534-4134, 2534-412 0. Correo electrónico: [juliguzman14@hotmail.com](mailto:juliguzman14@hotmail.com)

Sr. Mario Chávez Rodríguez. MAG. Región Brunca. Tel. 2771-3224, 2771-5767. Correo electrónico: [mariotchavez@hotmail.com](mailto:mariotchavez@hotmail.com)

Srs. Enrique Monge Navarro y Luis Monge Solís. Asociación del Productores La Amistad (ASOPROLA). Productores y beneficiadores de café orgánico certificado y otros cultivos. Tel. 2743-1184. Correo electrónico: [asoprola@yahoo.es](mailto:asoprola@yahoo.es)

Sr. Eliécer Rodríguez Vásquez. Finca Integral Orgánica San Luis Grecia. Tels. 2494-4523. 8887-6995. Pagina web: [www.organicretreatcr.com](http://www.organicretreatcr.com). Correo electrónico: [fincaorganicasanluis@gmail.com](mailto:fincaorganicasanluis@gmail.com)

## **Microorganismos benéficos**

Sra. Ileana Barquero y Sr. Marcelo Elizondo. Orel Biotecnologías. Grecia. Tel. 2494-8851, 8816-6045

Sra. Marena Chavarría. Universidad de Costa Rica. Laboratorio de Microbiología Agrícola, Tel. 2207-3119. Correo electrónico: [marenach@cariari.ucr.ac.cr](mailto:marenach@cariari.ucr.ac.cr)

Laboratorio APROFLOR. Llano Grande. Tel. 2530-0702. Correo electrónico: [aproflor@yahoo.es](mailto:aproflor@yahoo.es)

Sr. Miguel Obregón. Plantisana Vegetal S. A. Tel. 2293-0394. Correo electrónico: [m.obregon@costarricense.cr](mailto:m.obregon@costarricense.cr)

Sra. Sue Yuann Wei. INSUPRO. Alajuela. Tels. 8336-5345, 8994-7294. Correo electrónico: [insupro.costarica@gmail.com](mailto:insupro.costarica@gmail.com)

DIECA. Dirección de Investigación y Extensión en Caña de Azúcar. Distribuyen *Metarrizium* y *Beauveria*, así como la avispa *Cotesia flavipes* para el control del taladrador del tallo. Tel. 2221-0252. Correo electrónico: [diecana@racsa.co.cr](mailto:diecana@racsa.co.cr)

CICAFE. Centro de Investigaciones en Café. Producción de hongos entomopatógenos para el control de la broca de café. Tel. 2222-6411. Página web: [www.icafe.go.cr](http://www.icafe.go.cr)

Sr. Wilberth Zúñiga. Productor de microorganismos benéficos en Coronado. Tel. 2294-8663

## **Biopesticidas**

Instituto Nacional de Aprendizaje. La Chinchilla. Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica. Oreamuno, Cartago. Tel. 2551-8361

## **Inocuidad de alimentos en fincas**

Sr. David Meneses Contreras, Agencia de Servicios Agropecuarios de Pital, San Carlos. MAG. Región Huetar Norte. Tel. 2473-3137

Sr. Guillermo Saborío, Eco-LOGICA, Tel. 2297-6676

## **Sistemas agroforestales**

Sr. Vesalio Mora Calvo. Zootecnista Extensión. MAG. Región Huetar Atlántica. Tel. 2768-8725. Correo electrónico: [vesalio.mora@gmail.com](mailto:vesalio.mora@gmail.com)

Sr. Luis Paulino Guerrero Solano. Agencia Servicios Agropecuarios Mora, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2249-1650. Correo electrónico: [lpguerrero@costarricense.cr](mailto:lpguerrero@costarricense.cr)

## **Cercas vivas**

Sr. Vesalio Mora Calvo. Extensión MAG. Región Huetar Atlántica. Tel. 2768-8725. Correo electrónico: [vesalio.mora@gmail.com](mailto:vesalio.mora@gmail.com)

Sra. Adelaida Agüero Alvarado. Agencia de Servicios Agropecuarios Abangares, MAG. Región Chorotega. Tel. 2662-0176. Correo electrónico: [magabangares@gmail.com](mailto:magabangares@gmail.com)

Sr. José Barrantes Rojas. Coordinador Regional de Agrocadena de Ganado, Esparza. MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2635-5322. Correo electrónico: [jobarbarojas@yahoo.es](mailto:jobarbarojas@yahoo.es)

Sra. Amalia Venegas Porras. Coordinadora PFPAS Esparza. MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2635-5322. Correo electrónico: [amaliavplm@gmail.com](mailto:amaliavplm@gmail.com)

## **Cortinas rompevientos**

Sr. Vesalio Mora Calvo. Zootecnista Extensión MAG. Región Huetar Atlántica. Tel. 2768-8725 [vesalio.mora@gmail.com](mailto:vesalio.mora@gmail.com)

Sra. Adelaida Agüero Alvarado. Agencia de Servicios Agropecuarios de Abangares, MAG. Región Chorotega. Tel. 2662-0176, [magabangares@gmail.com](mailto:magabangares@gmail.com)

Sr. José Barrantes Rojas. Coordinador Regional de Agrocadena de Ganado, Esparza. MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2635-5322. Correo electrónico: [jobarbarojas@yahoo.es](mailto:jobarbarojas@yahoo.es)

Sra. Amalia Venegas Porras. Coordinadora PFPAS Esparza. MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2635-5322. Correo electrónico: [amaliavplm@gmail.com](mailto:amaliavplm@gmail.com)

## **Viveros de árboles y arbustos**

Sr. Amancio Araya Ureña. Barranca, Piedades Sur, San Ramón. Tel. 2445-3511.

Sr. Roberto Mack Welch. Viveros frutales tropicales. Asociación ANAI,  
Tels. 2224 3570, 2224-6090

## **Producción ambiente protegido**

Sr. Mario Chávez Rodríguez. MAG. Región Brunca.  
Tels. 2771-3224, 2771-5767. Correo electrónico: [mariotchavez@hotmail.com](mailto:mariotchavez@hotmail.com)

Sr. Héctor Campos Morgan, Agencia Servicios Agropecuarios Alfaro Ruiz. MAG. Región Central Occidental. Tel. 2463-3252. Correo electrónico: [hrcamposm@yahoo.com](mailto:hrcamposm@yahoo.com)

## **Sistemas de riego por goteo**

Sr. Néstor Villalobos Ramírez, Agencia de Servicios Agropecuarios Poás, MAG. Región Central Occidental. Tel. 2448-5211. Correo electrónico: [asapoas@gmail.com](mailto:asapoas@gmail.com)

Sr. Carlos Salazar Calvo, productor de fresa en Poacito.  
Tels. 2482-2848, 8884-7571. Correo electrónico: [mercosalazar@hotmail.com](mailto:mercosalazar@hotmail.com)

## **Microbeneficio de café ecológico**

Sr. Gabriel Umaña Figueroa. Agencia de Servicios León Cortés, MAG. Región Central Oriental. Tel. 2546-2307. Correo electrónico: [gabrieluma@gmail.com](mailto:gabrieluma@gmail.com)

Sra. Adelaida Agüero Alvarado. Agencia de Servicios Agropecuarios Abangares, MAG. Región Chorotega. Tel. 2662-0176. Correo electrónico: [magabangares@gmail.com](mailto:magabangares@gmail.com)

Sr. Geovanni Sánchez Benavides. Agencia de Servicios Agropecuarios Acosta, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2410-0164. Correo electrónico: [germansanchezb@hotmail.com](mailto:germansanchezb@hotmail.com)

Sr. Ruddy Azofeifa Monge y Sr. Cristian Arias Hidalgo, ASOPROAA, Acosta.  
Tel. 2410-3329. Correo electrónico: [c.j.arias@costarricense.cr](mailto:c.j.arias@costarricense.cr), [asoproaaa@racsa.co.cr](mailto:asoproaaa@racsa.co.cr)

Sr. Javier Meza Morales. Microbeneficio La Cabaña en León Cortez.  
Tels. 2546-6985, 8340-3050

Sr. Elián Robles Sánchez, Microbeneficio en Tarrazú. Tels. 2546-5400, 8857-1328

Srs. Enrique Monge Navarro y Luis Monge Solís. Asociación del Productores La Amistad (ASOPROLA). Productores y beneficiadores de café orgánico certificado y otros cultivos.  
Tel. 2743-1184. Correo electrónico: [asoprola@yahoo.es](mailto:asoprola@yahoo.es)

Sr. Christian Mora Rojas y Sr. Juan Egérico Mora Camacho. AFAORCA. Grupo de Productores-Microbeneficiadores y Cafetería en Acosta y Tarbaca.  
Tel. 2230-9012. Correo electrónico: [info@afaorca.com](mailto:info@afaorca.com)

## **Sistemas silvopastoriles**

Sr. Vesalio Mora Calvo. Zootecnista Extensión MAG. Región Huetar Atlántica.  
Tel. 2768-8725. Correo electrónico: [vesalio.mora@gmail.com](mailto:vesalio.mora@gmail.com)

Sr. Marco Tulio Madrigal Mora. Agencia Servicios Agropecuarios Turrubares, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2249-0249. Correo electrónico: [mtmadrigalm@costarricense.cr](mailto:mtmadrigalm@costarricense.cr)

Sr. José Barrantes Rojas. Coordinador Regional de Agrocadena de Ganado, Esparza. MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2635-5322. Correo electrónico: [jobarbarojas@yahoo.es](mailto:jobarbarojas@yahoo.es)

Sra. Amalia Venegas Porras. Coordinadora PFPAS Esparza. MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2635-5322. Correo electrónico: [amaliavplm@gmail.com](mailto:amaliavplm@gmail.com)

## **Pastos mejorados**

Sr. Gilberto López Lara. Agencia Servicios Agropecuarios Hojanca, MAG. Región Chorotega. Tel. 2659-9015. Correo electrónico: [glopezlara@gmail.com](mailto:glopezlara@gmail.com)

Sr. Edwin Orozco Barrantes. Coordinador INTA Región Pacífico Central. Tel. 2636- 6021. Correo electrónico: [eorozco@inta.go.cr](mailto:eorozco@inta.go.cr)

Sra. Marina Jiménez Rivas. Agencia Servicios Agropecuarios Liberia, MAG. Región Chorotega. Tel. 2665-6705. Correo electrónico: [jimenezrivas@gmail.com](mailto:jimenezrivas@gmail.com)

Sr. Freddy Briceño Quesada. Agencia Servicios Agropecuarios Liberia, MAG. Región Chorotega. Tel. 2665-6705. Correo electrónico: [jimenezrivas@gmail.com](mailto:jimenezrivas@gmail.com)

Sr. Marco Tulio Madrigal Mora. Agencia Servicios Agropecuarios Turrubares, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2249-0249. Correo electrónico: [mtmadrigalm@costarricense.cr](mailto:mtmadrigalm@costarricense.cr)

Sra. Amalia Venegas Porras. Coordinadora PFPAS Esparza. MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2635-5322. Correo electrónico: [amaliavplm@gmail.com](mailto:amaliavplm@gmail.com)

## **Bancos forrajeros**

Sr. Edwin Orozco Barrantes. Coordinador INTA Región Pacífico Central. Tel. 2636- 6021. Correo electrónico: [eorozco@inta.go.cr](mailto:eorozco@inta.go.cr)

Sr. Vesalio Mora Calvo. Zootecnista Extensión. MAG. Región Huetar Atlántica. Tel. 2768-8725. Correo electrónico: [vesalio.mora@gmail.com](mailto:vesalio.mora@gmail.com)

Sr. Gilberto López Lara. Agencia Servicios Agropecuarios Hojanca, MAG. Región Chorotega. Tel. 2659-9015. Correo electrónico: [glopezlara@gmail.com](mailto:glopezlara@gmail.com)

Sr. Mario Chávez Rodríguez. MAG. Región Brunca. Tels. 2771-3224, 2771-5767. Correo electrónico: [mariotchavez@hotmail.com](mailto:mariotchavez@hotmail.com)

Sra. Victoria Arronis Díaz. Investigadora en Ganadería Sostenible, Coordinadora Regional. INTA. Región Brunca. Tel. 2770-4826. Correo electrónico: [varronis@gmail.com](mailto:varronis@gmail.com)

Sr. Antonio López Garita. Productor ganadero San Miguel de Barranca. Tel. 2664-6831

Sr. Carlos Fonseca Fonseca. Agencia Servicios Agropecuarios Abangares, MAG. Región Chorotega. Tel. 2662-0176. Correo electrónico: [magabangares@gmail.com](mailto:magabangares@gmail.com)

Sra. Sandra Rodríguez Vargas. Agencia Servicios Agropecuarios Carara, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2645-1165. Correo electrónico: [agencia.carara@gmail.com](mailto:agencia.carara@gmail.com)

Sr. Marco Tulio Madrigal Mora. Agencia Servicios Agropecuarios Turrubares, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2249-0249. Correo electrónico: [mtmadrigalm@costarricense.cr](mailto:mtmadrigalm@costarricense.cr)

Sr. Anselmo Rodríguez Umaña. Productor Platanares de Moravia. Tel. 8876-0177. Correo electrónico: [la.eco@hotmail.com](mailto:la.eco@hotmail.com)

Sr. Marcos Rojas Martínez. Coordinador PFPAS. MAG. Región Huetar Atlántica. Tel. 2768-8725. Correo electrónico: [mrojasmr@gmail.com](mailto:mrojasmr@gmail.com)

Sr. Mauricio Chacón Navarro. Agencia Servicios Agropecuarios de Siquirres, MAG. Región Huetar Atlántica. Tel. 2716-6435. Correo electrónico: [mauchacr@yahoo.es](mailto:mauchacr@yahoo.es)

Sr. Julián Picado Valverde. Agencia Servicios Agropecuarios de Guápiles, MAG. Región Huetar Atlántica. Tel. 2710-6086. Correo electrónico: [julianpicado@gmail.com](mailto:julianpicado@gmail.com), [asaguapiles@mag.go.cr](mailto:asaguapiles@mag.go.cr)

## **Ensilaje y henificación para épocas críticas**

Sr. Edwin Orozco Barrantes. Coordinador INTA Región Pacífico Central. Tel. 2636- 6021. Correo electrónico: [eorozco@inta.go.cr](mailto:eorozco@inta.go.cr)

Sr. Gilberto López Lara. Agencia Servicios Agropecuarios Hojanca, MAG. Región Chorotega. Tel. 2659-9015. Correo electrónico: [glopezlara@gmail.com](mailto:glopezlara@gmail.com)

Sra. Marina Jiménez Rivas. Agencia Servicios Agropecuarios Liberia, MAG. Región Chorotega. Tel. 2665-6705. Correo electrónico: [jimenezrivas@gmail.com](mailto:jimenezrivas@gmail.com)

Sr. Carlos Fonseca Fonseca. Agencia Servicios Agropecuarios Abangares, MAG. Región Chorotega. Tel. 2662-0176. Correo electrónico: [magabangares@gmail.com](mailto:magabangares@gmail.com)

Sra. Amalia Venegas Porras. Coordinadora PFPAS Esparza. MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2635-5322. Correo electrónico: [amaliavplm@gmail.com](mailto:amaliavplm@gmail.com)

Sr. Anselmo Rodríguez Umaña. Productor Platanares de Moravia. Tel. 8876-0177. Correo electrónico: [la.eco@hotmail.com](mailto:la.eco@hotmail.com)

## **Bloques nutricionales proteicos**

Sr. Gilberto López Lara. Agencia Servicios Agropecuarios Hojanca, MAG. Región Chorotega. Tel. 2659-9015. Correo electrónico: [glopezlara@gmail.com](mailto:glopezlara@gmail.com)

Sr. Carlos Fonseca Fonseca. Agencia Servicios Agropecuarios Abangares, MAG. Región Chorotega. Tel. 2662-0176. Correo electrónico: [magabangares@gmail.com](mailto:magabangares@gmail.com)

Sr. José Barrantes Rojas. Coordinador Regional de Agrocadena de Ganado, Esparza. MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2635-5322. Correo electrónico: [jobarbarojas@yahoo.es](mailto:jobarbarojas@yahoo.es)

## **Abrevaderos y saladeros**

Sr. Gilberto López Lara. Agencia Servicios Agropecuarios Hojanca, MAG. Región Chorotega. Tel. 2659-9015. Correo electrónico: [glopezlara@gmail.com](mailto:glopezlara@gmail.com)

Sr. José Barrantes Rojas. Coordinador Regional de Agrocadena de Ganado, Esparza. MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2635-5322. Correo electrónico: [jobarbarojas@yahoo.es](mailto:jobarbarojas@yahoo.es)

Sr. Edwin Orozco Barrantes. Coordinador INTA. Región Pacífico Central. Tel. 2636- 6021. Correo electrónico: [eorozco@inta.go.cr](mailto:eorozco@inta.go.cr)

## **Estabulación de ganado**

Sr. Gilberto López Lara. Agencia Servicios Agropecuarios Hojanca, MAG. Región Chorotega. Tel. 2659-9015. Correo electrónico: [glopezlara@gmail.com](mailto:glopezlara@gmail.com)

Sr. Mario Chávez Rodríguez. MAG. Región Brunca. Tels. 2771-3224, 2771-5767. Correo electrónico: [mariotchavez@hotmail.com](mailto:mariotchavez@hotmail.com)

Sra. Victoria Arronis Díaz. Investigadora en Ganadería Sostenible, Coordinadora Regional INTA Región Brunca. Tel. 2770-4826. Correo electrónico: [varronis@gmail.com](mailto:varronis@gmail.com)

Sr. Carlos Fonseca Fonseca. Agencia Servicios Agropecuarios Abangares, MAG. Región Chorotega. Tel. 2662-0176. Correo electrónico: [magabangares@gmail.com](mailto:magabangares@gmail.com)

Geovanni Sánchez Benavides. Agencia Servicios Agropecuarios Acosta, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2410-0164. Correo electrónico: [germansanchezb@hotmail.com](mailto:germansanchezb@hotmail.com)

Sr. Marco Tulio Madrigal Mora. Agencia Servicios Agropecuarios Turrubares, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2249-0249. Correo electrónico: [mtmadrigalm@costarricense.cr](mailto:mtmadrigalm@costarricense.cr)

Sra. Beatriz Molina Bermúdez. Agencia Servicios Agropecuarios Alvarado, MAG. Región Central Oriental. Tel. 2534-4134. Correo electrónico: [beamol2@yahoo.mx](mailto:beamol2@yahoo.mx)

Sr. Julián Picado Valverde. Agencia Servicios Agropecuarios de Guápiles, MAG. Región Huetar Atlántica. Tel. 2710-6086. Correo electrónico: [julianpicado@gmail.com](mailto:julianpicado@gmail.com), [asaguapiles@mag.go.cr](mailto:asaguapiles@mag.go.cr)

Sra. Amalia Venegas Porras. Coordinadora PFPAS Esparza. MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2635-5322. Correo electrónico: [amaliavplm@gmail.com](mailto:amaliavplm@gmail.com)

Sr. Hermes Rivera Calderón. Productor Acosta. Tels. 2410-1264, 8357-4660

## **Biodigestores**

Sra. Beatriz Molina Bermúdez. Agencia Servicios Agropecuarios Alvarado, MAG. Región Central Oriental. Tel. 2534-4134. Correo electrónico: [beamol2@yahoo.mx](mailto:beamol2@yahoo.mx)

Sra. Marina Jiménez Rivas. Agencia Servicios Agropecuarios Liberia, MAG. Región Chorotega. Tel. 2665-6705. Correo electrónico: [jjimenezrivas@gmail.com](mailto:jjimenezrivas@gmail.com)

Sra. Adelaida Agüero Alvarado. Agencia Servicios Agropecuarios Abangares, MAG. Región Chorotega. Tel. 2662-0176. Correo electrónico: [magabangares@gmail.com](mailto:magabangares@gmail.com)

Sr. Anselmo Rodríguez Umaña. Productor Platanares de Moravia. Tel. 8876-0177. Correo electrónico: [la.eco@hotmail.com](mailto:la.eco@hotmail.com)

## **Tratamiento de residuos en queserías**

Sr. Eduardo Barrantes Guevara. Vicedecano y profesor en Tecnología de Alimentos, Universidad Técnica Nacional, Sede Atenas. Tel. 2455-1004. Correo electrónico: [ebarrantes@utn.ac.cr](mailto:ebarrantes@utn.ac.cr)

Sra. Marina Jiménez Rivas. Agencia Servicios Agropecuarios Liberia, MAG. Región Chorotega. Tel. 2665-6705. Correo electrónico: [jimenezrivas@gmail.com](mailto:jimenezrivas@gmail.com)

Sr. José Chaves Rubí, productor La Alegría de Siquirres. Tel. 2765-1753

## **Cobertura de suelos**

Sr. Carlos Barboza Gómez. Agencia Servicios Agropecuarios San Mateo, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2428-8694. Correo electrónico: [cebarboza@costarricense.cr](mailto:cebarboza@costarricense.cr)

Sr. Rafael Mena Villavicencio. Departamento de Producción Sostenible, MAG. Tel. 2291-4621.

Sr. Geovanni Sánchez Benavides. Agencia Servicios Agropecuarios Acosta, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2410-0164. Correo electrónico: [germansanchezb@hotmail.com](mailto:germansanchezb@hotmail.com)

## **Control de erosión**

Sr. Oscar Gómez Vega. Departamento de Producción Sostenible MAG. Tel. 22914621

Sr. Carlos Barboza Gómez. Agencia Servicios Agropecuarios San Mateo, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2428-8694. Correo electrónico: [cebarboza@costarricense.cr](mailto:cebarboza@costarricense.cr)

Sr. José Francisco Jiménez Acuña. Coordinador PFPAS. MAG. Región Pacífico Central. Tels. 2416-8735, 2416-5157. Correo electrónico: [fcojimenez@costarricense.cr](mailto:fcojimenez@costarricense.cr)

## **Recuperación y control de cárcavas**

Sr. Oscar Gómez Vega. Departamento de Producción Sostenible, MAG. Tel. 22914621

Sr. José Francisco Jiménez Acuña. Coordinador PFPAS, MAG. Región Pacífico Central. Tels. 2416-8735, 2416-5157. Correo electrónico: [fcojimenez@costarricense.cr](mailto:fcojimenez@costarricense.cr)

Sra. Sandra Rodríguez Vargas. Agencia Servicios Agropecuarios Carara, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2645-1165. Correo electrónico: [agencia.carara@gmail.com](mailto:agencia.carara@gmail.com)

## **Labranza conservacionista**

Sr. Carlos Barboza Gómez. Agencia Servicios Agropecuarios San Mateo, MAG. Región Pacífico Central. Tel. 2428-8694, [cebarboza@costarricense.cr](mailto:cebarboza@costarricense.cr)

Sr. José Francisco Jiménez Acuña. Coordinador PFPAS, MAG. Región Pacífico Central. Tels. 2416-8735, 2416-5157. Correo electrónico: [fcojimenez@costarricense.cr](mailto:fcojimenez@costarricense.cr)

## **Protección áreas de orillas de quebradas, riachuelos y ríos**

Sr. Javier Villegas Barrantes. Agencia Servicios Agropecuarios Abangares, MAG. Región Chorotega. Tel. 2662-0176. Correo electrónico: [magabangares@gmail.com](mailto:magabangares@gmail.com)

Sr. Rodolfo Douglas Crasell y Sra. María Zorania Gómez Gamboa. Productores La Argentina de Pocora. Tel. 2760-1524

## **Reforestación protectora sin aprovechamiento**

Sr. Javier Villegas Barrantes. Agencia Servicios Agropecuarios Abangares, MAG. Región Chorotega. Tel. 2662-0176. Correo electrónico: [magabangares@gmail.com](mailto:magabangares@gmail.com)

Sr. Marcos Rojas Martínez. Coordinador PFPAS, MAG. Región Huetar Atlántica. Tel. 2768-8725. Correo electrónico: [mrojasmar@gmail.com](mailto:mrojasmar@gmail.com)

Sr. Rodolfo Douglas Crasell y Sra. María Zorania Gómez Gamboa. Productores La Argentina de Pocora. Tel. 2760-1524

# Anexo 4

## Fuentes de información

### **Abonos orgánicos**

- Bravo, Isabel. 2001. Guía Práctica para la elaboración de abonos a partir de desechos agropecuarios. Universidad del Cauca, COLOMBIA. 26 p.
- Campos, G. 2009. Producción de abono orgánico a partir de desechos de lecherías y porquerizas. Agencia de Servicios Agropecuarios de Coronado. MAG / SUNII. San José, C.R. Desplegable.
- Díaz, E. 2002. Guía de Lombricultura. Una alternativa de Producción. ADEX (Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior, Municipio de La Rioja, AR). Abril 2002.
- GTZ. 1996. Producción de Abonos Orgánicos. Honduras. 14 p.
- Instituto Nacional de Investigación Agraria. 2008. Preparación y Uso del Compost-Folleto. Perú. 11 p. Primera Edición.
- Medina, L. 2003. Lombricultura. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Venezuela.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 2008. Agro-cadena de la ganadería bovina de carne de la Región Chorotega: manual de recomendaciones para el manejo sostenible de la ganadería bovina de carne en la Región Chorotega. San José, C.R.: MAG/FCGG/BN/CORFOGA. 72 p.
- Vargas, L.; Azofeifa, R. 2006. Una forma fácil de hacer compost. INTA-CNFL-ACCS, CR. Desplegable.

### **Abonos verdes**

- CEADU. 2009. Abonos Verdes. Centro de Estudios, Análisis y documentación del Uruguay Artículo publicado en el sitio en internet [www.ceadu.org.uy](http://www.ceadu.org.uy)
- Quirós, R. Ramírez, C. 2006. Evaluación financiera de la fertilización nitrogenada del cultivo del arroz en siembra directa sobre rastrojos. Agronomía Costarricense, 30(1): 75-85. ISSN: 0377-9424 / 2006.
- Zuart, M.A. et. al. 2005. Coberturas y la Salud del Suelo. Revista Tierra Tropical, Universidad EARTH, 1 (1) 9:20. 12 p.

### **Biofermentos**

- CEADU 2009. Abonos Líquidos. Biofertilizantes Líquidos a partir de digestión anaeróbica. Centro de Estudios, Análisis y documentación del Uruguay. Consultado el 25 de enero del 2010. Artículo publicado en [www.ceadu.org.uy](http://www.ceadu.org.uy)
- Pacheco, F. 2006. Lactofermentos. Una alternativa en la producción de abonos orgánicos líquidos fermentados. INA. Costa Rica. 18 p.

Picado, J. Añasco, A. 2005. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. Serie Agricultura Orgánica No.7. CEDECO, CR. 66 p.

## **Manejo integrado de cultivos**

Actualidad Fitosanitaria. 2009. Boletín No. 40. Setiembre 2009. 4 p.

Guzmán, J. 2008. Oferta de tecnología para el Manejo del Cultivos de la Papa. INTA-ICE-Municipalidad de Alvarado-INIA. Documento Técnico No. 6. Área Manejo Integrado de cultivos. 8 p.

Guzmán, J., Brenes, F., Tencio, R., Gómez, Y. 1999. Validación de Manejo Integrado de Cultivo de Papa. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Resumen de ponencia para el XI Congreso Agronómico/V Congreso Nacional de Entomología. 1 p.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2008. Manejo de Cultivos I. Buenas Prácticas Agropecuarias. Desplegable.

MCA Honduras. 2006. Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores. Introducción de los sistemas de Manejo Integrado de Cultivos a los pequeños agricultores. HON. 2 p.

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua. 1998. Proyecto Reserva de Biosfera Transfronteriza: Plan de Manejo Integrado de Plagas. 26 p.

SFE-MAG. 2009. Liberación de Depredadores para el manejo de *Thrips palmi*. Actualidad Fitosanitaria. Servicio Fitosanitario del Estado. CR. Boletín No. 40-B. Octubre 2009. 4 p.

## **Microorganismos benéficos**

Chavarría, M. 2006. El Uso de microorganismos benéficos: Biofertilizantes y Biocontroladores. CIA-UCR-INTA-ACCS. Desplegable.

Chavarría et al. 2006. Microorganismos Benéficos para el control de enfermedades en jengibre. Agro- nomía Costarricense 29 (3). CR. 145-155. ISSN: 0377-9424.

Info Agro. ASA Bagaces. 2008. Hoja divulgativa No.3: Utilización de Hongos Benéficos en los cultivos de arroz y transvala. Diciembre 2008.

Laboratorio APROFLOR. s.f. Microorganismos benéficos (hongos antagonicos y entomopatogenos). Cartago, Costa Rica. Desplegable.

Plantisana Vegetal S. A. Disponible en: <http://doctor-obregon.com/Productos.aspx>

## **Biopesticidas**

Botanical Online SL. 2009. El Mundo de las plantas. [www.botanicalonline.com](http://www.botanicalonline.com)

Clemson Cooperative Extension. 2007. Pesticidas orgánicos y Biopesticidas. Traducción al español por Alfredo Martínez. USA. 2 p.

Durán, C. 2005. Conociendo los miembros del Pitta de producción orgánica: Instituciones que se dedican a la investigación y capacitación en producción orgánica en Costa Rica. El Instituto Nacional de Aprendizaje. Boletín Producción Orgánica Num. 3. PITTA. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología CATIE. p. 104-105.

Laboratorio de Análisis de Pesticidas del Bajío S.A. de C.V.. MEX. 2009. Recetas de Abonos y plaguicidas naturales. México.

Palma, R., Serrano, R. 1997. Efecto de extractos botánicos sobre el picudo del chile (*Anthonomus eugenii*); Resultados preliminares en El Salvador. Agronomía Mesoamericana 8 (1). p.99-107.

Proyecto Checua-CAR-KFW-GTZ. 1996. Productividad Responsable en el campo. Colombia. 155 p.

Riquelme, Antonio. s.f. Manejo de Plagas y Enfermedades. CEADU Centro de Estudios, Análisis y documentación del Uruguay. Artículo publicado en el sitio en internet [www.ceadu.org.uy](http://www.ceadu.org.uy)

Silva-Aguayo, G. 2009. Insecticidas Vegetales. Universidad de Concepción, Chillán, Chile. Presente en la revista "IPM World Textbook" de la Universidad de California.

## **Inocuidad de alimentos en fincas**

Codex Alimentarius Commission. 1999. Diffusion Paper of Dioxins. Diario oficial de las Comunidades Europeas días 3 y 4 de junio de 1999.

Global Ga p. 2007. Puntos de Control y Criterios de cumplimiento. Aseguramiento Integrado de Fincas. Vers. 3.0-2 Sept. 07. 22 p. Alemania [www.globalga.p.org](http://www.globalga.p.org)

Ministerio de Agricultura. 2008. Manejo de Cultivos I. Buenas Prácticas Agropecuarias. San José, C.R. Desplegable.

Revista PSA (Poultry Science Association). 2010. Sección Sanidad en Porcinos. [www.vetefarm.com](http://www.vetefarm.com)

## **Sistemas agroforestales**

Jiménez, F; Vargas, A. 1998. Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales. Turrialba, C.R. CATIE. 360 p.

Montagnini, F. et al. 1992. Sistemas agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para los Estudios Tropicales (OET). San José, C.R. 622 p.

Proyecto Desarrollo Agrícola Forestal. 1994. Los que a buen árbol se arriman. PRODAF. Puriscal, C.R. 186 p.

SAG. s.f. Buenas Prácticas: Sistemas Agroforestales. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA). Honduras. FAO.

## **Cercas vivas**

Jiménez, F; Vargas, A. 1998. Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales. Turrialba, C.R. CATIE. 360 p.

Jiménez, C. 1998. Parámetros para el cálculo de los costos de hechura de cercas. Serie: Utilización de cultivos forrajeros N.7. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, C.R. Desplegable.

Montagnini, F. et al. 1992. Sistemas agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para los Estudios Tropicales (OET). San José, C.R. 622 p.

Villanueva, C.; Ibrahim, M.; Casasola, F.; Arguedas, R. 2005. Las cercas vivas en las fincas ganaderas. Proyecto GEF y Oxford Forestry Institute. CATIE, FAO, LEAD, CIPAV, Banco Mundial.

## **Cortinas rompevientos**

Amante, A. s.f. Barreras rompevientos. Colegio de Postgraduados, Campus San Luis. México.

Jiménez, F; Vargas, A. 1998. Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales. Turrialba, C.R. CATIE. 360 p.

Montagnini, F. et al. 1992. Sistemas agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para los Estudios Tropicales (OET). San José, C.R. 622 p.

## **Viveros de árboles y arbustos**

Mack, Roberto. 2005. 14 Árboles Frutales para Nuestras Fincas. Con sugerencias para cuidado y siembra de semillas. CATIE, Turrialba-CR. Serie Técnica, Manual técnico, 52 p.

Proyecto DarwinNet. 2005. Manual básico para viveristas del bosque seco. Documento del Taller de Manejo de Viveros y Especies Nativas del Bosque Seco, Guayaquil, 4-8 de julio del 2005. Proyecto DarwinNet. Ecuador, 28 p.

## **Producción ambiente protegido**

MAG. 2008. Gerencia del Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola en Ambientes Protegidos. Boletín de Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola bajo Ambientes Protegidos. MAG.. 2(8):9

Ramírez, R.; Aguilar, J. 2005. Producción en Ambientes Protegidos y-o Controlados. INTA-AECI.

## **Solarización**

Calderón, L. F.; et. al. 1993. Evaluación de diferentes calibres de polietileno y períodos de exposición al sol en el control de nematodos, hongos del suelo, y malezas en arveja china y dulce. Guatemala. 18 p.

Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 1995. Memoria del Taller "Solarización del Suelo". División de Producción y Protección Vegetal. FAO, Roma. 53 p. Mesén, R., et al. 1997. Manejo Integrado de la Pudrición blanca (*Sclerotium sepivorum*) con solarización y enmiendas en almácigo de cebolla. MAG-CR. Annual Meeting APS. Caribbean Division. San José, CR, p.10-12.

## **Sistemas de riego por goteo**

Centro de Desarrollo de Agronegocios Fintrac Inc. 2001. Programa de Riego por Goteo. Resultados Reales para Personas Reales. San Pedro Sula, Honduras. 3 p.

Medina, J. 2005. Manual de Operación y Mantenimiento de un sistema de riego por goteo. PREDES, Perú. 26 p.

Rodas, H. Cisneros, p. 2000. Principios de Riego por Goteo. MAG. Dirección General de ordenamiento forestal cuencas y riego. División de riego y drenaje. El Salvador, 13 p.

## **Microbeneficio de café ecológico**

Centro Guatemalteco de Producción más limpia. s.f. Manual de buenas prácticas operativas de producción más limpia en el sector de beneficiado de café. PROARCA/SIGMA. Proyecto USAID/CCAD. Guatemala. 39 p.

Instituto del Café de Costa Rica. 2006. Informe sobre la Actividad Cafetalera de Costa Rica. Costa Rica, Diciembre 2006.

Steiner, Reto. 2006. Utilización energética de residuos orgánicos en la industria bananera, cafetalera y azucarera de Costa Rica. Considerando el mecanismo de desarrollo limpio. Tesis en Ingeniería Ambiental. CR. Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Life Sciences Institut für Ecopreneurship-GTZ. 137 p.

## **Sistemas silvopastoriles**

Calle, Z.; Piedrahita, L. 2007. ¿Cómo diseñar estrategias para el manejo de plantas de interés para la conservación de paisajes ganaderos?. Agroforestería en las Américas (Costa Rica). No.45:117-122.

Casasola, F.; Ibrahim, M.; Barrantes, J. 2005. Los árboles en los potreros. Proyecto GEF y Oxford Forestry Institute. CATIE, FAO, LEAD, CIPAV, Banco Mundial.

Dávila, O.; Ramírez, E.; Barbosa, I. 2005. El manejo de un tacotal. Proyecto GEF. CATIE, FAO, LEAD, CIPAV, Banco Mundial. 11 p.

López, F.; Gómez, R.; Harvey, C.; López, M.; Sinclair F. 2007. Toma de decisiones de productores ganaderos sobre el manejo de árboles en los potreros en Matiguás, Nicaragua. Agroforestería en las Américas (Costa Rica). No.45:93-100.

López, F.; López, M.; Gómez, R.; Harvey, C.; Villanueva, C.; Gobbi, J.; Ibrahim, M.; Sinclair F. 2007. Cobertura arbórea y rentabilidad de fincas en Rivas y Matiguás, Nicaragua. Agroforestería en las Américas (Costa Rica). No.45:101-108.

Mora, V. s.f. Pastoreo bajo plantaciones. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). San José, C.R.

Mora, V. 2009. Los sistemas silvopastoriles en Costa Rica y sus beneficios al ecosistema. Dirección Regional Huetar Atlántica, MAG. Limón, Costa Rica.

Villanueva, C.; Tobar, D.; Ibrahim, M.; Casasola, F.; Barrantes, J.; Arguedas, R. 2007. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. Agroforestería en las Américas (Costa Rica). No.45:12-20.

## **Pastos mejorados**

Chi Chan, H. 2005. Manejo de pastos: División del potrero en apartos. MAG / INTA / ACCS. San José, C.R. Desplegable.

Dávila, O.; Ramírez, E.; Rodríguez, M.; Gómez, R.; Barros, C. 2005. El manejo del potrero. Proyecto GEF. CATIE, FAO, LEAD, CIPAV, Banco Mundial. 19 p.

Jiménez, C.; Pezo, D. 1998. Estrategias para la rehabilitación y recuperación de pasturas. Serie: Establecimiento de cultivos forrajeros N.8. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, C.R. Desplegable.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 2008. Agro-cadena de la ganadería bovina de carne de la Región Chorotega: manual de recomendaciones para el manejo sostenible de la ganadería bovina de carne en la Región Chorotega. San José, C.R.: MAG/FCGG/BN/CORFOGA. 72 p.
- Pineda, L.E. 2006. Siembra vegetativa de Brachiaria. Serie: Establecimiento de cultivos forrajeros. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, C.R. Desplegable.
- Pineda, L.E.; Jiménez, C. 2005. El uso de fertilizantes en cultivos forrajeros. Serie: Mantenimiento de cultivos forrajeros. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, C.R. Desplegable.
- Sánchez, W.; Orozco, E. s.f. Opciones de manejo y suplementación para el ganado durante la época seca. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. San José, C.R.
- Wing-Ching, R.; Jiménez, C. 1999. ¿Cuánto pasto producen mis potreros?. Serie: Utilización de cultivos forrajeros No.12. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, C.R. Desplegable.

## **Bancos forrajeros**

- Arronis, V. 2006. Establecimiento y manejo de forrajes de corte. INTA/AECI. San José, C.R. Desplegable.
- Campos, A. 1998. Cultivo de la caña de azúcar como forraje para bovinos. Serie: Establecimiento de cultivos forrajeros No.9. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, C.R. Desplegable.
- Holguín, V; Ibrahim, M. 2005. Bancos forrajeros de especies leñosas. Proyecto GEF y Oxford Forestry Institute. CATIE, FAO, LEAD, CIPAV, Banco Mundial. 25 p.
- López, G. 2009. Suplementación de bovinos en pastoreo en la Región Chorotega. Agencia de Servicios Agropecuarios de Hojancha, MAG. Guanacaste, C.R.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 2008. Agro-cadena de la ganadería bovina de carne de la Región Chorotega: manual de recomendaciones para el manejo sostenible de la ganadería bovina de carne en la Región Chorotega. San José, C.R.: MAG/FCGG/BN/CORFOGA. 72 p.
- Orozco, E. s.f. Bancos forrajeros. INTA / FITTACORI. San José, C.R. 41 p.
- Orozco, E. s.f. Opciones forrajeras de corte y acarreo para la suplementación bovina. INTA / FITTACORI. San José, C.R.
- Orozco, E. s.f. La importancia de los bancos forrajeros en las explotaciones pecuarias. INTA. San José, C.R. Desplegable.
- Pineda, L.E.; Jiménez, C. 2003. Método para la “estimación” del rendimiento de forrajes de corte. Serie: Utilización de cultivos forrajeros N.16. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, C.R. Desplegable.
- Reyes, N.; Mendieta, B.; Fariñas, T.; Mena, M. 2008. Utilización de la caña de azúcar en la alimentación animal. Guía de suplementación alimenticia estratégica para bovinos en época seca. Universidad Nacional Agraria. Guía Técnica No.12. Managua, Nicaragua. p. 37-40.
- Sánchez, W.; Orozco, E. s.f. Opciones de manejo y suplementación para el ganado durante la época seca. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. San José, C.R.

## **Ensilaje y henificación para épocas críticas**

- Bolsen, K. 2003. Manejo de los ensilados en silos de trinchera o de pila para optimizar su valor nutritivo. Prácticas importantes. Hoard's Dairyman en español. p. 604-606.
- Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2008. Agro-cadena de la ganadería bovina de carne de la Región Chorotega: manual de recomendaciones para el manejo sostenible de la ganadería bovina de carne en la Región Chorotega. San José, C.R.: MAG/FCGG/BN/CORFOGA. 72 p.
- Jiménez, C.; Campos, J.; Pineda, L.E. 2000. ¿Se puede hacer ensilaje barato de maíz?. Serie: Utilización de cultivos forrajeros N.12. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, C.R. Desplegable.
- Jiménez, C.; Rojas, W. 2000. Silo de montón. Serie: Utilización de cultivos forrajeros N.2. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, C.R. Desplegable.
- Jiménez, C.; Rojas, W. 2002. Recomendaciones prácticas para la elaboración y uso de ensilajes. Serie: Utilización de cultivos forrajeros N.3. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, C.R. Desplegable.
- Madrigal, M.T.; Sánchez, W.; Rivera, V. 2009. Sustitución de la pollinaza por ensilaje. Dirección Regional Central Sur, Agencia de Servicios Agropecuarios de Turubares. MAG. San José, C.R.
- Morales, J. 2006. Nutri heno. INTA. Distrito de Riego Arenal – Tempisque. Bagaces, Guanacaste, Costa Rica. Desplegable.
- Orozco, E. s.f. Bancos forrajeros. INTA / FITTACORI. San José, C.R. 41 p.
- Orozco, E. s.f. Fundamentos básicos sobre la conservación de ensilaje. INTA. San José, C.R. Desplegable.
- Orozco, E. s.f. Ensilaje. INTA. San José, C.R. Desplegable.
- Orozco, E. s.f. Microsilos. INTA. San José, C.R. Desplegable.
- Reyes, N.; Mendieta, B.; Fariñas, T.; Mena, M. 2008. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación animal. Guía de suplementación alimenticia estratégica para bovinos en época seca. Universidad Nacional Agraria. Guía Técnica No.12. Managua, Nicaragua. p. 4-25.
- Reyes, N.; Mendieta, B.; Fariñas, T.; Mena, M. 2008. Elaboración y utilización de heno en la alimentación animal. Guía de suplementación alimenticia estratégica para bovinos en época seca. Universidad Nacional Agraria. Guía Técnica No.12. Managua, Nicaragua. p. 28-36.
- Sánchez, W.; Orozco, E. s.f. Opciones de manejo y suplementación para el ganado durante la época seca. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. San José, C.R.
- Villalobos, L. s.f. Fundamentos básicos para elaborar ensilaje. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. Desplegable.

## **Bloques nutricionales proteicos**

- ICPROC. 1998. Banco proteínico y bloque nutricional. Área de Técnicas Agropecuarias Sostenibles. San Vicente de Chucuri, Colombia.
- MAG. s.f. Elaboración de bloques nutricionales. San José, C.R. Desplegable.

Pineda, L.E.; Jiménez, C. 1999. Alternativas de suplementos a la dieta base de forrajes: Bloques nutricionales. Serie: Utilización de cultivos forrajeros N.9. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, C.R. Desplegable.

## **Abrevaderos y saladeros**

Barrantes, J. 2008. Suplementación de minerales. Agrocadena de Ganadería. Región Pacífico Central, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Desplegable. Esparza, C.R.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 2008. Agro-cadena de la ganadería bovina de carne de la Región Chorotega: manual de recomendaciones para el manejo sostenible de la ganadería bovina de carne en la Región Chorotega. San José, C.R.: MAG/FCGG/BN/CORFOGA. 72 p.

## **Estabulación de ganado**

Arronis, V. s.f. Recomendaciones sobre sistemas intensivos de producción de carne: estabulación, semiestabulación, y suplementación estratégica en pastoreo. INTA. Costa Rica.

Arronis, V. 2006. Sistemas intensivos de producción bovina: manejo e instalaciones. INTA/AECI. San José, C.R.

Arronis, V. 2009. Manual de recomendaciones sobre sistemas intensivos de producción de carne. INTA. San José, C.R. 40 p.

Guillén, R. 2004. Establecimiento y manejo de estabulados y semiestabulados de ganado bovino. Agroextensión. MAG/UNED. (Costa Rica) 1(1):19.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 2008. Agro-cadena de la ganadería bovina de carne de la Región Chorotega: manual de recomendaciones para el manejo sostenible de la ganadería bovina de carne en la Región Chorotega. San José, C.R.: MAG/FCGG/BN/CORFOGA. 72 p.

Morales, A.; Matarrita, L.; Ureña, M.; Marín, M.; Sánchez, p.; Mena, R.; Azofeifa, R. 2008. Producción pecuaria: Buenas prácticas agropecuarias. MAG. San José, C.R. Desplegable.

Orozco, E. s.f. Bancos forrajeros. INTA / FITTACORI. San José, C.R. 41 p.

Villalobos, L. 2008. Análisis marginal de la implementación de un sistema de producción estabulado en una finca de ganado de leche. Tesis Magister en Gerencia Agroempresarial. Universidad de Costa Rica. San José, C.R. 74 p.

## **Biodigestores**

ICE-UMCRE. s.f. El biodigestor: ¿Cómo instalarlo en su finca? ICE / JASEC / MAG. Desplegable.

Molina, B. s.f. Biodigestores. Agencia Servicios Agropecuarios de Alvarado. MAG. Cartago, Costa Rica.

Mora, A.; Chacón, M. 2009. Biodigestor de fosa. Agencia de Servicios Agropecuarios de Siquirres. MAG. Limón, Costa Rica. Desplegable.

## **Tratamiento de residuos en queserías**

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2005. Producción más limpia para el sector lácteo. Programa Ambiental Nacional. ANAM-PAN-BID. Panamá. 194 p.

- Blanco, J.; Víquez, C.; Serrano, J.; Herrera, A.; Argueta, E.; Sánchez, M.; Lara, L.; Botero, R. 2009. Manual Práctico para el Diseño e Implementación de un Sistema de Descontaminación Productiva de Aguas Servidas en una Empresa Pecuaria Tropical. Universidad EARTH. Guácimo, Costa Rica. 27 p.
- Campos, G. 2009. Producción de abono orgánico a partir de desechos de lecherías y porquerizas. Agencia de Servicios Agropecuarios de Coronado. MAG / SUNII. San José, C.R. Desplegable.
- Centro de Producción más limpia de Nicaragua. s.f. Manual de buenas prácticas operativas de producción más limpia para la industria láctea. PROARCA/SIGMA. Proyecto USAID/CCAD. Guatemala. 48 p.
- Dávila, O.; Ramírez, E. 2005. Ordeño limpio. Proyecto GEF. CATIE, FAO, LEAD, CIPAV, Banco Mundial. 11 p.
- OIRSA. 2007. Manual de buenas prácticas en explotaciones lecheras para Centroamérica, Panamá y Belice. San Salvador, El Salvador. 35 p.
- Proyecto GA+ p. s.f. Alternativas de producción más limpia en las PYME del sector agroindustrial. Guía para consultores. BID. 110 p.
- Proyecto GA+ p. s.f. Oportunidades de producción más limpia en el sector lácteos. Guía para consultores. BID. 67 p.
- SENASA. 2009. Guía de buenas prácticas de higiene para la empresa alimentaria. DIPOA (Dirección de Inocuidad de Productos de Origen Animal). SENASA. San José, C.R. 32 p.

## **Cobertura de suelos**

- Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería y Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. 1988. Metodología para la determinación de la capacidad uso de tierras en Costa Rica. Decreto No. N° 23214-MAG-MIRENEM. 30 p.
- FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO No.8. Roma. 234 p.
- Hernández, R. s.f. Las barreras vivas. Infoagro Costa Rica. Agencia de Servicios Agropecuarios de Heredia, MAG. PFPAS / SEPSA / MAG. Heredia, Costa Rica. Desplegable.
- Loredo, C.; Beltrán, S. s.f. Prácticas agronómicas y vegetativas. Campo Experimental San Luis. CIRNE-INIFA p. México.

## **Control de erosión**

- FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO No.8. Roma. 234 p.
- Hernández, R. s.f. Las barreras vivas. Infoagro Costa Rica. Agencia de Servicios Agropecuarios de Heredia, MAG. PFPAS / SEPSA / MAG. Heredia, Costa Rica. Desplegable.
- Loredo, C.; Beltrán, S. Sarreón, L.; Domínguez, M. s.f. Prácticas mecánicas para el control de la erosión hídrica. Campo Experimental San Luis. CIRNE-INIFA p. México. 36 p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería y Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. Costa Rica. 1988. Metodología para la determinación de la capacidad uso de tierras en Costa Rica. Decreto No. N° 23214-MAG-MIRENEM. 30 p.

Ríos, N.; Cárdenas, A.; Andrade, H.; Ibrahim, M.; Jiménez, F.; Sancho, F.; Ramírez, E.; Reyes, B.; Woo, A. 2007. Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* (Costa Rica). No.45:66-71.

## **Recuperación y control de cárcavas**

Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería y Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. 1988. Metodología para la determinación de la capacidad uso de tierras en Costa Rica. Decreto No. N° 23214-MAG-MIRENEM. 30 p.

FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO No.8. Roma. 234 p.

León, J.D. s.f. Estrategias para el control y manejo de la erosión de cárcavas. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 27 p.

## **Labranza conservacionista**

FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO No.8. Roma. 234 p.

Martínez, M.A. s.f. Agricultura de conservación para la producción de cultivos. Campo Experimental San Luis. CIRNE-INIFA p. México. 34 p.

PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas en América Central). s.f. Labranza cero, con siembra tapada o al espeque.

## **Protección áreas de orillas de quebradas, riachuelos y ríos**

Dávila, O.; Ramírez, E.; Barbosa, I. 2005. El manejo de un tacotal. Proyecto GEF. CATIE, FAO, LEAD, CIPAV, Banco Mundial. 11 p.

Ibrahim, M.; Casasola, F.; Tobar, D.; Villanueva, C. 2005. Buenas prácticas para la conservación de la biodiversidad en fincas ganaderas. Proyecto GEF. CATIE, FAO, LEAD, CIPAV, Banco Mundial. 31 p.

Sirias, I.; Ramírez, F.; Ramírez, I.; Pérez, M.; Sotelo, M. 2005. La biodiversidad en fincas ganaderas. Proyecto GEF. CATIE, FAO, LEAD, CIPAV, Banco Mundial. 19 p.

## **Reforestación protectora sin aprovechamiento**

Dávila, O.; Ramírez, E.; Barbosa, I. 2005. El manejo de un tacotal. Proyecto GEF. CATIE, FAO, LEAD, CIPAV, Banco Mundial. 11 p.

Ibrahim, M.; Casasola, F.; Tobar, D.; Villanueva, C. 2005. Buenas prácticas para la conservación de la biodiversidad en fincas ganaderas. Proyecto GEF. CATIE, FAO, LEAD, CIPAV, Banco Mundial. 31 p.

Sirias, I.; Ramírez, F.; Ramírez, I.; Pérez, M.; Sotelo, M. 2005. La biodiversidad en fincas ganaderas. Proyecto GEF. CATIE, FAO, LEAD, CIPAV, Banco Mundial. 19 p.