



Manual de herramientas sobre tecnologías de producción agropecuaria



Tabla de contenidos

Agradecimientos	5
------------------------	----------

Manejo del suelo:	7
--------------------------	----------

Proyectos de desarrollo humano sostenible en la cuenca del río Jesús María y en la cuenca del río Barranca



-- MAYO 2018



Division: Conservación del suelo **13**

Ficha 1. Cobertura vegetal viva o muerta	17
Ficha 2. Siembra en contorno	19
Ficha 3. Barreras vivas	21
Ficha 4. Cortina rompevientos	25
Ficha 5. Canales, acequias de ladera y gavetas	29
Ficha 6. Terrazas individuales y continuas	31
Ficha 7. Muros de piedra y control de cauces	33
Ficha 8. Labranza conservacionista	35

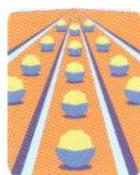
Division: Recurso hídrico **39**

Ficha 9. Reservorios de agua	43
Ficha 10. Biojardineras	47
Ficha 11. Riego por goteo	51
Ficha 12. Protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos	55
Ficha 13. Prácticas para protección del recurso hídrico implementadas por las ASADA	59
Ficha 14. Captación de agua de lluvia domiciliar	63

Fuentes de información	145
-------------------------------	------------

División: Ganadería sostenible y sistemas silvopastoriles **65**

Ficha 15. Pastos mejorados	69
Ficha 16. Bancos forrajeros	73
Ficha 17. Ensilaje y henificación para épocas críticas	77
Ficha 18. Estabulación de ganado	81
Ficha 19. Bloques nutricionales proteicos	85
Ficha 20. Abrevaderos y saladeros	89
Ficha 21. Cercas vivas	93
Ficha 22. Tratamiento de residuos en queserías	97
Ficha 23. Biodigestores	101



División: Agricultura orgánica **105**

Ficha 24. Abonos orgánicos	109
Ficha 25. Abonos verdes	113
Ficha 26. Biofermentos	117
Ficha 27. Manejo integrado de cultivos	121
Ficha 28. Microorganismos benéficos	125
Ficha 29. Biopesticidas	129
Ficha 30. Inocuidad de alimentos en fincas	133
Ficha 31. Producción en ambientes protegidos	137
Ficha 32. Microorganismos de montaña (MM) y microorganismos eficientes (EM)	141

Agradecimientos

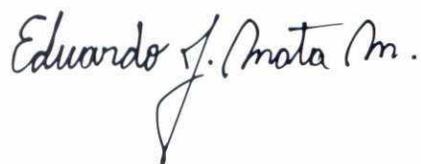
Hace algunos años, en el 2010, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) publicó la "Guía Técnica para la Difusión de Tecnologías de producción agropecuaria sostenible", un documento valioso que contenía 30 fichas técnicas elaboradas por agentes extensionistas e investigadores que enriquecieron cada uno de los textos, al tomar en consideración las recomendaciones y aportes de productores agropecuarios en todo el país. Cuando el Programa de Pequeñas Donaciones (PPD GEF-PNUD) y la Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI) encontraron este producto de conocimiento, vieron su gran potencial y solicitaron a la Unidad Coordinadora del Programa de Fomento de Producción Agropecuaria Sostenible los permisos para poder revisar la información, ampliarla y reimprimirla.

Queremos agradecer a todos los profesionales, técnicos y productores que aportaron su trabajo para la elaboración de la primera Guía Técnica, porque su trabajo nos inspiró. Agradecemos a la Unidad Coordinadora del

Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible, por la confianza y la oportunidad de enriquecer con nuestro aporte la Guía y hacerla llegar a más productores que están esforzándose por alcanzar la sostenibilidad ambiental, económica y social de sus actividades productivas. Reconocemos que el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) hace un aporte sumamente significativo al quehacer diario de cada una de las actividades que el PPD y CADETI han venido coordinando con las comunidades de las cuencas del río Jesús María y del río Barranca, y esperamos que esta alianza se traduzca en un desarrollo humano inclusivo y sostenible para las comunidades.

¡Gracias!

Esperamos que cada uno de los hombres y mujeres que puedan tomar en consideración esta guía en su trabajo también se puedan inspirar y puedan enriquecer este proceso.



Eduardo Mata Montero

Coordinador Nacional del Programa de Pequeñas Donaciones
GEF-PNUD



Fernando Mojica Betancourt

Presidente de la Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI)
MAG-MINAE

Manejo del suelo:

Proyectos de desarrollo humano sostenible en la cuenca del río Jesús María y en la cuenca del río Barranca

El Programa de Acción Nacional (PAN) de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Degradación de Tierras (UNCCD) propuso una metodología de priorización que identificó la cuenca del río Jesús María, como la cuenca más degradada, y la cuenca del río Barranca como la segunda en prioridad. A partir de ese momento la Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI)¹, la cual reúne a técnicos nacionales del más alto nivel para asesorar al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) en materia de degradación de tierras, se ha comprometido en desarrollar una serie de medidas para mejorar las condiciones del suelo en estas dos áreas geográficas prioritarias.

En los últimos 4 años (2011-2015), CADETI ha coordinado con el Programa de Pequeñas Donaciones GEF/PNUD una intervención en la cuenca del río Jesús María que alcanza una inversión total de USD \$1.128.426,61, de la asignación de fondos STAR del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), y del proyecto de Desarrollo Comunitario y Administración de Conocimiento para la Iniciativa Satoyama (COMDEKS). Estos fondos fueron administrados directamente por organizaciones de la sociedad civil presentes en la cuenca: 9 Asociaciones de Desarrollo Integral (ADI), 7 Asociaciones Administradoras de Acueductos Rurales (ASADAS), 4 Centros Agrícolas Cantonales (CAC), 1 Organización no gubernamental local, y 2 Asociaciones de Productores, de 25 comunidades.

El principal objetivo de esta intervención ha sido revertir el alto nivel de degradación del suelo y asegurar el bienestar de las personas que viven alrededor de la cuenca. De esta manera, las organizaciones de la sociedad civil han implementado 27 proyectos, cada uno entre los USD \$20.000 y \$150.000, enfocados en aumentar la cobertura arbórea, manejar y conservar el suelo, mejorar la infiltración del agua y protección del recurso hídrico, y mejorar la calidad de vida de las comunidades.

Algunos de los principales logros de este proyecto son:

- 760 productores agrícolas y pecuarios beneficiados de la implementación de los proyectos de desarrollo
- 6 centros educativos participan en un programa de educación ambiental que proporciona cursos de inducción a la agricultura orgánica a escolares,
- 280 agricultores capacitados en el diseño y ejecución de obras de conservación de suelos y aguas,
- 120 ganaderos capacitados en sistemas silvopastoriles y prácticas de ganadería sostenible
- 94 kilómetros construidos de acequias de ladera y 63 kilómetros de cercas vivas, para evitar la erosión del terreno
- 313 hectáreas cultivadas con pastos mejorados,
- Reforestación con 12 mil árboles forestales y 10.720 árboles frutales
- 68 has. en apartos para ganadería,
- 45 sistemas de ganadería semiestabulada
- 30.000 estacones de tempate (*Atropha Curcas*) plantados
- 26 has. de bancos de forraje
- 24 picadoras de pasto entregadas

¹ Instituciones que conforman CADETI: MINAE, MAG, SINAC, IMN, INTA, CONARE (UCR, UNED, UNA), Sociedad Civil. Conformado mediante el decreto ejecutivo número XXX

- 150 comederos, saladeros y abrevaderos para ganado construidos
- 5 lombricarios construidos para la elaboración de abono orgánico
- 33 biodigestores instalados
- 7 comunidades con una administración adecuada del agua, con obras para la protección y captación del agua, construcción de tanques de almacenamiento y mejoras en la tubería de distribución de agua a las viviendas, entre otros.
- 20 proyectos de captura de agua de lluvia para los hogares y de aguas de escorrentía para riego construidos
- 2 biojardineras para la purificación de aguas residuales.

Este proyecto ha mostrado el potencial, el interés, el compromiso y la acción de las comunidades de la cuenca del río Jesús María en cambiar patrones de comportamiento, mejorar sus actividades productivas favoreciendo la conservación de la biodiversidad y el suelo en general, así como, la adaptación al cambio climático.

Por los próximos tres años (2016-2018), el modelo de las acciones más exitosas y las lecciones aprendidas de la implementación de este proyecto en la cuenca del río Jesús María se van a replicar en otras comunidades de esta misma cuenca, y se van a iniciar acciones en la cuenca del río Barranca. Se espera obtener al menos un impacto semejante con las acciones planificadas con al menos 13 comunidades y con cerca de 260 productores, con especial atención a poblaciones prioritarias como las mujeres y los jóvenes. La experiencia será sin duda multiplicable en cualquier otra cuenca del país que quiera desarrollar un modelo de desarrollo humano sostenible.

Todas las técnicas incluidas en esta guía han sido implementadas por los proyectos en la cuenca del río Jesús María, los productores que las han utilizado y los técnicos del MAG y del MINAE que han acompañado su puesta en práctica, han enriquecido esta guía con sus experiencias en el campo para que se puedan usar como referencia en los proyectos a ser desarrollados con el Programa de Pequeñas Donaciones en este próximo período.

CUENCA DEL RÍO JESÚS MARÍA

La cuenca del río Jesús María va desde el nivel del mar hasta los 1.541 msnm, tiene una extensión de 37.725 hectáreas y colinda con dos cuencas importantes como son la del río Tárcoles y río Barranca; se distribuye entre las provincias de Alajuela y Puntarenas. Tiene una población de 16.875 habitantes (52% hombres y 48% mujeres) quienes dependen directamente de los recursos naturales para su subsistencia. Alrededor de

un 57,5% de su territorio está dedicado a la ganadería extensiva, un 13,8% a actividades agrícolas y 28,7% es bosque en diferentes etapas de sucesión natural (un 2% corresponde a humedales específicamente a los manglares de la Zona Protectora Tivives). La fuerte erosión de las partes altas de la cuenca está provocando muerte descendente en algunas áreas del manglar por la acumulación de sedimentos.

CUENCA DEL RÍO BARRANCA

La cuenca del río Barranca se localiza en el sector noroeste del país. Conformar una cuenca hidrográfica de tipo primario, dado que el río Barranca desemboca directamente en el Golfo de Nicoya. Topográficamente, la cuenca presenta un notable cambio de relieve desde una zona costera, al nivel del mar, hasta zonas montañosas, por encima de los 1000 metros de altura sobre el nivel del mar. Como parte de la cuenca se incluye el sector de la llanura costera de Barranca y la

Ciudad de Esparza, que representa la población más grande del área de estudio. Desde el punto de vista administrativo, dentro de la cuenca del Río Barranca se incluyen de forma total ó parcial 19 distritos, circunscritos en 5 cantones (Puntarenas, Esparza, Montes de Oro, Naranjo y San Ramón) y en 2 provincias: Puntarenas y Alajuela. Desde el punto de vista territorial la cuenca del río Barranca, cubre una extensión de 47,792, 3 ha, es decir, 477,923 Km².

Resumen de Programas y Proyectos con posibilidades de financiamiento del PPD en las cuencas de los ríos Jesús María y del Río Barranca (2016-2018)

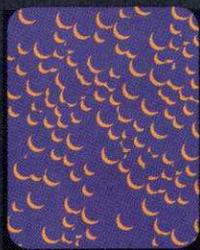
No	Programa	Proyectos
I	Conservación de suelos, bosques y áreas protegidas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Control de la erosión y cárcavas 2. Mejoramiento de la fertilidad de suelos 3. Control de deslizamientos 4. Recuperación y restauración de suelos degradados 5. Protección y recuperación de franjas ribereñas 6. Sistemas agroforestales y silvopastoriles 7. Manejo de áreas protegidas y corredores biológicos
II	Gestión integrada de los recursos hídricos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acceso, distribución y regulación tarifaria de los recursos hídricos 2. Control de la contaminación de aguas residuales agropecuarias 3. Monitoreo de la calidad del agua para consumo humano 4. Servicios ambientales hídricos 5. Monitoreo del caudal ecológico (participativo e inclusivo) 6. Uso eficiente del agua en los hogares rurales 7. Protección y manejo de fuentes de agua, incluyendo compra de tierras 8. Gestión de la información hídrica 9. Investigación sobre las aguas subterráneas
III	Producción silvoagropecuaria sostenible	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tecnificación eficiente para la producción agrícola y cadenas de valor 2. Fomento de la actividad forestal 3. Fincas integrales 4. Fomento de la producción orgánica 5. Desarrollo de la agroindustria 6. Tecnificación eficiente para la producción pecuaria y cadenas de valor 7. Fortalecimiento de la producción acuícola 8. Fomento de la producción apícola 9. Producción de ornamentales y medicinales 10. Investigación agropecuaria
IV	Gestión de riesgos y cambio climático	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción del riesgo climático agrícola mediante sistemas de riego 2. Identificación de nuevas especies vegetales y animales con potencial de adaptación 3. Control biológico de plagas/enfermedades que surgen de la variabilidad climática 4. Protección de zonas de recarga hídrica 5. Cosecha de agua 6. Control de avenidas e inundaciones 7. Sistema de alerta al riesgo climático 8. Análisis del riesgo climático en franja costero marina 9. Fomento de la producción de energía limpia

No	Programa	Proyectos
V	Organización y gestión agro empresarial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gestión agro empresarial 2. Organización agro empresarial 3. Micro Crédito 4. Información para el mercadeo y comercialización 5. Fomento del Turismo Rural Comunitario
VI	Fortalecimiento de capacidades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capacitación en gestión institucional 2. Capacitación en gestión municipal y mancomunidades 3. Capacitación en gestión local (comunitaria) 4. Capacitación en temas agro empresariales 5. Educación ambiental en escuelas y colegios 6. Educación ambiental y cambio climático en la comunidad 7. Fortalecimiento a plataformas de coordinación
VII	Servicios básicos y saneamiento ambiental	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejoramiento de sistemas de acueductos comunales (ASADAS) 2. Manejo y tratamiento de aguas residuales 3. Recolección, manejo y tratamiento de desechos 4. Protección y mantenimiento de caminos rurales (gestiones)

Referencia: Planes de manejo de las Cuencas de los Ríos Jesús María y Barranca, elaborados por el CATIE:

- CATIE 2015. Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Barranca. SINAC-MINAE
- CATIE 2011. Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Jesús María. SINAC-MINAE





Técnicas de conservación de suelos:

Evitar la erosión y mejorar la calidad del suelo

DESCRIPCIÓN

La cuenca alta del río Jesús María está ocupada por plantaciones pequeñas de café, pero en su conjunto se podría clasificar como un solo paisaje de policultivo de café realizado por pequeñas familias agricultoras. La producción agrícola en general se ve afectada en la cuenca alta y media por que existe un muy mal diseño de los caminos públicos y privados, con taludes muy inclinados y sin coberturas vegetales, pendientes mal trabajadas, incorrecto desfogue de aguas, trazado sin ingeniería, cortes o terrazas que producen cárcavas, lastrados superficiales que se lavan constantemente y poco mantenimiento, lo cual aumenta los procesos erosivos.

Aunado a ello los productores apenas empiezan a recibir las capacitaciones y conocimientos técnicos para implementar prácticas agro-conservacionistas.

Algunos de ellos han empezado a participar en proyectos del Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) para poder acceder a recursos financieros suficientes para implementar estas prácticas en las comunidades de Berlín, Río Jesús y Quebrada Honda, situadas en la cuenca alta del río Jesús María.

En resumen, el problema es que algunos de los cafetales de la cuenca del Jesús María desafían la gravedad, y con las lluvias se les está lavando el suelo, el cual se transporta hasta la zona protectora de Tivives, contribuyendo a la sedimentación del Puerto de Caldera. Las técnicas de conservación de suelos que se describen en las fichas 1 a 8, proponen formas para disminuir la erosión del suelo.



Fincas cafetaleras en la cuenca del Jesús María

LA IMPORTANCIA DEL SUELO

El suelo es un sistema dinámico y complejo cuya función no es sólo la de servir como soporte mecánico para el crecimiento de las plantas, es también el medio por el cual éstas toman el agua y los nutrientes que necesitan para su desarrollo. En el suelo hay vida, pues en él existen millones de distintos y pequeños seres vivos, de microorganismos, que se relacionan entre sí y con su medio físico, además de partículas de diferentes tamaños clasificadas en arenas, limos y arcillas que juntos forman un ecosistema complejo.

Un buen suelo además de ser fértil, debe recoger el agua de lluvia, pero no inundarse. Debe almacenar carbono o materia orgánica y reciclar los nutrientes; debe limpiar el agua de cualquier contaminante, para que haya agua limpia en las nacientes. El suelo no solo es el sostén de las plantas, es el sostén de la vida (Henríquez, 2015).

Algunos indicadores e índices de calidad y salud de los suelos toman en consideración como características generales el contenido de materia orgánica, la textura, el contenido arcilloso, el alto nivel de fertilidad, el nivel de profundidad y la poca presencia de contaminantes. Estas características permitirán que se dé la vida de organismos abundantes, favoreciendo la buena calidad del suelo y por ende, la obtención de buenas producciones agrícolas y forestales (Henríquez, 2015).

El uso irracional del suelo genera una alteración de sus propiedades que puede hacer que pierda parcial o totalmente su capacidad de cumplir con sus diversas funciones. Este fenómeno de **disminución o pérdida de calidad del suelo se denomina degradación**. Las actividades humanas son los principales impulsores de los procesos de degradación del suelo, la desertificación

y el cambio climático. Aunque muy complejo y difícil de predecir, las interacciones entre el cambio climático y la degradación de la tierra pueden afectar a una gama de diferentes funciones de los ecosistemas y los servicios que prestan, con las consiguientes repercusiones en la producción alimentaria, medios de vida y el bienestar humano (UNCCD, 2015).

La desertificación, la degradación del suelo y la sequía afectan en este momento a más de 2.000 millones de personas en el planeta, con miras a empeorar debido al uso insostenible del suelo y el agua en el actual escenario de cambio climático. La sociedad debe mitigar y revertir las tensiones que genera al suelo mediante enfoques innovadores. La estrategia de los diez años de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD) señala la importancia de la ciencia, de los sistemas de intercambio de conocimiento científico y tradicional, y de la sensibilización ciudadana para apoyar a los encargados de formular políticas y los tomadores de

decisión en el ámbito local, en la finca, para revertir esta tendencia. Se debe cambiar el comportamiento humano y las actitudes con respecto al uso de la tierra, no hacer nada o seguir en las formas actuales de uso, ya no es una opción (UNCCD, 2015).

Uno de los grandes problemas que afrontan la gran mayoría de los agricultores en el país, es la baja fertilidad de los suelos y por consiguiente, los bajos rendimientos de los cultivos. Estos bajos niveles de fertilidad en gran medida son resultado de las malas prácticas de manejo que los agricultores aplican al suelo, como la quema y el sobre pastoreo, principalmente cuando se siembra en terrenos inclinados, que es donde se produce el mayor lavado o pérdida de suelo y de nutrientes, disminuyendo así la fertilidad y la capacidad productiva del mismo. Para mantener fértil y productivo el suelo, es necesario realizar prácticas de uso y manejo de conservación de suelos y agua, que además ayuden a mantener la humedad por más tiempo.

TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

Las técnicas de conservación de suelos y agua aplicadas en cafetales por los miembros de la Asociación de Desarrollo Integral de Berlín y otras organizaciones y agricultores de la cuenca alta del río Jesús María fueron enseñadas y acompañadas por los técnicos del MAG y SINAC-MINAE de la región, en el marco de la implementación del proyecto COMDEKS, acorde con lo que establece la Ley de Suelos, N° 7779 de 1998 y su respectivo reglamento del 2001.

La influencia de los factores de erosión y el conocimiento del suelo son aspectos que se deben considerar para seleccionar las prácticas de uso y manejo de conservación de suelos a utilizar, así como las combinaciones posibles entre ellas. Las limitaciones agroecológicas y socioeconómicas que causan la reducción de la productividad y la degradación de los

suelos y el conocimiento compartido y complementario de los técnicos y productores, son también la base de la toma de decisiones para la determinación de las prácticas a aplicar en los sistemas de producción.

El agricultor deberá tomar en cuenta los siguientes criterios al seleccionar las prácticas de conservación:

1. El costo, especialmente en mano de obra.
2. Condiciones de clima de la zona (sobre todo la lluvia y el viento).
3. Relieve del terreno (pendiente)
4. Capacidad de uso de las tierras

Dentro de las características del terreno y suelo deben tomarse en cuenta:

| Conservación del suelo |

1. La pendiente: según sea la inclinación, así será el espaciamiento.
2. La pedregosidad: ya que limita en gran medida cierto tipo de prácticas.
3. La profundidad efectiva (hasta donde la raíz del cultivo se pueda desarrollar sin ningún impedimento) del suelo: este aspecto es básico para desarrollar la mayoría de las técnicas u obras.
4. El tipo de cultivo (anual o perenne) según sea el sistema de siembra.
5. Disponibilidad del agua para riego: aspecto importante sobre todo conociéndose el cultivo por desarrollar y las demandas hídricas del mismo.

Estas prácticas se dividen en dos tipos: culturales o mecánicas.

Prácticas culturales

Ficha 1 Cobertura vegetal viva o muerta

Ficha 2 Siembra contorno

Ficha 3 Barreras Vivas

Ficha 4 Cortina Rompevientos

Prácticas mecánicas de conservación de suelos

Ficha 5 Canales, acequias de ladera y gavetas

Ficha 6 Terrazas individuales y continuas

Ficha 7 Muros de piedra y control de cauces

Ficha 8 Labranza conservacionista



PARA MAYOR INFORMACIÓN

Lista de contactos: extensionistas, productores, asociaciones, consultores

Donald Vásquez Pacheco, Coordinador Cuenca Alta del Río Jesús María, ACOPAC-SINAC-MINAE y Miembro de la Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI).

Renato Jiménez Zúñiga, INTA-MAG y Miembro de la Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI).

Carlos Barboza Gómez, Agente de Extensión Agrícola de San Mateo, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y Miembro de la Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI).

Víctor Salazar, Agente de Extensión Agrícola de Esparza. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y Miembro de la Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI).

FUENTES DE INFORMACIÓN

Lista de fuentes de información

Sistematización de técnicas de conservación de suelos aplicadas al cultivo de café en la cuenca alta del río Jesús María, Compilado por Vilma Obando Acuña 2015

“Técnicas de conservación de suelos aplicadas al objetivo del café”, Gerardo Carranza Salazar, 1988, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

Renato Jiménez Zúñiga, INTA-MAG y Miembro de la Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI).

Cobertura vegetal viva o muerta

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Las prácticas de manejo del suelo sirven para modificar, mantener o mejorar las características químicas, físicas y biológicas del suelo, con el fin de optimizar su productividad y función ambiental y evitar su degradación en el tiempo (Reglamento Ley de Conservación de Suelos N°7779). Estas prácticas se dividen en dos tipos: culturales o tradicionales en el manejo del suelo y las hidráulicas, mecánicas o físicas.

Entre las prácticas culturales de conservación de suelos están la elaboración de barreras con cobertura vegetal viva o muerta. Estas barreras se colocan en forma de franjas o lotes intermedios o alternos con las áreas de cultivos, donde se desarrolla vegetación natural o forestal con el fin de disminuir la velocidad del agua de lluvia y reducir la fuerza de las aguas de escorrentía dentro del área de siembra. En el caso de la cobertura muerta, esto se refiere a la utilización de materiales vegetales muertos para cubrir el suelo. Estas técnicas son más eficientes en laderas con una pendiente menor al 20%, sin embargo, es factible encontrarlas en cualquier tipo de pendiente.

Existen dos tipos de coberturas:

a. Coberturas verdes: consiste en sembrar algunos materiales con características para filtrar el agua y retener el suelo, que no compitan con el cultivo por luz, como por ejemplo, el zacate vetiver (violeta). También es importante tomar en cuenta que sean hierbas que no tengan ningún efecto alelopático, es decir, que inhiba el desarrollo de las plantas en distinto grado. Algunas plantas pueden provocar efectos negativos sobre el crecimiento de los cultivos.

El agricultor debe elegir una especie de plantas que se adapte bien a las condiciones propias del área donde se ubique y que le proporcione buena materia orgánica, lo cual es uno de los factores favorables del uso de coberturas verdes.

b. Coberturas secas: Es el uso de residuos de las chapias o podas que se dan en la plantación, los cuales se deben disponer en contra de la pendientes para evitar que el agua de lluvia erosione el terreno; además de aportar un ambiente propicio para que los microorganismos y lombrices se reproduzcan, aportando un sinnúmero de beneficios para el suelo y los cultivos.

Por lo general, en las plantaciones de café la chapia se realiza cada 3 semanas, mientras que la poda o derrama se realiza una vez al año. La periodicidad con la que se realizan estas dos actividades permite darles mantenimiento constante a estas coberturas secas.



Cobertura muerta



BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

- Se van dejando en el campo los rastrojos de la chapia, poda o residuos de las plantas, sin ningún costo adicional por la implementación de esta práctica.
- Se mejora el contenido de materia orgánica del suelo y por ende aumenta la fertilidad y el rendimiento de los cultivos.



BENEFICIOS AMBIENTALES

- Proteger la capa arable de la superficie del suelo.
- Agregar materia orgánica, lo que permite mantener e incrementar la fertilidad de los suelos.
- Aumentar la capacidad de retención de humedad en el perfil del suelo.
- Reducir los escurrimientos superficiales y la erosión.
- Incrementar la infiltración.
- Mejorar la estructura del suelo.
- Ayudar a controlar las malezas.



COSTOS

Los costos de la elaboración de estas prácticas están incluidos en las labores comunes de preparación y

desarrollo del cultivo. Excepto en el caso de las barreras vivas, para tal efecto refiérase a la ficha técnica No. 2.



PARA MAYOR INFORMACIÓN

Para el análisis y establecimiento de las mejores técnicas a utilizar y espaciamiento entre ellas según sea

necesario, se recomienda consultar con el técnico del Ministerio de Agricultura (MAG) de la región.



Uso de residuos de la poda (chapia) en el café como cobertura muerta

Siembra en contorno

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Las comunidades de Berlín, Río Jesús y Quebrada Honda, situadas en la cuenca alta del río Jesús María, están inmersas en problemas de uso irracional del suelo y degradación. La mayor parte de los cafetales de esta zona están en sistemas con sombra o agroforestales con otros cultivos, pero el mal diseño de los caminos públicos y privados con taludes muy inclinados y sin coberturas vegetales, pendientes mal trabajadas, el incorrecto desfogue de aguas, trazado sin ingeniería, cortes o terrazas que producen cárcavas, lastrados superficiales que se lavan constantemente y poco mantenimiento, afectan la fertilidad de los suelos y los rendimientos de la producción de café.

Estas comunidades han tenido que aprender **prácticas de manejo de conservación del suelo**: técnicas para modificar, mantener o mejorar sus características químicas, físicas y biológicas, con el fin de optimizar su productividad y función ambiental y evitar su degradación en el tiempo (Reglamento Ley de Conservación de Suelos N°7779).

Las siembras en contorno o en curvas de nivel son una práctica de conservación de suelos cultural o tradicional, que consiste en preparar las hileras del cultivo en contra de la pendiente siguiendo las curvas a nivel. Así, cada surco, eras o hileras de plantas forma un obstáculo al agua de escorrentía, evitando que adquiera la velocidad y fuerza necesaria para generar erosión.

Se recomienda el establecimiento de las siembras en contorno en terrenos con pendientes, y para siembras de cualquier cultivo. Es importante reconocer que en pendientes mayores al 12%, generalmente, esta práctica

por sí sola no controla los efectos de la erosión y deberán utilizarse otras prácticas de conservación de suelos como los canales de guardia, las acequias de ladera, gavetas o terrazas, de acuerdo a la disponibilidad de material y mano de obra.

Propósito

La técnica se basa en que cada surco, era o hilera del cultivo esté dispuesta de manera opuesta al paso del agua de lluvia, disminuyendo la velocidad de la misma, y por ende un menor arrastre del suelo y nutrientes. Al sembrar las hileras del cultivo en contra de la pendiente, se facilitan las demás labores del cultivo.



Colocación de un codal

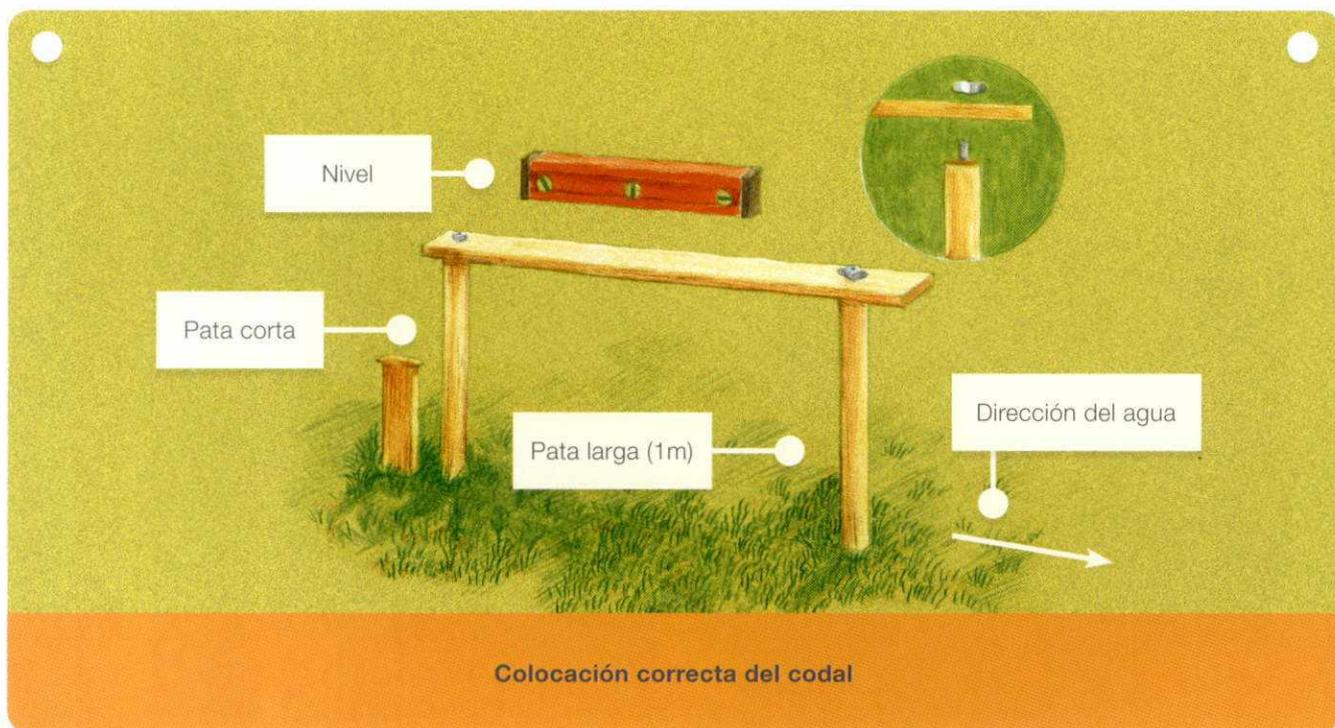
Ficha Técnica 2 | Conservación del suelo |

Marcar la línea guía para seguir en contorno puede ser rápido y sencillo por medio del uso de un **codal o un nivel tipo A**. El codal es un instrumento de fácil construcción y uso, el cual consiste en la formación de un marco con una regla de 2,00 m como horizontal, en los extremos de la regla y a escuadra se pegan dos reglas de 0,90 m, una en cada extremo, para formar las patas del codal. Una de las patas estará totalmente fija y la otra puede quedar móvil mediante el uso de tuercas tipo mariposa, marcando la regla del espacio superior en centímetros para así poder realizar los ajustes (nivelación deseada) según el tipo de suelo y otras condiciones.

Para el trazo de las líneas maestras se coloca la sección trasera (pata corta) al pie de la primera estaca de manera que la pata larga se mueva hasta encontrar

un punto en el cual, al colocarla el marco horizontal del codal este totalmente nivelado. Se marca ese punto con otra estaca, y se repite el procedimiento anterior, marcando cada punto con otra estaca. Esta operación se repite hasta llegar al final del terreno. Las estacas marcan la curva de contorno, la cual se corrige ligeramente para suprimirle curvas y ángulos muy forzados o difíciles.

Luego se traza otra línea partiendo del punto inicial según el distanciamiento señalado, empleando la misma metodología y así se continua con otras líneas, de tal forma que al final tendremos varias líneas maestras con igual nivel o pendiente (0,50%, 1%). A partir de las mismas se hará el trazo de los surcos de siembra en forma paralela y sucesiva.



BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

Esta práctica contribuye a disminuir la escorrentía del agua y el arrastre del suelo.

Barreras vivas

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

El suelo es un cuerpo natural localizado en la superficie de la tierra, formado a partir de una mezcla variable de materiales minerales y orgánicos, mediante la acción de factores de meteorización, químicos, físicos y biológicos en el tiempo, capaz de sustentar el crecimiento de las plantas y otros seres vivos y susceptible de modificaciones por el ser humano y por eventos naturales.

El uso irracional del suelo genera una alteración de sus propiedades que puede hacer que pierda parcial o totalmente su capacidad de cumplir con sus diversas funciones. Este fenómeno de disminución o pérdida de calidad del suelo se denomina degradación. Las actividades humanas son los principales impulsores de los procesos de degradación del suelo, la desertificación y el cambio climático.

Las comunidades de Berlín, Río Jesús y Quebrada Honda, situadas en la cuenca alta del río Jesús María, están inmersas en problemas de uso irracional del suelo y degradación, principalmente en cafetales con muchos años de establecidos. La mayor parte de los cafetales de esta zona están en sistemas con sombras o agroforestales con otros cultivos, pero el mal diseño de los caminos públicos y privados con taludes muy inclinados y sin coberturas vegetales, pendientes mal trabajadas, el incorrecto desfogue de aguas, trazado sin ingeniería, cortes o terrazas que producen cárcavas, lastrados superficiales que se lavan constantemente y poco mantenimiento, afectando la fertilidad de los suelos y los rendimientos de la producción de café.



Barrera viva de Vetiver

Ficha Técnica 3 | Conservación del suelo |

Estas comunidades han tenido que aprender **prácticas de manejo y conservación del suelo**: estas técnicas para modificar, mantener o mejorar sus características químicas, físicas y biológicas, con el fin de optimizar su productividad y función ambiental y evitar su degradación en el tiempo (Reglamento Ley de Conservación de Suelos N°7779).

Las barreras vivas son una de las **prácticas culturales** utilizadas para controlar la erosión mediante el uso de material vegetativo. Se usan principalmente para conservar y hacer que perduren por más tiempo otras **prácticas mecánicas** de conservación de suelos como los canales de guardia, las acequias de ladera, gavetas o terrazas.

Las barreras vivas sirven de contención para evitar que entren sedimentos al canal y que se produzcan rupturas en las acequias de ladera y otras; estas barreras pueden ser de vetiver.

Esta práctica consiste en sembrar hileras de plantas perennes, de crecimiento denso o de buen

macollamiento, que en corto tiempo formen un obstáculo al libre deslizamiento del agua, a manera de fajas angostas, en contra de la pendiente del terreno siguiendo las curvas a nivel o desnivel. Estas fajas suelen ser plantas gramíneas de tallo duro y porte erecto.

Esta práctica puede utilizarse en diversos tipos de terrenos; desde aquellos con muy baja inclinación, hasta los muy inclinados. Si la inclinación es de 0 a 15% las barreras vivas se siembran en forma individual según sea necesario. En terrenos de mayor inclinación, la práctica debe ser complementada con otras prácticas de conservación de suelos, como las acequias de ladera. El espaciamiento entre las líneas de barreras depende del grado de la pendiente del terreno, entre mayor la pendiente mayor cantidad de líneas de barrera vivas.

Para que las barreras vivas se conviertan en una buena práctica de conservación de suelo, se recomienda no utilizar especies que pueden convertirse en invasoras y podar las plantas utilizadas, periódicamente.



Barrera viva de Vetiver



BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

- Al utilizar especies que brinden otros productos, por ejemplo, forraje o pasto de corte para alimentación animal como el zacate de limón y pastos de corta como king grass o guinea, se mejora el ingreso de la finca y la disponibilidad de forraje para consumo animal.
- Las barreras vivas conservan las estructuras hidráulicas de conservación de suelo por lo que la inversión realizada perdura por más tiempo.



BENEFICIOS AMBIENTALES

- Controlar la erosión.
- Disminuir la velocidad del agua de lluvia que no se logra filtrar en el suelo.
- Atrapar los sedimentos, nutrientes y contaminantes que arrastra el agua de lluvia, evitando que estos sean transportados a los cuerpos de agua.
- Retener los sedimentos y facilitar la formación de terrazas de cultivo en terrenos con pendientes.
- Retener las partículas de suelo en la parte baja de los terrenos o en el final de los surcos.
- Aumentar la filtración del agua ayudando a conservar por mayor tiempo la humedad en el perfil del suelo.
- Mejorar el relieve para el cultivo, al formar terrazas.



Barrera viva de Vetiver



COSTOS

El zacate de limón y vetiver se encuentran en cepas cuyo costo oscila en 30 colones cada hijo, y deben sembrarse cada 10 centímetros, para un cierre más efectivo.

El king grass, guinea y maralfalfa pueden costar cada hijo 10 colones, y se siembra en forma horizontal punta con cola.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Camacho, N.A. Sf. *Manual de Buenas Prácticas para el Manejo de Cuencas Hidrográficas*. USAID. Panamá. 130p.

Ley de Conservación de Suelos N°7779, del 30 de abril de 1998 y su reglamento N° 29375 MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT, publicado en la Gaceta N°57 del 21 de marzo del año 2001.

Sistematización de técnicas de conservación de suelos aplicadas al cultivo de café en la cuenca alta del río Jesús María, Compilado por Vilma Obando Acuña 2015

Cortina rompevientos

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Las cortinas rompevientos son parte de las **prácticas culturales o tradicionales** de conservación de suelos, y también son parte integral de un sistema agroforestal. Estas barreras se construyen con densas filas de árboles y arbustos que funcionan como muros de vegetación o barreras naturales, que disminuyen la velocidad y fuerza del viento, protegiendo el suelo, creando un microclima favorable para la protección de los cultivos agrícolas y el desarrollo y productividad del ganado (ver también división de Ganadería Sostenible y 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 mantengan 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 la cuenca del río Jesús María se han utilizado especies nativas como el Poró, Madero Negro, Indio Pelado, Tempate, Guachipelín, y Guácimo. Otras especies maderables como el Laurel, Santamaría y Cedro.



Protección de cultivos con cortinas rompevientos de maderables

Ficha Técnica 4 | Conservación del suelo |

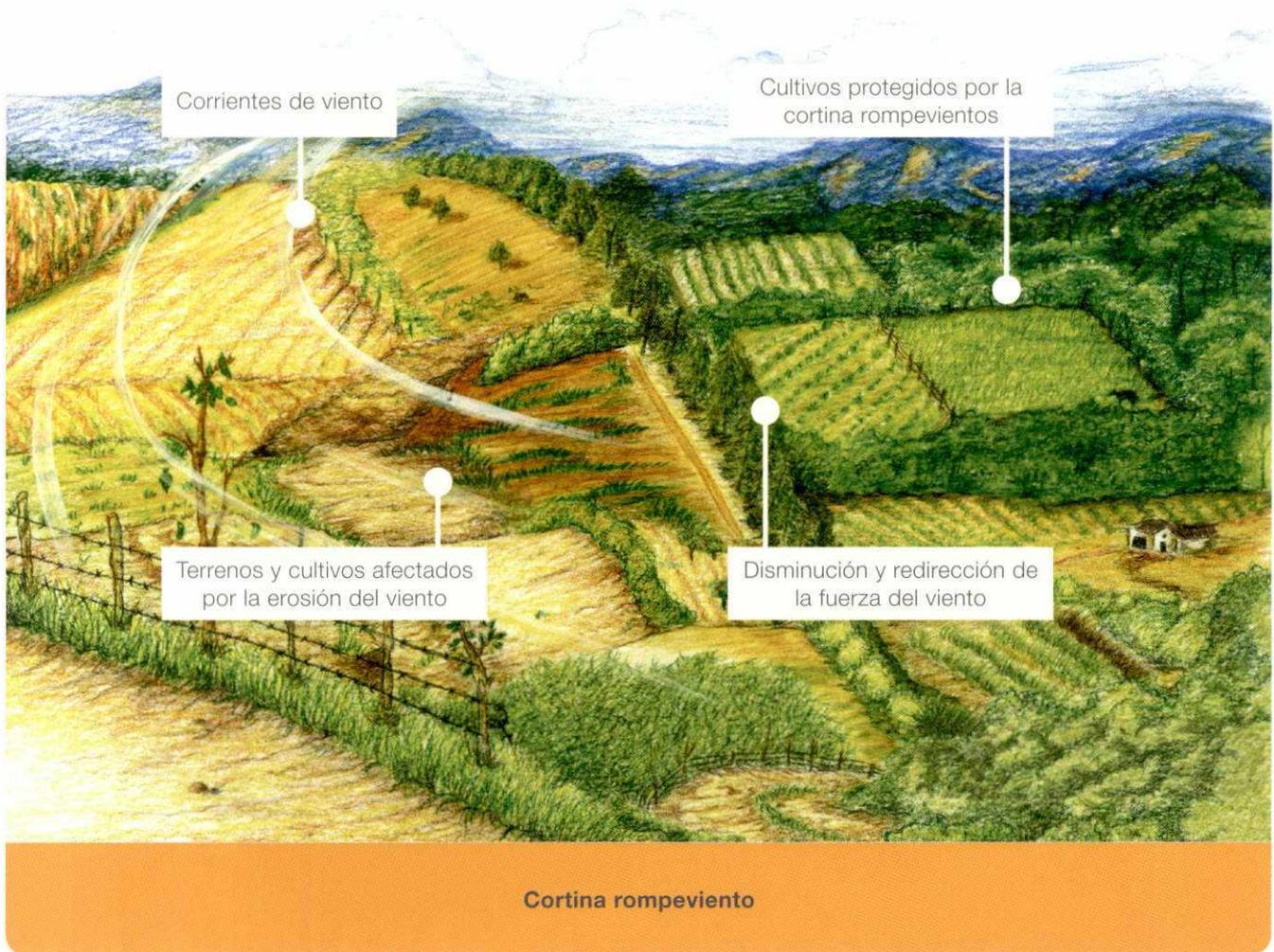
- Se recomienda una densidad de 50 a 60% para la barrera, lo que permitirá cierta filtración del viento, evitando que se formen remolinos. Hay que tomar en cuenta que el área de terreno protegida detrás de la cortina equivale de 10 y 15 veces la altura de sus árboles.
- La cortina se siembra de cara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



Cortinas rompevientos de maderables en potreros



Protección de cultivos en laderas con cortinas rompevientos de arbustos



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 y la erosión del suelo disminuyen, 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.



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 se favorece al funcionar las cortinas rompevientos como pasos de fauna local.
- Disminuye la contaminación ambiental porque los árboles fijan carbono.
- La belleza natural del paisaje se incrementa con mayor presencia de árboles.



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:

Materiales	Cantidad	Costo Unitario*	Costo Total
Árboles de vivero**	383	¢200	¢76.600
Alambre de púas (rollos)	10	¢10.930	¢109.300
Grapas (kg)	4	¢565	¢2.260
Mano de obra (jornales)***	55	¢6.000	¢330.000
TOTAL	-	-	¢518.160

* Costos estimados en colones del 2010.
 ** El costo de los árboles de vivero incluye un 15% de replante, la distancia de siembra entre árboles es de 3,0 m.
 *** 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.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

Canales, acequias de ladera y gavetas

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Las prácticas de manejo del suelo sirven para modificar, mantener o mejorar las características químicas, físicas y biológicas del suelo, con el fin de optimizar su productividad y función ambiental y evitar su degradación en el tiempo (Reglamento Ley de Conservación de Suelos N°7779). Estas prácticas se dividen en dos tipos: culturales o tradicionales en el manejo del suelo y las hidráulicas, mecánicas o físicas.

Las prácticas mecánicas de conservación de suelos son estructuras específicas que se construyen para proteger el suelo de la erosión hídrica, para la conservación e infiltración del agua o la rehabilitación de tierras degradadas.

ACEQUIAS O ZANJAS DE LADERA

La construcción de zanjas de ladera es una de las prácticas más usadas para conservar los suelos y la humedad. Se utilizan en zonas de alta pluviosidad para la canalización del agua de escorrentía y evitar el arrastre de partículas del suelo, principalmente la materia orgánica.

Las acequias son trincheras o canales excavados perpendicular a la ladera con el fin de interceptar y almacenar el agua de escorrentía y algunos sedimentos. Se establecen conjuntamente con barreras vivas en el talud superior de la ladera para atrapar sedimentos y mantener la capacidad hidráulica de la zanja (ver también la ficha técnica 3 barreras vivas)



Acequia de ladera

Estas acequias de ladera son recomendadas cuando la pendiente del terreno es de un 10% a un 30% con una profundidad mínima de suelo de 50 cm. El desnivel de las acequias de ladera puede oscilar entre el 0% a un 1%, entre menor desnivel el traslado del agua es más lento. Sus dimensiones son 20 cm de hondo x 40 cm de ancho.

Mucha del agua de escorrentía que se logra recoger en las acequias viene arrastrando sedimentos importantes del suelo que también se pueden y se deben captar, por lo que las acequias de ladera también se pueden combinar con **gavetas** dentro de sus canales, para que puedan sedimentar parte del suelo erosionado y ayudar a infiltrar parte del agua. Es importante que las acequias derramen

Ficha Técnica 5 | Conservación del suelo |

las aguas en un canal protegido con vegetación o en un sitio donde no causen daños. El objetivo no es evitar la erosión en un sitio y promoverla en otro.

Para confeccionar las acequias de ladera, es necesario el uso de instrumentos para poder dar el desnivel deseado. Existen varios tipos, pero se recomienda confeccionar **un codal**, que es el más barato y se describe con detalle en la ficha técnica 2 siembra de contorno.

CANAL DE GUARDIA

Es una acequia de ladera de mayor tamaño (mayor profundidad y longitud, 30 cm hondo X 60 cm ancho) que se construye con el objetivo de aislar las áreas de producción, de aguas de escorrentía de gran volumen como por ejemplo, el agua que baja de caminos, cunetas de la carretera, o áreas que recogen grandes volúmenes de agua. Debe ser una práctica comunal en un área hidrológica definida y no una práctica individual de un productor en su pequeña propiedad.

GAVETAS O TERRAZAS DE INFILTRACIÓN

Son estructuras para la conservación del suelo y agua. Cuyo objetivo primordial es retener e infiltrar el agua y el suelo en áreas de ladera. Deben recibir mantenimiento para mantener su estructura original. Sus dimensiones aproximadas pueden ser de 40 cm ancho x 100 cm largo, 20 cm hondo hasta 100 cm x 100 cm x 100 cm.



BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

- Mejora la productividad del cultivo.
- Al disminuir la pérdida de agua y suelo se está disminuyendo la pérdida de los nutrientes del suelo.
- Aumenta la fertilidad del suelo y disminuye la compra de fertilizantes.



Canal de guardia



BENEFICIOS AMBIENTALES

- Evita que el agua aumente en volumen y velocidad a través de la pendiente.
- Evita el desgaste del suelo, la pérdida del abono y el arranque de las plantas.
- Ayudar a conservar la humedad del suelo. Las zanjas de ladera hacen que una mayor cantidad de agua penetre y se mantenga por más tiempo en el suelo.
- Servir de guía en la construcción de los surcos y las siembras a contorno.
- Facilitar la siembra, abonamiento, desyerbe, y recolección, debido a que las distancias entre ellas facilitan el laboreo.



COSTOS

La realización de estas obras de infraestructura se pueden ir realizando año con año, siempre y cuando el terreno cuente con coberturas verdes; se les debe dar mantenimiento continuo para evitar que se aterren y el agua rompa la acequia de ladera y pueda formar cárcavas. El siguiente cálculo de los costos es para la construcción de 1.500 por metro lineal de acequias de ladera.

Terrazas individuales y continuas

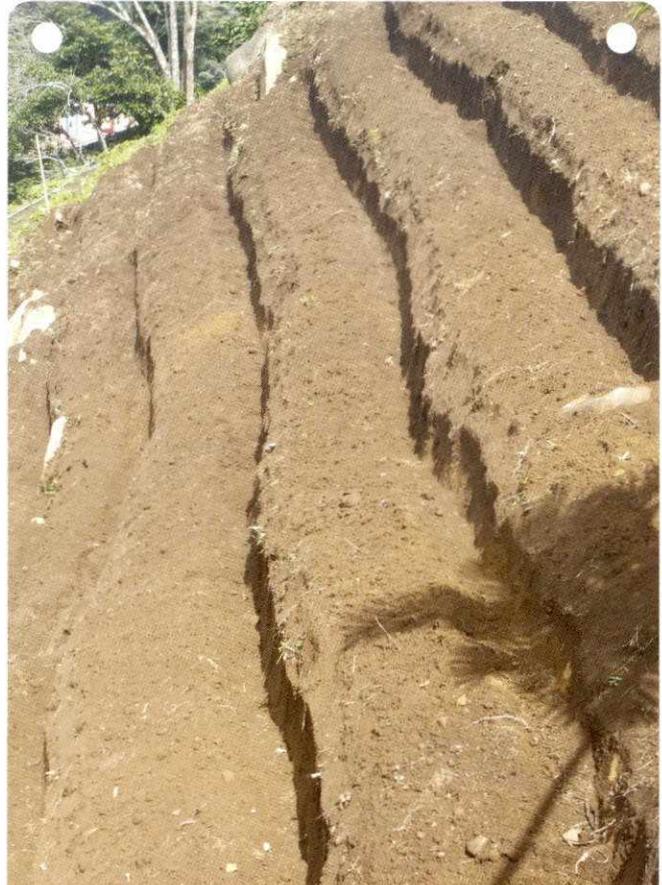
DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Las **prácticas de manejo del suelo sirven** para modificar, mantener o mejorar las características químicas, físicas y biológicas del suelo, con el fin de optimizar su productividad y función ambiental y evitar su degradación en el tiempo (Reglamento Ley de Conservación de Suelos N°7779). Estas prácticas se dividen en dos tipos: culturales o tradicionales en el manejo del suelo y las hidráulicas, mecánicas o físicas.

Entre las **prácticas mecánicas** están las terrazas. Estas son estructuras para la conservación del agua y para el control de la erosión hídrica. Son plataformas construidas perpendicular a la pendiente con una pendiente inversa para aumentar la capacidad de almacenamiento de agua. Los cortes y rellenos deben protegerse para que no se desborren. Se recomienda proteger los taludes con una barrera viva en la parte superior y sembrar grama o hierba baja sobre el costado de los taludes.

Representan el sistema más efectivo y paisajístico para controlar la erosión, aunque tienen un costo inicial elevado, por lo que son más posibles en cultivos de alta rentabilidad, como las hortalizas. Las terrazas son muy útiles en áreas donde hay limitaciones con el terreno en cuanto a pendiente muy pronunciada, y no existen áreas muy apropiadas para llevar a cabo actividades productivas.

En suelos pobres se recomienda aprovechar la capa fértil al construir la terraza. Esto se logra excavando la capa superior del suelo (10-20 cm.) donde se va a construir la obra y amontonando la tierra arriba de la terraza. Al final, se tira nuevamente la tierra fértil sobre la plataforma y se empareja bien.



Terrazas para la siembra de hortalizas

Existen muchas formas de terraza según el tipo y sistema de cultivo, las utilizadas en Jesús María son:

a. Terraza individual (frutales)

Las terrazas individuales se recomiendan para terrenos con una pendiente bastante fuerte. Además de reducir la erosión, la terraza individual permite captar y conservar más agua y aprovechar mejor el abono. Estas son obras complementarias y se

pueden combinar con terrazas de base angosta o acequias de la ladera (ver también la ficha técnica 5 Acequias de Ladera), generalmente requieren de barreras vivas para su protección (ver también la ficha técnica 3 Barreras vivas).

Las terrazas individuales son pequeñas plataformas redondas o semi-redondas. Al igual que las terrazas angostas, siguen la orientación de curvas a nivel a través de la pendiente. Cada terraza individual tiene una plataforma circular de metro y medio de diámetro, que se compone de una parte de corte y un relleno bien compactado, con una leve pendiente hacia adentro.

b. Terraza de base angosta continua (cultivo limpio y cultivo permanente)

Las terrazas de base angosta son utilizadas en los sistemas agrícolas tradicionales que tienen un buen retorno económico, como el café. Es un sistema apropiado para tierras profundas ya que se requiere excavar parte del área para formar la terraza.

Son plataformas de un mismo ancho, distanciadas según la pendiente del terreno. Se construyen a lo largo de las curvas a nivel o a desnivel, que se trazan partiendo de la línea madre. Estas se empiezan a construir desde la parte alta de la ladera.



BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

- Son de muy alto costo económico pero su retorno se ve en el tiempo o los beneficios a los cultivos y la duración de las mismas.
- Al disminuir la pérdida de agua y suelo se está disminuyendo la pérdida de los nutrientes del suelo.
- Aumenta la fertilidad del suelo y disminuye la compra de fertilizantes.
- Mejora la productividad del cultivo.



BENEFICIOS AMBIENTALES

- Reducen la erosión al detener y disminuir la velocidad del agua.
- Captan el agua de la escorrentía y la guardan en la plataforma de la terraza.
- Se aprovecha mejor el espacio, porque la plataforma de la terraza sirve para el establecimiento del cultivo.
- Se modifica en forma progresiva el grado de pendiente del terreno.
- Facilitan la accesibilidad de las personas para desplazarse dentro de la finca.



COSTOS

Terraza individual: 500 colones, 20 minutos de jornal, 60 cm x 60 cm.

Terraza continua: 1.000 colones el metro lineal.

Muros de piedra y control de cauces

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

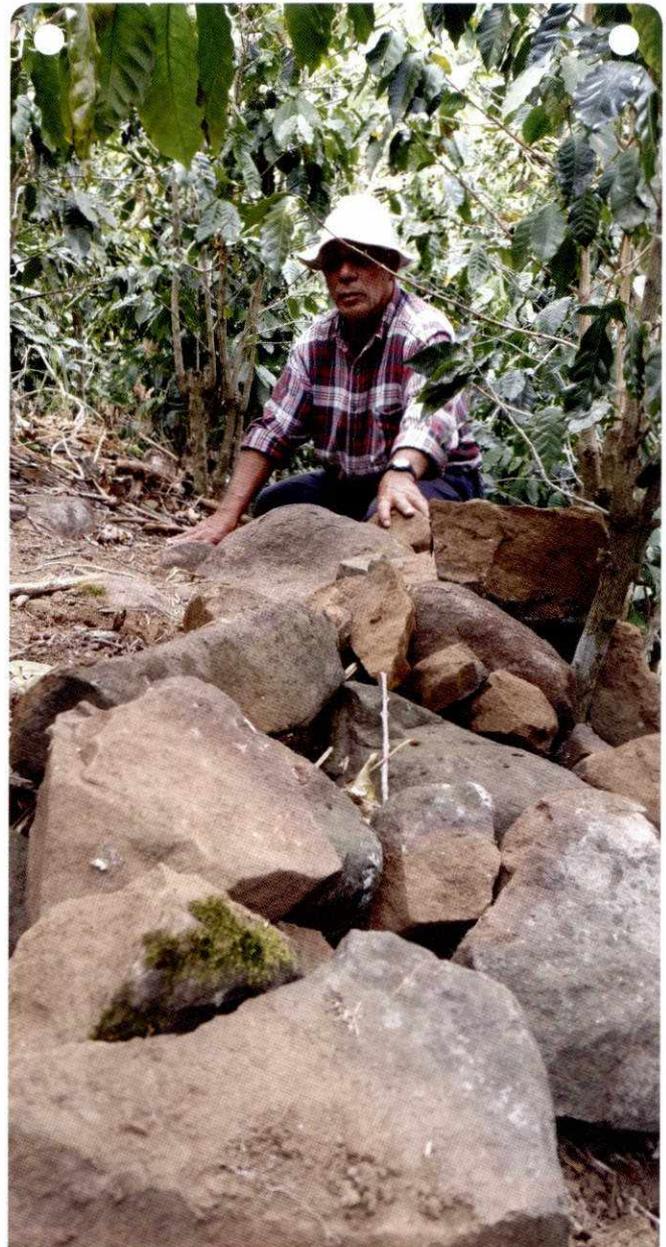
Las **prácticas de manejo del suelo sirven** para modificar, mantener o mejorar las características químicas, físicas y biológicas del suelo, con el fin de optimizar su productividad y función ambiental y evitar su degradación en el tiempo (Reglamento Ley de Conservación de Suelos N°7779). Estas prácticas se dividen en dos tipos: culturales o tradicionales en el manejo del suelo y las hidráulicas, mecánicas o físicas.

Entre las **prácticas mecánicas** están los muros de piedra y el control de cauces. Estas dos prácticas además constituyen las dos modificaciones más sustanciales del terreno y son las infraestructuras que requieren más mano de obra, materiales y por ende, son las más onerosas.

MUROS DE PIEDRA

Estos son cercos de piedra contruidos perpendicularmente a la ladera y que permitan cortar la pendiente y atrapar los sedimentos. También tienen como fin acondicionar la piedra existente en el terreno para que no afecten las labores o manejo del cultivo. La forma y tamaño de la barrera dependerá del tamaño y tipo de piedra que existe en el lote.

Se les llama también barreras muertas y pueden construirse con piedras, tierra, troncos, llantas y ramas de madera, colocados en contra de la pendiente del terreno. Si las barreras son de piedra, los muros deben colocarse lo suficientemente distanciados unos de otros según la pendiente del terreno y la clase de cultivo.



Muro de piedra

Ficha Técnica 7 | Conservación del suelo |

Es importante tomar en cuenta que el uso de esta práctica se justifica en terrenos con mucha piedra superficial. En pendientes de 5 a 60%, y se construyen, generalmente, a una altura de 50 centímetros y una base o ancho de 30 centímetros. Cuando se hacen del tipo cimientado, se les da una profundidad de 10 centímetros por cada 50 centímetros de altura.

Condiciones donde puede utilizarse la práctica:

- Los terrenos con cultivos en pendiente.
- Los terrenos amenazados por cárcavas.
- Terrenos nuevos con pendientes moderadas que se habilitan para la producción
- Terrenos con alto grado de piedras superficiales.

CONTROL DE CAUCES

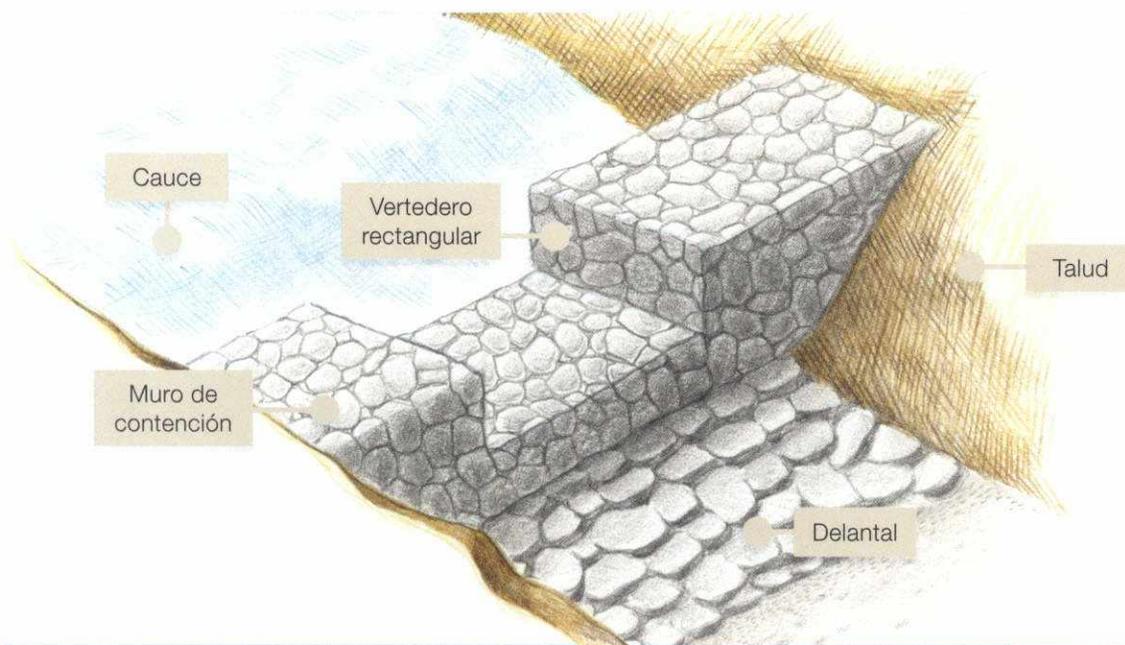
Este control puede incluir obras transversales a la dirección del flujo de agua y que se diseñan a partir de los datos de precipitación máxima en 60 minutos, de

manera que el diseño sobrepase dicho caudal hasta en un 300%, para garantizar la sostenibilidad de estas obras. En la figura se presenta un esquema que detalla el diseño. Este tipo de obras ingenieriles permiten retener sedimentos en zonas de una cuenca, con escasa o nula vegetación arbórea (potreros degradados u otros) y evitar que viajen aguas abajo a contaminar y colmatar puentes, alcantarillas y contaminar al mar.



BENEFICIOS AMBIENTALES

- Disminuir la velocidad del agua de lluvia que no se logra filtrar en el suelo.
- Retener partículas de suelo y nutrientes, evitando así el arrastre de la capa de suelo cultivable.
- Ayudar a una mayor filtración de agua en el perfil del suelo.
- Permitir la utilización de material propio de la finca, y en el caso de utilizar piedras deja el terreno limpio de ellas, facilitándose las otras labores del cultivo como siembra y chapia.



Control de cauces

Labranza conservacionista

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 combinarse con otras técnicas expuestas en esta guía (ver la división: "Conservación de suelos" y la ficha 12 "Protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos").



Labranza reducida con maquinaria

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 arados de cincel modernos tienen normalmente 2 ó 3 hileras de

cinceles 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 cinceles 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 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.

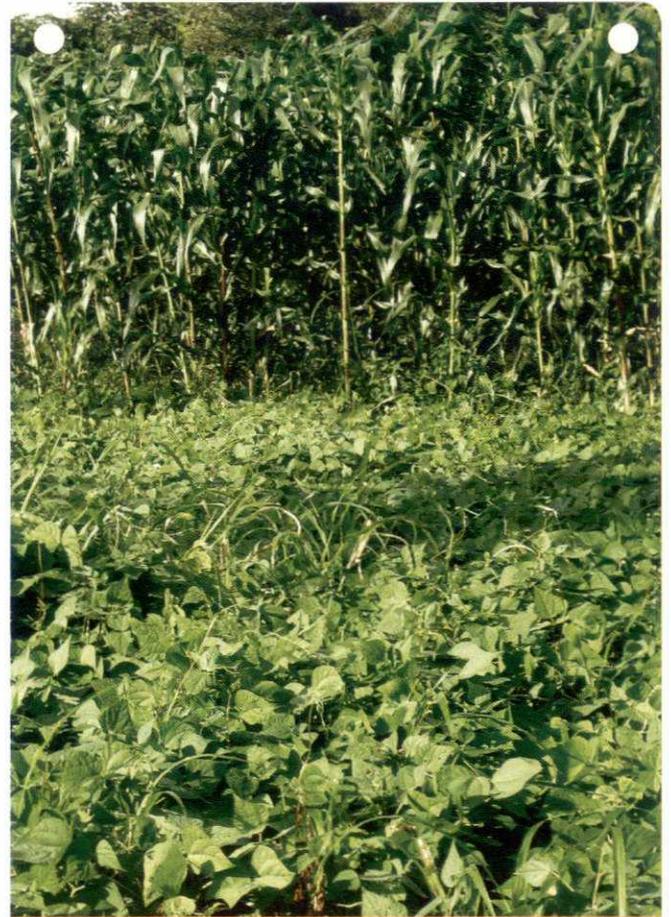
SIEMBRA DIRECTA O LABRANZA CERO

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, 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 la división: "Conservación 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 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.



Arado de cincel



Maíz y frijol establecidos con labranza cero



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.



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.



COSTOS

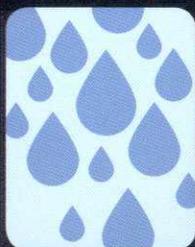
La labranza conservacionista reúne una serie de prácticas que contribuyen con la sostenibilidad del suelo como un recurso productivo. Las opciones descritas permiten un menor uso de equipo, así como herramientas menos costosas (macanas, palín mecánico, arado de cincel), en relación con las prácticas 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 obra especializada. Un operador de "chapulín", por ejemplo, podría capacitarse para realizar las labores descritas.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

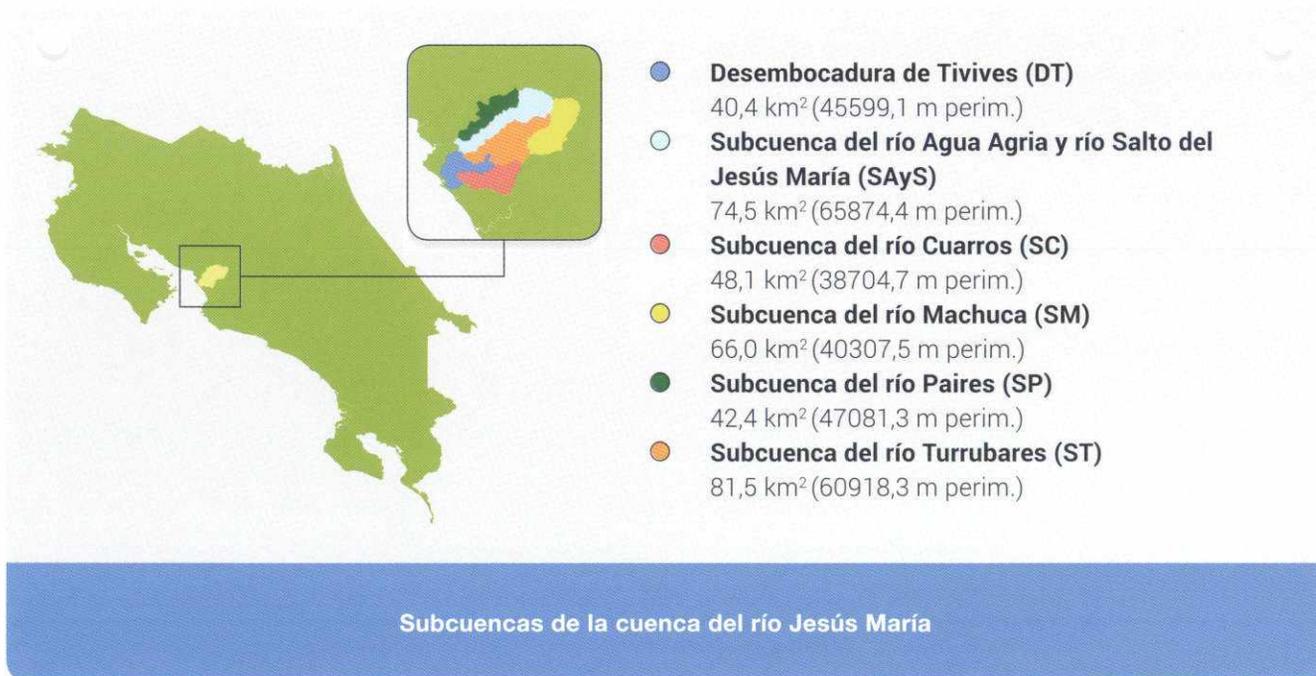


Gestión integrada del recurso hídrico:

GENERALIDADES

La cuenca del río Jesús María se ubica en la Región Pacífico Central del país y tiene una extensión de 352,8 Km², está integrada por seis sub cuencas, Paires, Jesús María, Surubres, Machuca, Tivies y Cuarros.

En sus partes altas cuenta con un complejo patrón dendrítico, de alto perfil topográfico, de formas alargadas o rectangulares y que tienen origen en la cordillera o Fila Monte del Aguacate.



Subcuencas delimitadas en base a la acumulación del flujo superficial
Proyección CRTM05 Datum WGS84



Río La Paz, afluente del río Barranca

Estas seis sub cuencas se componen de 202 microcuencas delimitadas, que constituyen el río Jesús María. La precipitación media anual en la cuenca es de 2.780 mm, con variaciones entre 2.200 y 2.500 mm/año en la parte baja, de 2.500 a 2.700 en la parte media y 2.700 a 3.300 mm/año en parte alta.

Como todas las cuencas que desembocan en la vertiente del Pacífico de Costa Rica, presenta un periodo de lluvias que va de mayo a octubre con meses de mayor pluviosidad de septiembre a octubre y un periodo seco que inicia a mediados de noviembre y finaliza en abril (5 a 6 meses consecutivos de déficit hídrico).

LA IMPORTANCIA DEL RECURSO HÍDRICO

El agua es un elemento imprescindible para la vida, es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en los compuestos naturales. Es bien sabido que disponemos solamente del 3% para el posible consumo humano, a pesar de que más de 750 millones de personas permanecen hoy día sin acceso a agua potable, pues el 97% del agua se encuentra en mares y océanos y no es apta para consumo. La abundancia de este recurso en la cuenca del río Jesús María, así como los servicios eco sistémicos asociados al agua y

a la biodiversidad han hecho posible el establecimiento de poblaciones y el desarrollo de sus diferentes actividades productivas.

Ante el inminente incremento de la temperatura promedio global en 2 grados centígrados, uno de los principales impactos del cambio climático, sería la disminución de la disponibilidad del recurso hídrico para el consumo humano y fenómenos climáticos extremos con cambios en intensidad y duración, tal es el caso del



Parte baja de la Cuenca del río Jesús María

Fenómeno del Niño, el cual se prevé que se volverá cada vez más frecuente. A partir de este escenario, nace la necesidad apremiante de que tomemos medidas para mejorar la resiliencia del sector hídrico y adaptarnos al cambio climático.

La Organización de las Naciones Unidas ha señalado que el agua es esencial para el desarrollo sostenible, “los recursos hídricos y la gama de servicios que prestan, juegan un papel clave en la reducción de la pobreza, el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental. El agua propicia el bienestar de la población y el crecimiento inclusivo, y tiene un impacto positivo en la vida de miles de millones de personas, al incidir en cuestiones que afectan a la seguridad alimentaria y energética, la salud humana y al medio ambiente”. El planteamiento de la Gestión Integrada del Recurso

Hídrico busca garantizar la calidad, cantidad y disponibilidad del recurso hídrico para contribuir al desarrollo de todas las actividades productivas, de servicios y del ambiente, satisfaciendo principalmente las demandas de las familias rurales y urbanas de manera equitativa y sostenible para las actuales y futuras generaciones.

En este sentido, la Asociación Mundial para el Agua (Global Water Partnership-GWP), define la gestión integrada del recurso hídrico como un proceso que promueve la gestión y el aprovechamiento coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.



Tanque de agua en parte alta de la finca

TÉCNICAS DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

Una de las principales estrategias para la gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca del río Jesús María ha sido trabajar en coordinación con las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADA) y las diferentes organizaciones de productores. Las ASADA en Costa Rica son más de 1.500 organizaciones comunales, que funcionan como organizaciones sin fines de lucro, bajo el marco legal de la Ley de Asociaciones. Las ASADA administran los sistemas de acueducto y alcantarillado comunales, bajo un esquema de delegación de la administración, acordado con el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AYA), y proveen el servicio de suministro de agua potable al 30% de la población del país.

Con estas estructuras de base comunal y con los agricultores de la cuenca del río Jesús María se ha venido trabajando con el fin de tomar las medidas

necesarias para mejorar la resiliencia del sector hídrico al cambio climático, con un enfoque de paisaje, manejo y protección de las áreas de recarga, mejoramiento de la calidad, abastecimiento y gestión sostenible del agua. Entre otras acciones las principales actividades que se están promoviendo son:

- Construcción de reservorios de agua para riego y usos en la ganadería (ver ficha técnica 9)
- Construcción de biojardineras para mejoramiento de las aguas grises (ver ficha técnica 10)
- Sistemas de riego por goteo (ver ficha técnica 11)
- Protección de fuentes de agua (ver ficha técnica 12)
- Mejora en el manejo, operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de las ASADA (ver ficha técnica 13)
- Construcción de sistemas de captación de agua de lluvia (ver ficha técnica 14)

Reservorios de agua

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

El Niño Oscilación Sur (ENOS) es un evento natural de dos componentes: el océano y la atmósfera, que resulta en una de las mayores fuentes de variabilidad climática en las zonas tropicales, provocando impactos ambientales y socioeconómicos en gran parte de la Tierra. En Costa Rica, El Niño produce un cambio en el patrón de los vientos, lo que a su vez, origina disturbios en la lluvia en la mayor parte del territorio. En la vertiente del Pacífico se producen generalmente sequías y aguaceros de gran intensidad en periodos muy cortos. Los días se tornan más calurosos debido a un aumento de la temperatura, por lo que el Instituto Meteorológico Nacional en el inicio del año 2015, hizo una serie de recomendaciones para el sector agrícola y ganadero, de tomar medidas para prevenir la escasez de agua y los bajos rendimientos en la producción.

En este contexto, se hace necesaria la búsqueda de opciones de manejo y aprovechamiento de agua, para ser utilizada tanto con fines productivos como domésticos. Una de las opciones con las que se cuenta es la cosecha de agua de lluvia y la construcción de reservorios de agua en zonas de bajas precipitaciones. La utilización de agua de lluvia ha estado presente por muchas generaciones, como una forma de suplir las necesidades de agua para diferentes usos como la agricultura, la atención de animales y el uso doméstico.

El agua de lluvia es una fuente de líquido de alta calidad y contenido bajo de minerales, resulta idónea para el uso de cultivos ya que no es necesario sobre irrigar para desplazar sales en la zona radicular de los cultivos, ni se espera la disminución de la efectividad de los sistemas

de riego por la precipitación de minerales en tuberías, aspersores o mangueras de riego. Dicho de otra manera, las condiciones del agua de lluvia permiten hacer un uso más eficiente del recurso hídrico siempre y cuando ésta sea almacenada de una manera adecuada.

En la parte alta, media y baja de la cuenca del río Jesús María, las comunidades de Río Jesús y Llano Brenes de San Ramón de Alajuela, La Libertad, Higuito y Jesús María de San Mateo, participaron de un proceso de diseño y construcción de reservorios de agua, con el apoyo técnico de ingenieros de la Universidad Nacional y de la Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI) y el financiamiento del proyecto Desarrollo Comunitario y Administración de Conocimiento para la Iniciativa Satoyama (COMDEKS) y el Programa de Pequeñas Donaciones (PPD PNUD-GEF).

Estos reservorios son parte de un conjunto de sistemas de captación externa utilizado en todas sus variantes alrededor del mundo. Esta técnica se considera de un grado intermedio de complejidad, pues requiere la intervención de mano de obra especializada para su diseño, trazo y construcción.

Para determinar cuál es el mejor método para almacenar agua de lluvia y/o escurrimiento se deben analizar los siguientes factores:

- El objetivo por el cual ésta se recolecta.
- La pendiente del terreno.
- Las características del suelo.
- Los costos de construcción.
- La cantidad, intensidad y distribución estacional de las lluvias.

Ficha Técnica 9 | Recurso hídrico |

- Factores sociales tales como la tenencia de la tierra y las prácticas tradicionales del uso del agua.

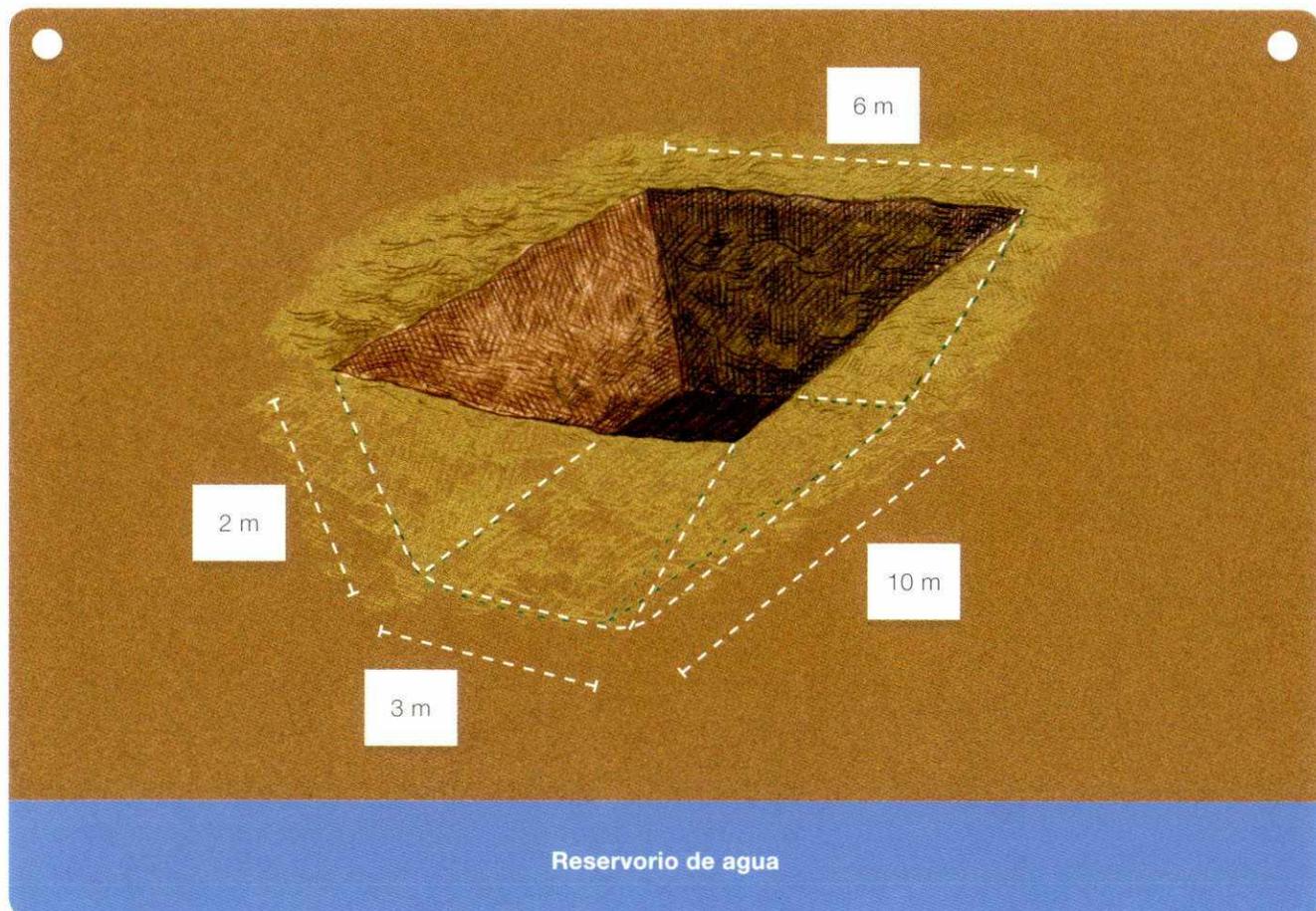
Debería también considerarse que las condiciones físicas de un área de captación no son homogéneas. Hasta en el nivel micro hay gran variedad de diferentes pendientes, tipos de suelo, cubiertas de vegetación, etc. Cada área de captación tiene por lo tanto su propia respuesta de escorrentía superficial y responderá de distinto modo a diferentes eventos de precipitación. Si se hacen estos análisis con cuidado se puede asegurar una elección más certera, sin embargo, se debe enfatizar que no existe una receta para elegir un lugar determinado y construir un reservorio.

Los estudios realizados por la UNA, en las fincas que participaron del proyecto en la cuenca del río Jesús María, confirmaron que las fincas tenían la capacidad para llevar

a cabo la construcción de los reservorios, sin embargo, era necesario colocar una capa de revestimiento (geomembrana) debido a que la velocidad de infiltración del suelo no cumplía con la impermeabilidad del suelo necesaria. Los reservorios se diseñaron con una forma trapezoidal cúbica con las siguientes dimensiones: 10m largo, 6m ancho, 2m altura y 3m de fondo, recubiertos con plástico geo membrana de 1,50 mm de espesor; con una capacidad de estos será de 90 m³.

Como material de revestimiento se seleccionó la geomembrana ya que evita las infiltraciones de agua, tiene una durabilidad de 15 a 20 años y es de fácil transporte hasta el lugar de construcción, además, es fácil de adquirir en el mercado nacional.

En relación a los resultados obtenidos sobre los caudales de las nacientes versus los caudales requeridos por los



cultivos presentes en las fincas en estudio, se concluye que la cantidad de agua que se puede almacenar en el reservorio podrá colaborar en el riego del cultivo, la

ganadería y los cerdos, ya sea para el lavado del lugar o para consumo.



BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

- Los reservorios pueden construirse para almacenar agua de escorrentía proveniente de quebradas y ríos, así como agua de lluvia.
- Los reservorios permiten mantener un nivel constante de producción durante la época de verano y un ingreso económico extra, por medio de la posibilidad de ser utilizados en producción acuícola.
- Aportan a la belleza del paisaje productivo.
- Promueven la solidaridad entre los productores al compartir su almacenamiento de agua con productores de fincas vecinas.
- Proporcionan al productor una herramienta de adaptación al cambio climático.



BENEFICIOS AMBIENTALES

- Disminuyen el riesgo de erosión de los suelos al disminuir la escorrentía libre del agua sobre los terrenos.
- Aumentan la eficiencia del uso del agua de lluvia.
- Reduce el riesgo de pérdida de cosecha por efecto de la sequía.
- Incrementa la productividad y el bienestar de la familia.



Reservorio de agua



COSTOS

Materiales	Función	Costo Unitario	Costo Total
8 Horas Back Hoe	Movimiento de tierra	17.000	136.000,00
Geo membrana y geo textil, mano de obra de instalación	Revestimiento del terreno	-	933.000,00
Manguera industrial de poliducto*	Transporte del agua desde la naciente, o lugar de captación de agua llovida hasta el reservorio	-	58.856,25
Tubería sanitaria 4"	12 metros, para lavar el reservorio	-	10.000,00
Llaves de paso 4"	Para vaciar el reservorio	-	14.000,00
TOTAL	-	-	1.151.856,25

* Este es el costo del material que más puede variar y afectar el presupuesto ya que depende de las distancias dentro de la finca entre el lugar de captación del agua y el reservorio



FUENTES DE INFORMACIÓN

Agüero N.; Mojica F. 2015. *Determinación de la viabilidad de la cosecha de agua, en cinco fincas ubicadas en la parte media de la cuenca del Río Jesús María (Llano Brenes, Río Jesús y San Mateo). UNA Tesis de maestría*

Biojardineras

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Las aguas grises se producen en todo lugar donde se use agua con fines de limpieza o de higiene de nuestros cuerpos, ropa y utensilios pero, sin llevar las "excretas" (orines y heces). Estas aguas grises contienen diversos contaminantes del tipo orgánico y del tipo nutrientes (compuestos de nitrógeno y fósforo). Pudiendo entonces contener bacterias como también elementos que con procedimientos sencillos podrán recuperarse y reutilizarse. Si las aguas grises no son tratadas en forma adecuada para mejorar su calidad, se impacta negativamente al ambiente, se producen malos olores y se abren focos para la transmisión de enfermedades.

Existen varios sistemas para el tratamiento de las aguas grises. El Programa de Pequeñas Donaciones (PPD PNUD-GEF) y el proyecto de Desarrollo Comunitario y Administración de Conocimiento para la Iniciativa Satoyama (COMDEKS) apoyaron la implementación de un proyecto comunitario en la cuenca del río Jesús María para instalar biojardineras para el tratamiento de las aguas grises. Esta es una técnica alternativa que combina el embellecimiento de las casas, simultáneamente con el mejoramiento de la calidad de aguas grises que antes simplemente se botaban.

La Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA) fue la organización social encargada de la implementación del proyecto, ya que ha implementado más de cien sistemas en todo el país junto con capacitaciones en otros países de Centroamérica, ha elaborado una serie de manuales para la construcción de las biojardineras como el documento "Creando Jardines para Limpiar nuestras Aguas" (2006).

La construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales requiere de tres etapas:

1. Tratamiento primario o pretratamiento.
2. La biojardineras.
3. El vertido o aprovechamiento de las aguas tratadas.



Biojardineras

Ficha Técnica 10 | Recurso hídrico |

Primeramente debe hacerse un diseño ingenieril para estimar las dimensiones del sistema. Cada una de esas etapas deberá ajustar sus dimensiones y cantidad de elementos dependiendo de la cantidad de agua que se use y las estimaciones deben incluir un estudio de las costumbres sobre el uso del agua y la cantidad de personas usuarias.

Se recomienda que se construya primero la biojardinera, y de acuerdo a su ubicación y acabado, definir las distancias y niveles convenientes para las etapas de pretratamiento y vertido o aprovechamiento de las aguas tratadas.

Para definir el sitio o superficie donde se estará instalando una biojardinera es importante tomar en cuenta:

- El lugar donde se va a construir la biojardinera debe estar más bajo que el lugar de donde salen las aguas grises que van a recibir tratamiento. Lo apropiado es una diferencia de nivel de 25 cm.
- Ese lugar deber ser más o menos plano. Teniendo claro que la inclinación del terreno no debe ser mayor a un 5 por ciento.
- Ese espacio debe tener campo suficiente para colocar antes de él las unidades para el tratamiento primario, así como espacio también adicional, por si se quieren colocar al final tanques para el almacenamiento de agua ya tratada. O espacio para la infiltración (drenajes) en el mismo terreno o para el vertido de las aguas tratadas.

Las biojardineras que se construyeron en la comunidad de Zapote reciben las aguas grises o jabonosas procedentes de siete casas, las cuales cuentan con sus respectivos pretratamientos, se construyó en un terreno prestado por una vecina de la comunidad, la cual está interesada junto con el resto de la comunidad, en desarrollar un proyecto completo que incluye formar una laguna para acuacultura, el cual podrá construirse en la parte baja del terreno donde se ubican las biojardineras, y además construir un restaurante en la parte alta, con vista hacia el mar.



Biojardinera



BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

- Embellecimiento del paisaje.
- Mejoramamiento del agua para uso de producción acuícola.
- Posible venta de flores.
- Aprovechamiento de agua para el riego, acuacultura.



BENEFICIOS AMBIENTALES

- Tratamiento y mejor disposición de aguas grises.
- Disminución de impacto ambiental por contaminación.
- Eliminación de olores por estancamiento del agua.
- Disminución de deslizamientos en los patios.



FUENTES DE INFORMACIÓN

ACEPESA, *Informe final Proyecto "Mejoramamiento de las condiciones ambientales de la Cuenca del Río Jesús María. Setiembre 2013 -31 enero 2015*

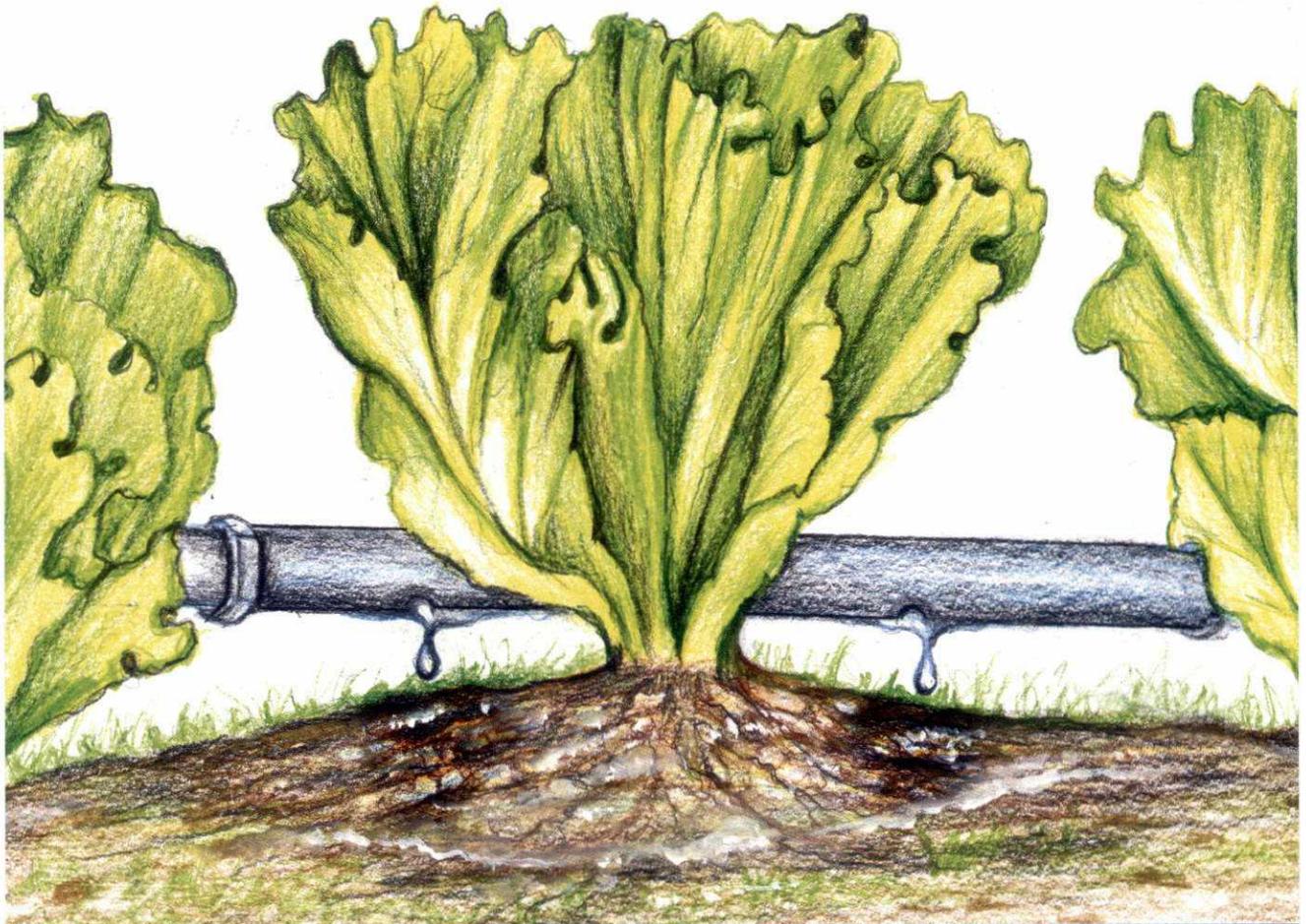
Rosales y Marín entre otros. *Manual para la Construcción de Biojardineras. Costa Rica, 2006.*

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.



El riego por goteo implica un ahorro significativo de agua

- 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 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



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

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.
 - 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.



Filtro de arena y limo (hidro-ciclón)



Filtro de anillo



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.



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.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".



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

Protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos

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 sedimentación, 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.

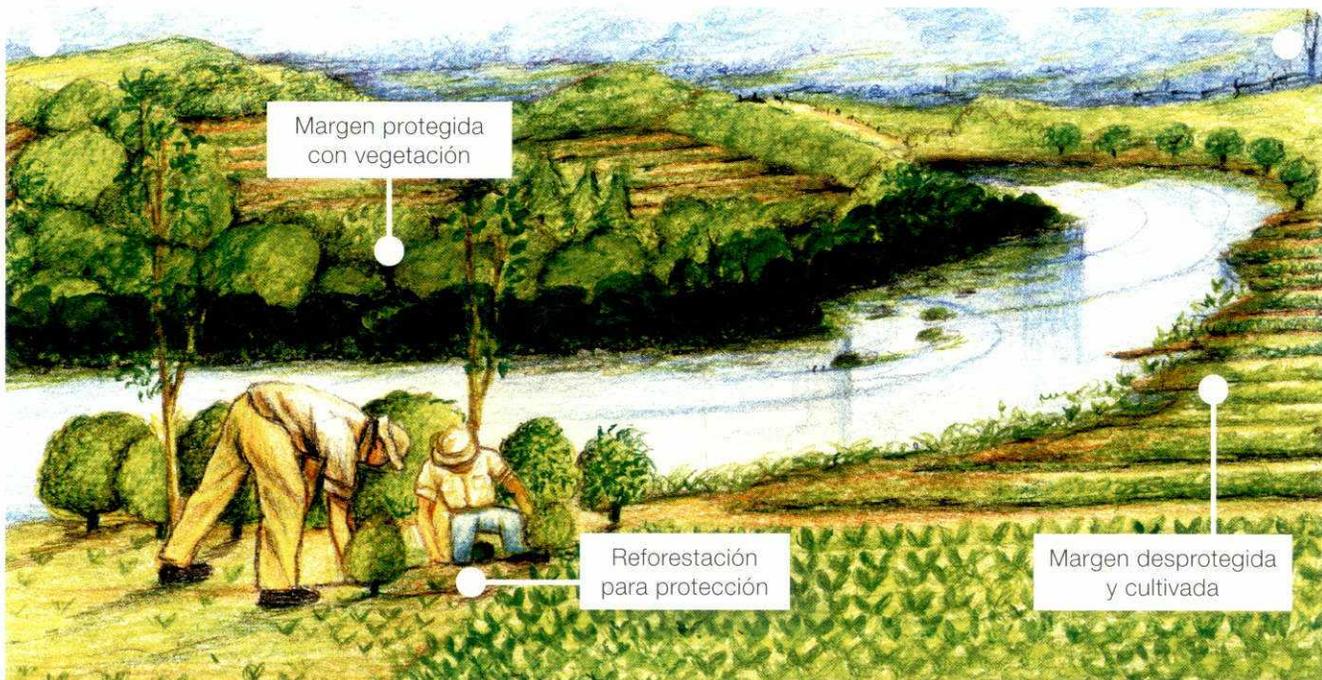
La protección de fuentes de agua o nacientes se caracteriza como un conjunto de prácticas cuyo objetivo es mejorar las condiciones de producción de agua, en cantidad y calidad, reducir o eliminar la contaminación y optimizar las condiciones de uso y manejo.

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



Fuentes de agua protegidas con vegetación

- 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 división de Conservación del suelo), puede reforestarse sembrando arbolitos y plantas propios de la zona. 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. 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.
- Debe practicarse el control de vegetación natural espontánea, cortando las especies que pudieran afectar el desarrollo de plantas y los arbolitos, antes,



Protección de orillas de quebradas, riachuelos y ríos

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 división de Conservación del suelo).

- En el caso de reforestación mediante la regeneración natural, debe impedirse el ingreso 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 20 "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.



Protección de fuentes de agua en la finca



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.



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.



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 ¹
Cercar el área	Metro lineal	¢970
Sembrar árboles nativos ²	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 m² (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.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

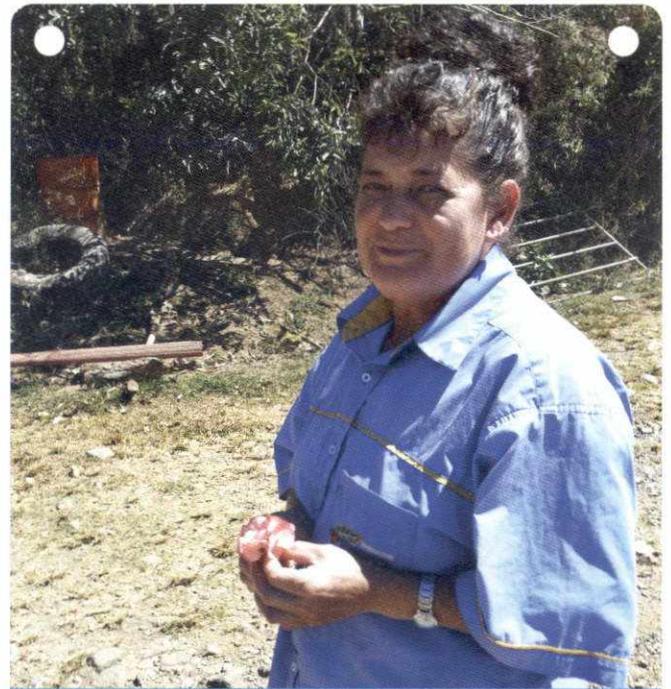
Prácticas para protección del recurso hídrico implementadas por las ASADA

ANTECEDENTES

El mejoramiento de la resiliencia del sector hídrico al cambio climático se constituye en una prioridad a nivel nacional, tal y como lo ha evidenciado el Fenómeno del Niño, durante el año 2015, al ocasionar que algunas partes del Pacífico costarricense disminuyera la precipitación hasta en un 70%.

El Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) y la Comisión Asesora en Degradación de Tierras (CADETI) han promovido la resiliencia con enfoque de paisaje, dentro de los límites de la cuenca del río Jesús María, mediante la implementación de medidas de conservación de suelos, y protección del recurso hídrico. El principal resultado de la implementación de estas acciones durante los últimos cuatro años (2011-2015) se refleja precisamente en el aumento de la resiliencia de la cuenca, es decir, el aumento en su capacidad de afrontar la adversidad provocada por el cambio climático sin verse afectados los servicios eco sistémicos que provee a las comunidades.

El problema de fondo, visualizado por las personas de las comunidades es la escasez de agua potable por la merma de los caudales, producto de las deficiencias de la infiltración, y un clima cada vez más adverso. “El año pasado fue el único, en más de 40 años que tengo de vivir en esta comunidad (Pata de Gallo), que se secó la fuente de agua que abastece a mi familia. Tuvimos que jalar agua de otra fuente durante los meses de enero hasta setiembre, para el consumo nuestro y de los



Flor Alpizar narra las penurias que han tenido con el agua en el último año

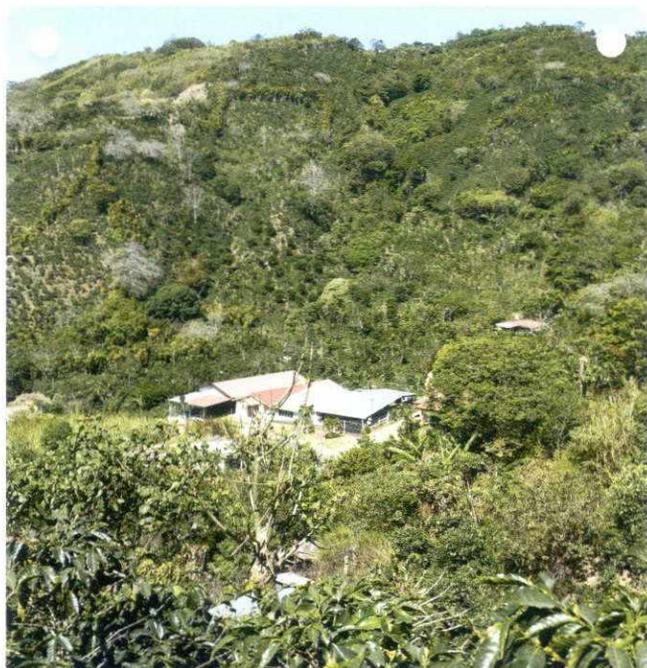
animales. Fue tan serio, que se nos murió de sed una de las mejores vacas”, explica Flor Alpizar.

En muchas de las comunidades rurales dispersas, el servicio de suministro de agua potable está en manos de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADA). Las ASADA son órganos locales constituidos por la Ley de Asociaciones 218 y por su reglamento, en

Agosto de 1939, el cual, por delegación del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) les permite administrar y operar, dar mantenimiento y desarrollar los sistemas de distribución de agua a prácticamente el 30% de la población nacional ubicada en las zonas rurales más remotas, con una cantidad aproximada de 1.500 operadoras en todo el país.

Estas Asociaciones constituyen el nicho prioritario con el cual se ha venido apoyando en la cuenca del río Jesús María la gestión integrada del recurso hídrico.

Para evitar situaciones tan lamentables como la descrita por Flor Alpízar, de la comunidad de Pata de Gallo, en San Ramón de Alajuela, se han realizado una serie de reuniones de capacitación y coordinación con las ASADA para implementar prácticas para la protección de nacientes, reforestación, mejoramiento de la captación y el mejoramiento de la infraestructura para poder brindar un servicio de calidad.



Vista del sitio de la naciente ubicada en un cafetal, Comunidad de Pata de Gallo

DESCRIPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Protección de nacientes: se establecen cercas con alambre de púas con el fin de demarcar las áreas de protección establecidas por la ley. La legislación costarricense, particularmente la Ley Forestal, dispone, en el artículo 33, la creación de un instrumento que cumple la doble función de protección del recurso hídrico y de defensa contra amenazas naturales, esto es, las áreas de protección.

Las Ley de Aguas sobre las zonas de protección aparecen modificadas por lo dispuesto en el artículo 33 y siguientes de la Ley Forestal y declara áreas de protección las siguientes:

- *Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de **cientos metros** medidos de modo horizontal.*
- *Una franja de **quinientos metros** en zona rural y de **diez metros** en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.*
- *Una zona de **cincuenta metros** medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.*

Mejoramiento de la captación: Se refiere en este caso al área en la cual se va a captar el agua para hacerla llegar a un tanque de distribución y de ahí a los hogares. Es una infraestructura que permita la protección del recurso hídrico de la llegada de animales, hojas o basura y su costo es muy diferente dependiendo del tamaño de la captación y de la calidad de la misma.

Reforestación: Muchas de las áreas donde se encuentran las fuentes de agua de las comunidades están desprotegidas, se encuentran en un cafetal, tacotal o en algún sitio al descubierto. Se recomienda la reforestación de estos sitios y la realización de estudios

hidrogeológicos con el fin de definir cuáles son las principales áreas de recarga para mejorar también su cobertura. Una de las cosas que ha surtido muy buen efecto es el cerrar estas áreas con cercas vivas con alambre de púas y dejar el área en regeneración natural.

Mejoramiento de la infraestructura: Para poder brindar un servicio de calidad, en muchas de las ASADA se requiere disponer de un sitio para su gestión, cambio de tubería, tanques nuevos, entre otros.



Tanque de ASADA



Cercado de quebrada gradiente en Dulce Nombre



Tanque de 22 m² para almacenamiento de agua en Maderal



BENEFICIOS AMBIENTALES

- Contar con una población más consciente sobre la importancia de la protección del recurso hídrico redonda en el mejoramiento ambiental en pro de una mejor calidad de vida.
- La implementación de acciones de conservación de suelos y la recuperación de la biodiversidad contribuyen a garantizar el acceso al agua en las situaciones adversas que se avecinan.
- La prevención de quemas e incendios forestales y el uso de nuevas técnicas para la conservación y protección van a contribuir con la conservación del recurso máspreciado por las personas de las comunidades.



BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

- Cualquier acción para la protección del recurso hídrico y el mejoramiento de su disponibilidad y calidad constituyen medidas de resiliencia y adaptación al cambio climático.
- El agua es barata cuando se dispone de ella pero su ausencia hace imposible cualquier tipo de actividad y se vuelve en el recurso más caro ypreciado.



COSTOS

Los costos para el mejoramiento de la resiliencia del sector hídrico al cambio climático por parte de las ASADA, va a requerir de una caracterización de las necesidades y la infraestructura de base, para establecer las intervenciones prioritarias. Dependiendo

de las intervenciones prioritarias, así va a ser el costo. A manera de ejemplo, se presentan los costos de las intervenciones de un proyecto en la Cuenca del Jesús María con la ASADA de Zapote.

	Materiales	Costo Total
Construcción de tanque de cemento de 25.000 litros	Arena, Cemento varillas, pintura	9.800.000
Tanque Plástico de 2500 litros	-	1.500.000
850 m de tubería de conducción a Pata de Gallo, 1200 mm de conducción a Zapote	-	185.000
Reforestación de 2 has de la naciente	450 árboles aportados	90.000
Aporte comunal e institucional	Mano de obra, técnicos, aporte de materiales	7.800.000
TOTAL	-	19.375.000



FUENTES DE INFORMACIÓN

Carlos Barboza, Agencia de Extensión del MAG, San Mateo

Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado Sanitario de San Mateo, Zapote-Estanquillos

Captación de agua de lluvia domiciliar

ANTECEDENTES

El agua es un elemento imprescindible para la vida, es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en los compuestos naturales. Es bien sabido que disponemos solamente del 3% para el posible consumo humano, a pesar de que más de 750 millones de personas permanecen hoy día sin acceso a agua potable, pues el 97% del agua se encuentra en mares y océanos y no es apta para consumo. La abundancia de este recurso en la cuenca del río Jesús María, así como los servicios eco sistémicos asociados al agua y a la biodiversidad han hecho posible el establecimiento de poblaciones y el desarrollo de sus diferentes actividades productivas.

Ante el inminente incremento de la temperatura promedio global en 2 grados centígrados, uno de los principales impactos del cambio climático, sería la disminución de la disponibilidad del recurso hídrico para el consumo humano y fenómenos climáticos extremos con cambios en intensidad y duración, tal es el caso del Fenómeno del Niño, el cual se prevé que se volverá cada vez más frecuente. A partir de este escenario, nace la necesidad apremiante de que tomemos medidas para mejorar la resiliencia del sector hídrico y adaptarnos al cambio climático.

Existen varias formas de aumentar la disponibilidad de agua aprovechando la lluvia, algunas de las cuales están siendo implementadas en las comunidades de las cuencas de los ríos Jesús María y Barranca. La primera, es la captación de agua de lluvia para uso domiciliar, la cual nos permitiría ahorrar hasta en un 50% el agua

que utilizamos en nuestros hogares y en los centros educativos. Esta práctica, que permite usar el agua de lluvia en los servicios sanitarios de algunos centros educativos, permitiría ahorrar en promedio 8 litros de agua potable, por persona por día, cada vez que se tira de la cadena.

La segunda, son las actividades de conservación para contribuir a la recarga de los acuíferos naturales. Con algunas prácticas de conservación de suelos como barreras vivas, acequias de ladera y canales de guardia se evita la escorrentía y se puede dirigir el agua de lluvia a depresiones por donde escurre, después de las lluvias. También la reforestación de las áreas de recarga, aporta condiciones que mejoran la filtración del agua hacia los acuíferos.

Tercero, en zonas que están propensas a periodos de sequía prolongados, una forma de asegurar la disponibilidad de agua para las actividades productivas como el riego, aseo de animales, y otros, es construir reservorios de agua que nos permitan almacenar agua en los períodos de abundancia para ser usados en los meses cuando hay menor disponibilidad de manera natural.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Esta técnica de cosecha de agua de lluvia consiste en captar agua en un recipiente para su posterior utilización. Puede ser desde poner recipientes en techos o jardines para recolectarla, o diseñar un sistema de recolección con una tubería o canales que recolectan

el agua de lluvia que viene del techo y pasa por un filtro para quitar parte de los sedimentos que contiene y pasar posteriormente al lugar de almacenamiento.

La cosecha de agua de lluvia para uso domiciliario podría reducir hasta un 50% del agua potable que se utiliza en la casa para uso cotidiano.

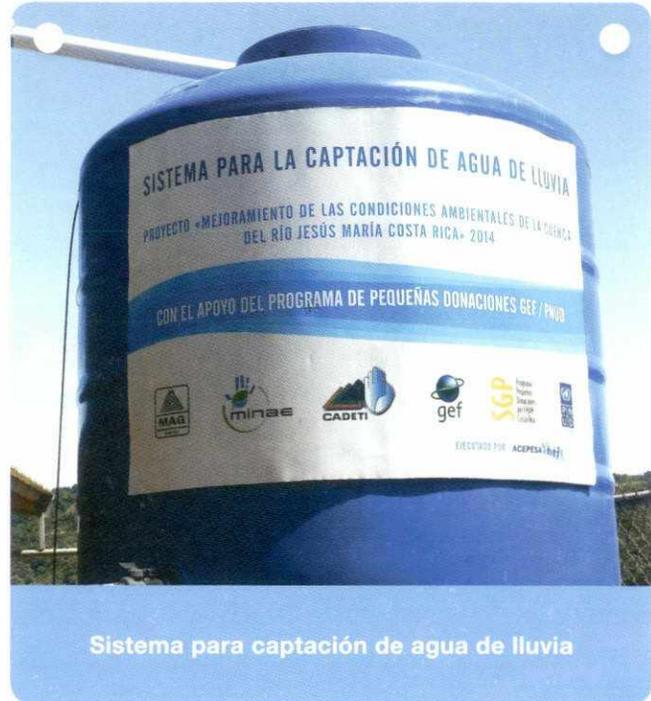
BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

- Se puede tener acceso al agua para animales o cultivos en lugares que no cuentan con sistema de suministro o cuando este es escaso en algunas épocas.
- Se logra reducir la demanda del agua en los hogares y en las escuelas que disponen de un sistema de recolección.
- Disminuye el uso del agua potable en actividades cotidianas.

COSTOS

A manera de ejemplo, se brinda los costos para el establecimiento de un tanque a nivel domiciliario de 750 litros de capacidad.

Rubro	Costo Unitario
Tanque Plástico de 750 litros	75.000
Un tubo de PVC	10.000
Uniones, codos, etc.	5.000
COSTO TOTAL	90.0000



Sistema para captación de agua de lluvia

BENEFICIOS AMBIENTALES

- Disminuye el impacto ambiental y la huella hidrológica que generamos
- Reduce la explotación de los mantos freáticos
- La implementación de acciones de conservación de suelos y la recuperación de la biodiversidad contribuyen a garantizar el acceso al agua en las situaciones adversas que se avecinan.
- Cualquier acción para la protección del recurso hídrico y el mejoramiento de su disponibilidad y calidad constituyen medidas de resiliencia y adaptación al cambio climático.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Asociación Centroamericana para la economía, salud y el ambiente (ACEPESA). www.acepesa.com
 Tel. 2280 6327/2280 6291
[Facebook.com/acepesa](https://www.facebook.com/acepesa)



Ganadería sostenible y sistemas silvopastoriles

GENERALIDADES

Los sistemas silvopastoriles integran árboles en la producción ganadera para aprovechar mejor sus beneficios productivos y. 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 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 nutrimentos 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.

| Ganadería sostenible y sistemas silvopastoriles |

- 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 24 "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.

Cuadro 1.

Uso deseado	Topografía	Especies recomendadas	Cantidad por hectárea
Sombra	Sitios planos, quebrados o compactados.	Mango, guanacaste, higuerón, chilamate.	máximo 12.
Madera	Sitios planos y ondulados.	Sitios sin compactar: laurel, cedro, caoba, aguacate, pochote, guachipelín, corteza amarillo.	Contra áfidos y nemátodos.
Leña	Sitios planos o alta pendiente y con suelo superficial.	nance, madero negro.	50 a 85.

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 25 "Abonos verdes").
- 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.



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 ¹	Costo ¹
Árboles de vivero ²	70	¢200	¢14.000
Postes para encierro individual ³	210	¢300	¢63.000
Alambre de púas (rollos)	7	¢16.700	¢116.900
Grapas (kg)	3	¢960	¢2.880
Mano de obra (jornales) ⁴	25	¢6.000	¢150.000
Costo total	-	-	¢346.780

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.



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.



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



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

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 división Conservación del suelo, y la ficha 8 "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.



Pasto *Brachiaria* en potrero

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 y 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.

Para establecer el potrero, se recomienda utilizar el método de labranza cero. 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 después 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 período, 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 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 20 "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 16 "Bancos forrajeros", 17 "Ensilaje y henificación para épocas críticas", 18 "Estabulación de ganado" y 19 "Bloques nutricionales proteicos").
- 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 4 "Cortinas rompevientos" y 21 "Cercas vivas y apartos" y la división Ganadería sostenible y sistemas silvopastoriles).
- Para mejorar la sostenibilidad de la actividad ganadera, se recomienda el uso de cercas 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.



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.



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.



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*	Costo Total*
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
COSTO TOTAL	-	-	¢82.000

* Costos estimados del 2010.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

Bancos forrajeros

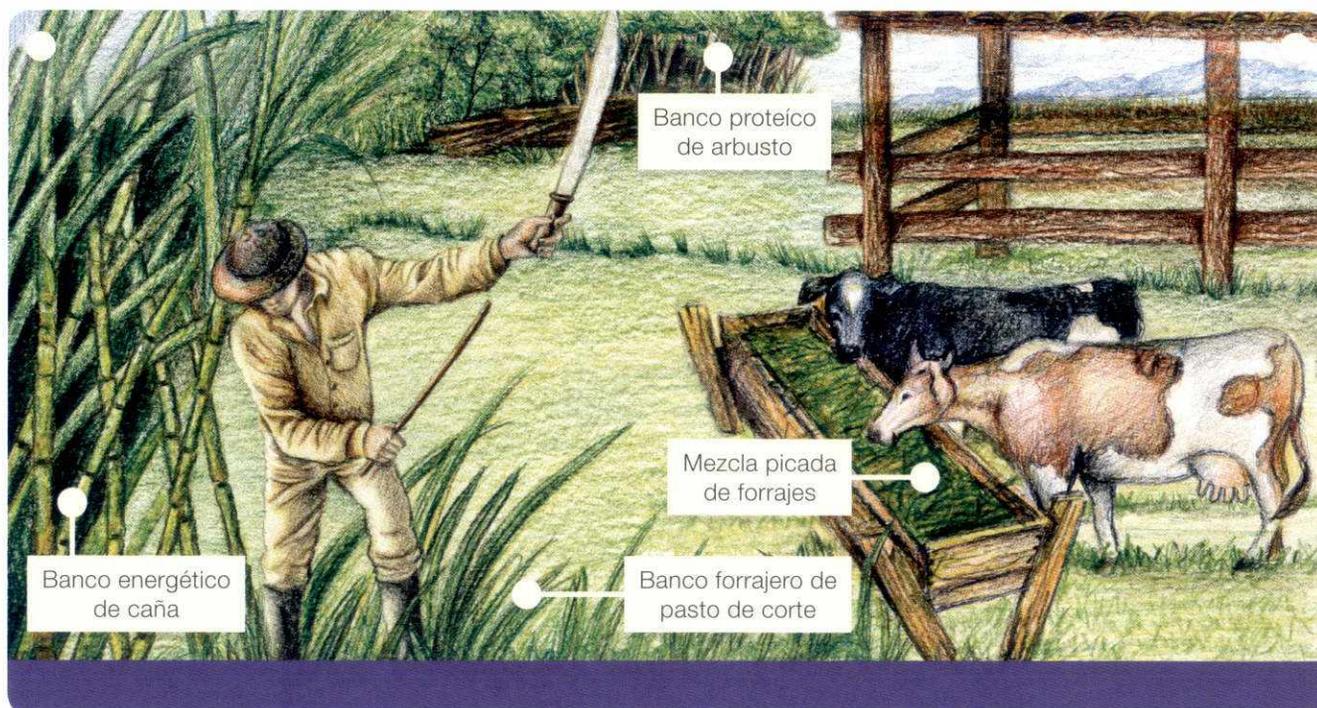
Los bancos forrajeros son altas densidades de vegetación que ofrecen recursos de alimentación para que el ganado cuente con una dieta balanceada en energía y proteínas, especialmente en época seca (ver también división de Ganadería Sostenible y Sistemas Silvopastoriles). Generalmente se usan plantas 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 m², para 15 animales son 4.583 m² y para 30 vacas son 9.166 m².
- Se limpia el terreno con dos pasadas de arado de bueyes o maquinaria con arado de cincel (ver ficha 8 "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 24 "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 24



“Abonos orgánicos”). Si el cultivo ya se cosechó, se hacen tres aplicaciones de abonos orgánicos, una al inicio de las lluvias, 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 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 m², para 15 animales son 2.916 m² y para 30 vacas son 5.833 m². 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 8 “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 28 “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 24 “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 24 “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
Cratylia ¹	1 x 0,8 m	Semilla	12.500
Madero negro ²	1 x 0,5 m	Estaca o semilla	20.000
Leucaena ³	0,8 x 0,4 m	Semilla	31.250
Guácimo ⁴	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).

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 8 "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 24 "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 m² 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 proporcionar materia prima para conservar forrajes (ver ficha técnica 17 "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.



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.



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.



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 necesidad 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 ¹		
	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
COSTO TOTAL	¢570.000	¢814.000	¢470.000

¹ Costos estimados del 2010.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

Ensilaje y henificación para épocas críticas

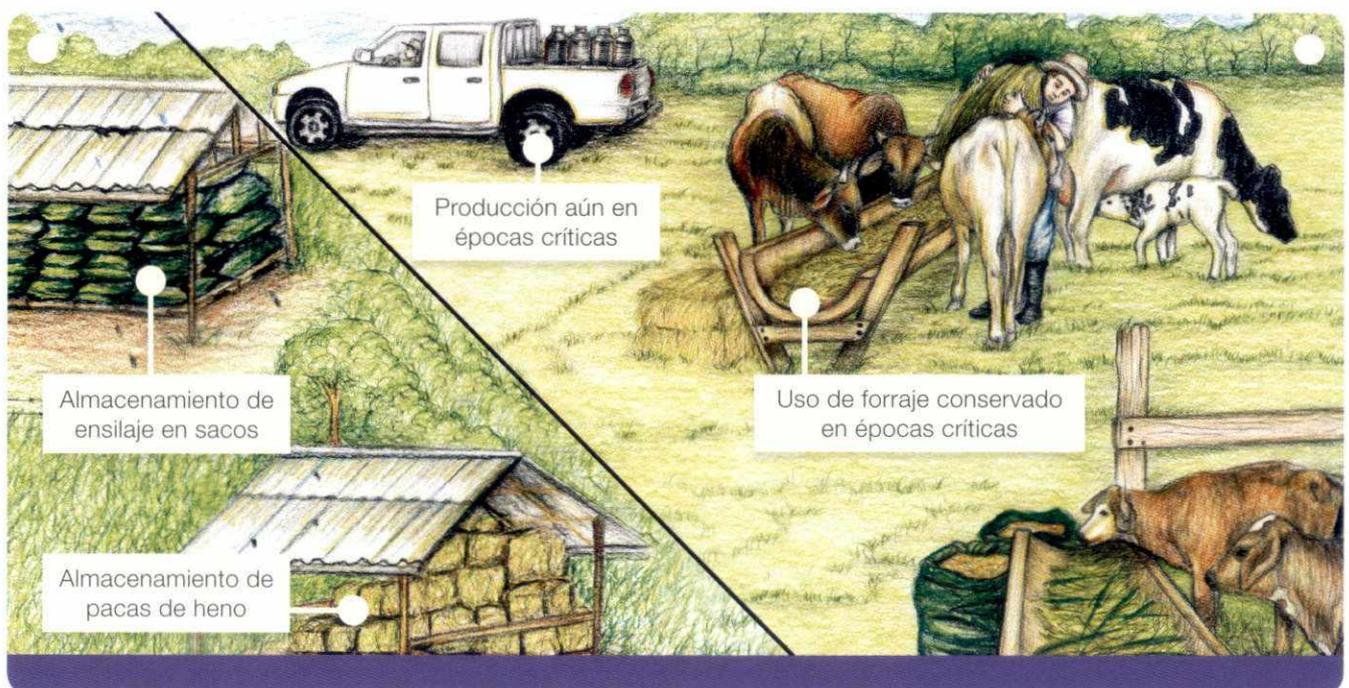
Es posible conservar forrajes para el ganado cuando hay excedentes, para emplearlos en épocas críticas como la estación seca y los temporales de la estación lluviosa, cuando los pastos disminuyen en cantidad y calidad. El ensilaje y la henificación son prácticas que permiten guardar comida a base de 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, recursos 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 almacenar 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 nutrimentos 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 períodos 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%. 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 mohos, 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 donde 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 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 nutrimentos 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 nutrimentos, 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 períodos 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.



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.



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.
- La conservación de forrajes permite mantener una cantidad estable de animales y su producción sostenida a lo largo del año.
- 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.
- Los microsilos y las pacas de heno son de fácil traslado, lo que favorece la suplementación del ganado en distintas secciones de la finca.



COSTOS

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



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

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 nutrientes 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:

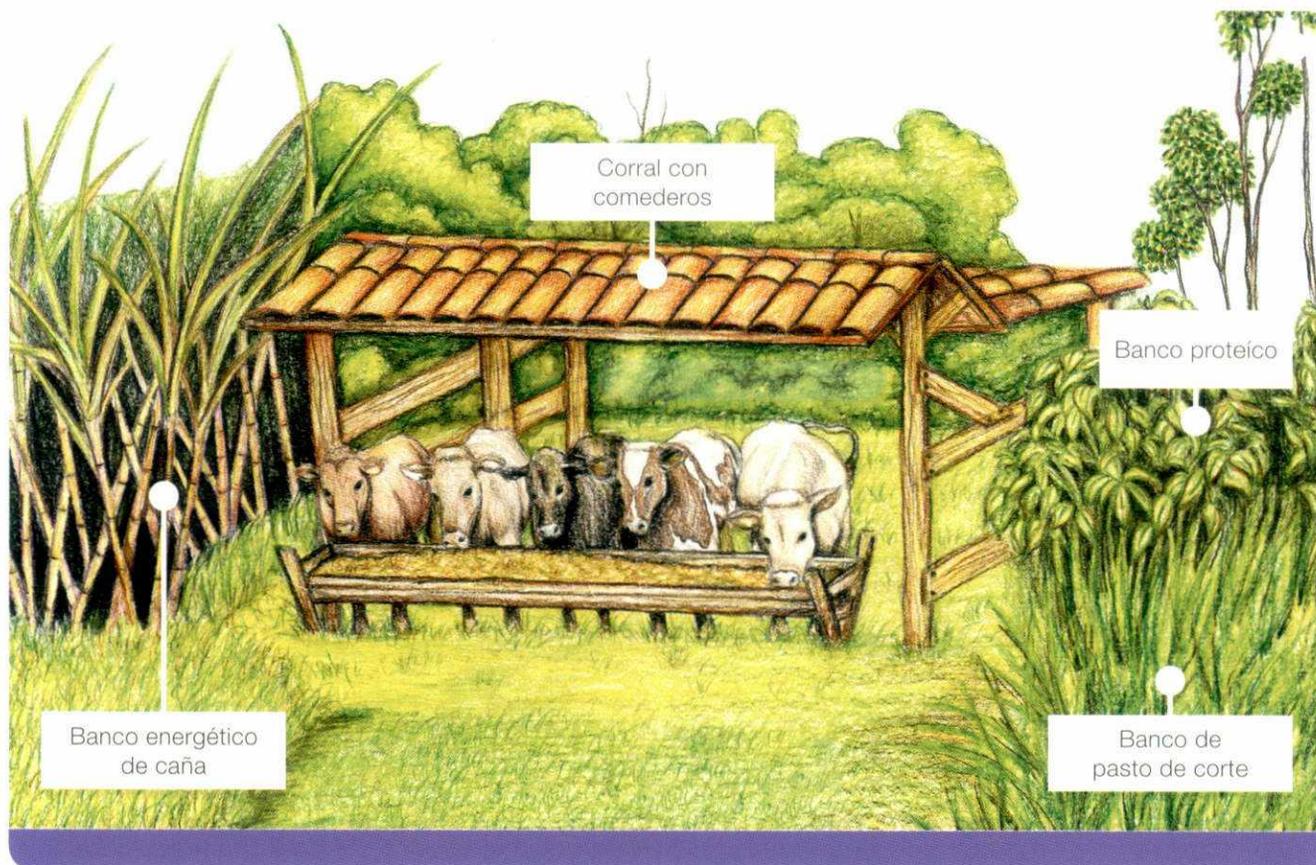
Alimentación del ganado

- 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 mejorados (Para el establecimiento de los forrajes, ver fichas 15 "Pastos mejorados", 16 "Bancos forrajeros" y 17 "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 nutricionales (ver fichas 19 "Bloques nutricionales proteicos" y 20 "Abrevaderos y saladeros").



Estabulación de ganado de engorde



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 m² por animal, con 3,5 m² techados para refugio y alimentación. En corrales totalmente techados se necesitan de 4 a 6 m² 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 cumbre del corral.
- Para el traslado de las reses, puede colocarse una manga de 60 cm de ancho con cargadero. También se necesitan 20 m² 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 20 "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 períodos 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.

Residuos orgánicos y limpieza de las instalaciones

- El estiércol y los orines del ganado se aprovechan para producir abono orgánico o biogás (ver fichas 24 "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.



Semiestabulación de ganado lechero



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.
- 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.
- El manejo diario amansa a los animales, que toleran mejor las labores, facilitando el control sanitario.
- Se obtiene carne de mejor calidad y se logran mayores rendimientos en canal, ya que los animales son más jóvenes.
- Se aprovechan las áreas de la finca con mayor aptitud ganadera, dejando el resto para otras actividades productivas.
- El estiércol y orines pueden transformarse en biogás, abonos orgánicos y biofermentos para la misma finca o para su venta.



BENEFICIOS AMBIENTALES

- Se favorece un aumento en la infiltración del agua en el suelo.
- Disminuye la contaminación de fuentes de agua por estiércoles y orines.
- 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.



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 *Brachiaria brizantha* bajo el método de cero labranza es de ¢123.000 (estimación según valor de 2010). También deben

sembrarse 5.000 m² de cratylia, con un costo de ¢285.000, 4.000 m² de pasto de corte, con un costo de ¢188.000 y 3.333 m² 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.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

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 16 "Bancos forrajeros" y 18 "Estabulación de ganado"). 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 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.
Total	60,6 kg	-

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 pajas 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

35% melaza
10% urea
1% flor de azufre
10% sal común
5% minerales
24% bagazo de caña molido
15% cal

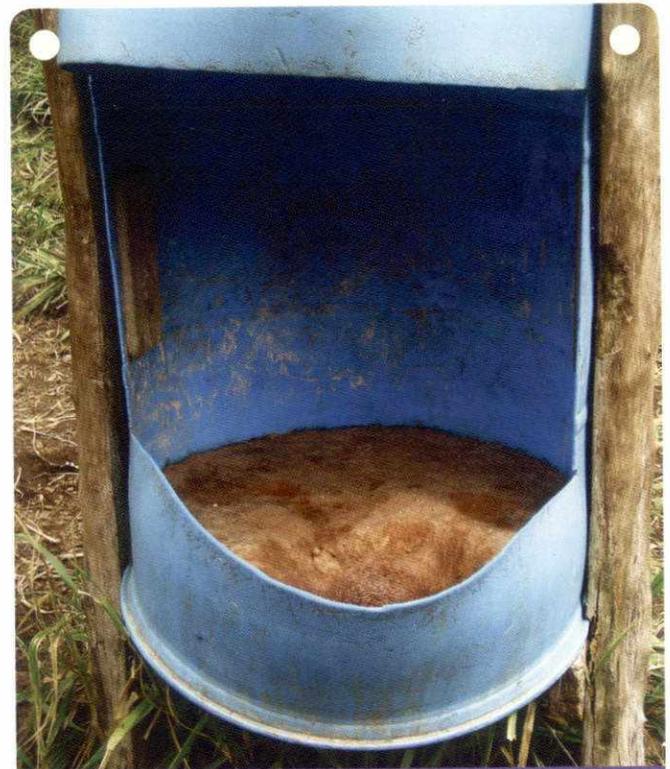
Fórmula No. 3

30% melaza
30% afrecho
15% sal común
10% urea
6% cemento
8% minerales
1% flor de azufre

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 características 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.



Bloque nutricional en uso



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.



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.



COSTOS

Los costos van a variar dependiendo de las características del bloque que se elabore. Para un bloque de 60 kg, se

deberán invertir aproximadamente ₡13.000 (costos estimados en colones de 2010) de la siguiente forma:

Material	Cantidad	Costo
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
Total	60 kg	₡13.000



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

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 estacaones para otras cercas. También produce biomasa 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.



Cerca viva de madero negro



Cerca viva de jinocuabe



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.



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.



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 ¹	Cantidad	Costo ¹
Poste muerto	60	¢17.100	400	¢113.000
Estacones ²	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) ³	35	¢210.000	34	¢204.000
Costo total	-	¢452.565	-	¢490.720

¹Costos estimados en colones del 2010.
²El 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.
³Un 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.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

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 30 "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 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:



Planta procesadora de quesos

- 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



Planta procesadora de quesos

adicionan microorganismos eficientes (ver ficha 26 "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 24 "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, 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 21 "Cercas vivas" y



Cedazo de retención de sólidos en tinas de proceso

4 "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 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%.



BENEFICIOS AMBIENTALES

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



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 tinas, 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.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

Biodigestores

El biodigestor es un sistema que permite tratar las aguas residuales de lecherías, porquerizas y otros modelos de confinamiento animal (ver ficha 18 "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 nutrimentos 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 24 "Abonos orgánicos"). Un biodigestor pequeño puede producir unos 200 litros de fertilizante.

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.

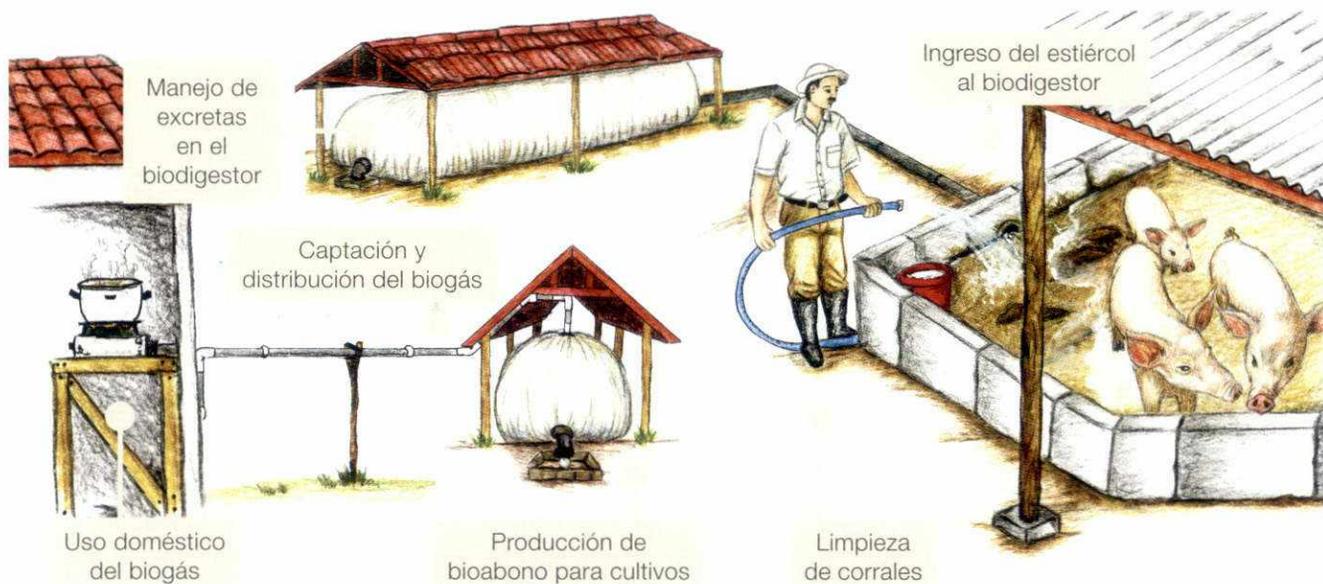


Biodigestor de bolsa protegido bajo techo

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 m³ 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.

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.
- 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.



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.



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.
- 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.
- Al producir biogás como fuente alternativa de energía para cocinar, se reduce el consumo de bunker, leña y la deforestación local. Un m³ de biogás evita la deforestación de 0,33 ha.



COSTOS

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

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

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

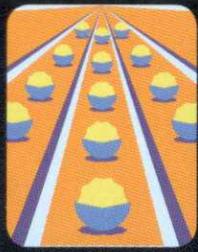
Tomando en cuenta el ahorro logrado con la producción de gas y fertilizante, se ha estimado que la inversión puede pagarse en un año y medio. Un solo biodigestor de 11 m³ emite un efluente equivalente a 14 quintales de

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.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".



Agricultura orgánica:

DESCRIPCIÓN

Según FAO, el término "orgánico" denota un proceso, y no un producto. La agricultura orgánica es uno de los varios enfoques de la agricultura sostenible y muchas de las técnicas utilizadas (por ejemplo, los cultivos intercalados, la rotación de cultivos, la doble excavación, el acolchado, la integración entre cultivos y ganado) se practican en el marco de diversos sistemas agrícolas. Lo que distingue a la agricultura orgánica, reglamentada en virtud de diferentes leyes y programas de certificación, es que: (1) están prohibidos casi todos los insumos sintéticos y (2) es obligatoria la rotación de cultivos para "fortalecer el suelo". Las reglas básicas

de la producción orgánica son que están permitidos los insumos naturales y prohibidos los insumos sintéticos (FAO, Comité de Agricultura 1999).

La producción orgánica en Costa Rica con carácter productivo y comercial se registra desde 1980, impulsado básicamente por organismos no gubernamentales y la cooperación internacional, inició como una propuesta alternativa a la producción convencional bajo un enfoque ecológico, social y político. Durante toda la década de los 80, se desarrollaron investigaciones, programas de capacitación, e



Producción de hortalizas orgánicas en Zarcero



Producción de hortalizas orgánicas en Zarcero

| Agricultura orgánica |

intercambios sobre producción orgánica a nivel de pequeños productores y técnicos. Hacia finales de esta misma década, se formalizaron las primeras organizaciones de producción orgánica con perspectiva internacional, las cuales buscan comercializar banano y cacao orgánico certificado hacia los Estados Unidos y la Unión Europea, fueron APPTA y ANAI.

En el año 1992 se crea la Asociación Nacional de Agricultores Orgánicos (ANAQ) y la Asociación Nacional de Pequeños Productores Orgánicos (ANAPAO) organizaciones pioneras en el impulso de la agricultura orgánica en Costa Rica.

En una nota de El Financiero (2016) destacan que en los últimos años, "El surgimiento de ferias semanales donde los productores pueden comercializar sus productos orgánicos y una mayor demanda por parte

de restaurantes y fabricantes de bienes comestibles le da mayores oportunidades a los productores en el mercado costarricense.

A la Feria Verde de Aranjuez, una de las más conocidas, se han sumado Mercado Orgánico en Curridabat y Kilómetro Cero en Escazú, entre otras. También operan gran cantidad de supermercados enfocados en los productos orgánicos como Green Center, Ayni y el Mercadito de la Esquina, entre muchos otros.

Detrás de este empuje se encuentran los 3.769 costarricenses que, según cálculos del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), se dedicaban en el 2015 a la agricultura orgánica. El número representa un incremento con respecto a las 2.150 registradas por el estudio de IBS en el 2013."



Semillero de plántulas listas para la siembra

TRANSICIÓN DE LA PRODUCCIÓN SINTÉTICA A LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN LA CUENCA DEL RÍO JESÚS MARÍA

El Proyecto del Centro Agrícola Cantonal de Orotina, ejecutado con fondos COMDEKS, se planteó el siguiente objetivo: Contribuir a la restauración de la cuenca del río Jesús María a través de la transformación de la producción sintética, mediante la implementación de un modelo de producción orgánica con productores (as) anuentes a un cambio en su modelo de producción y que sirva como ejemplo para los otros productores (as) de la cuenca.

Los ejes principales de trabajo de este proyecto fueron capacitar a los productores en técnicas de producción orgánica que pudieran implementar en sus fincas, el desarrollo de un programa de educación sobre agricultura orgánica en las escuelas y colegios de las comunidades.

Como resultados principales de este proyecto más de 90 personas se capacitaron en técnicas de agricultura orgánica, también se coordinaron varios intercambios

con fincas cercanas que ya estaban certificadas como orgánicas, y actividades prácticas en las que los productores podían aplicar los conocimientos adquiridos en temas como utilización de controladores biológicos, recolección y elaboración de MM, entre otros.

Con base en la experiencia de este proyecto se elaboraron las siguientes fichas técnicas:

Ficha 24 Abonos orgánicos

Ficha 25 Abonos verdes

Ficha 26 Biofermentos

Ficha 27 Manejo integrado de cultivos

Ficha 28 Microorganismos benéficos

Ficha 29 Biopesticidas

Ficha 30 Inocuidad

Ficha 31 Producción en ambientes protegidos

Ficha 32 Microorganismos de Montaña (MM) y Microorganismos eficientes (EM)



Productos orgánicos de la finca de Zarcero



PARA MAYOR INFORMACIÓN

Lista de contactos: extensionistas, productores, asociaciones, consultores

Centro Agrícola Cantonal de Orotina – Marco Tulio Salas.

Tel 2428 9836

cacorotina@gmail.com

Movimiento de Agricultura Orgánica del Pacífico Central (MAOPAC) – Carlos Blanco Vargas

Tel 2428 8694

ASA-San Mateo – Carlos Barboza

Tel. 2428 8694

cebarboza@costarricense.cr



**Capacitación sobre agricultura orgánica en la Finca de Juan José Paniagua, en Zarcero
Demostración de la preparación de MM**

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 grana 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 abonos verdes (ver ficha 25 "Abonos verdes") y de biofermentos (Ver ficha 26 "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

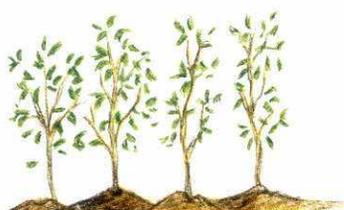
Para producir lombricompost se usa la lombriz roja californiana, que descompone la materia orgánica y la convierte en humus, el residuo orgánico no digerido que sirve de abono. Su consumo diario equivale a su propio peso, convirtiendo un 60% en humus. Una lombriz adulta pesa entre 0.8 y 1 gramo y produce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

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

- 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 comprobarse 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 abonera o pueden comercializarse.

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.

CUADRO 1. RECETA PARA ELABORAR 50 QUINTALES DE BOCASHI

Ingrediente	Función	Costo unitario¹	Costo total¹
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
Total	-	-	¢37.900

¹Costos estimados en colones del 2010.

- 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.
- 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.



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.



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.



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.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

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 la división: "Conservación del Suelo"). 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, 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 el 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.

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.

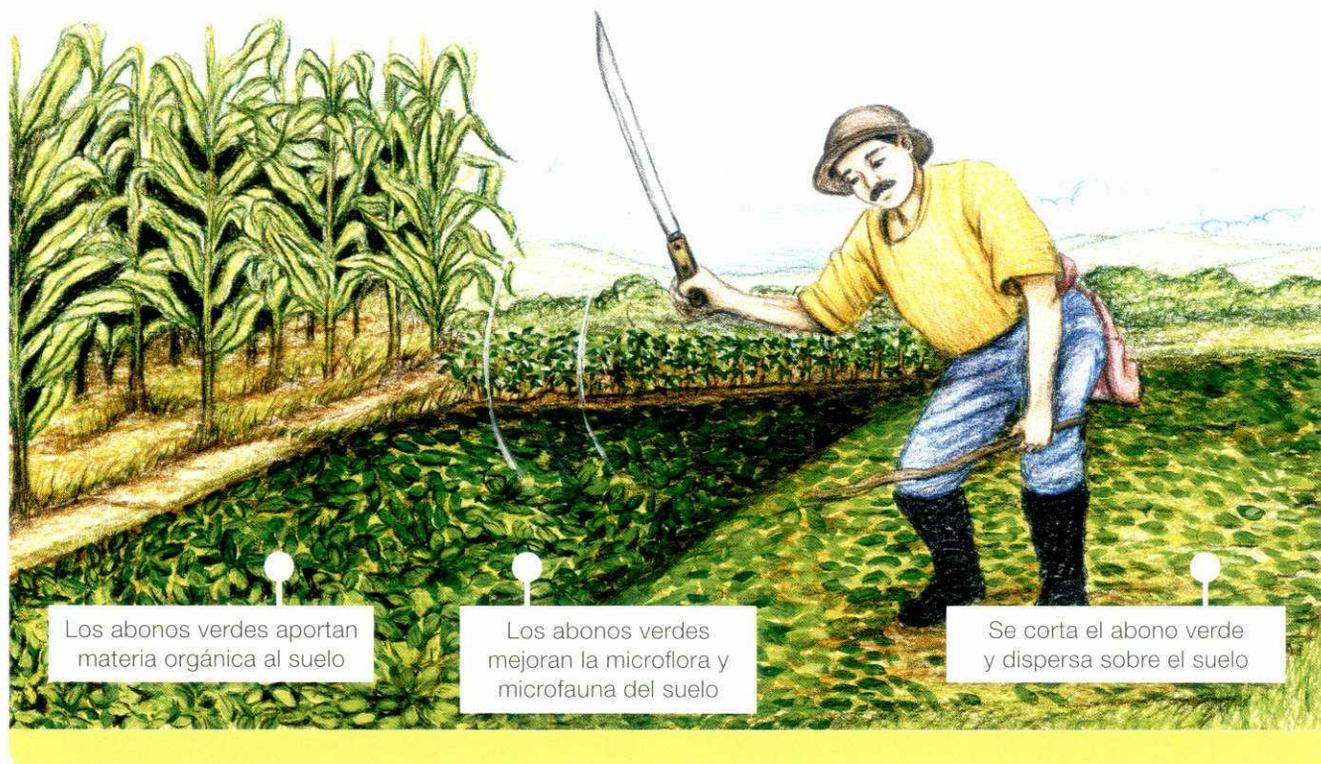
Los abonos verdes son una opción real y accesible para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos. Además, los abonos verdes son un complemento a otras técnicas de manejo sostenible y ambientalmente responsable del suelo, como el uso de abonos orgánicos (ver ficha 24



Follaje de poró usado como abono verde en pastos



Gandul, especie usada como abono verde



“Abonos orgánicos”) y de biofermentos (Ver ficha 26 “Biofermentos”). Ésta es una práctica compatible tanto con la agricultura orgánica como con la convencional.

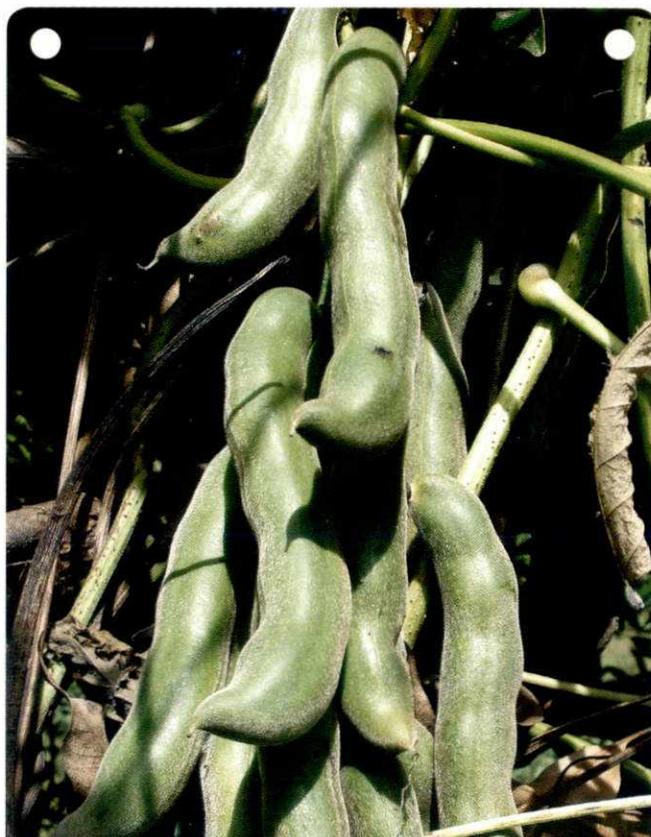
Los abonos verdes son apropiados en terrenos dedicados a cultivos de ciclo corto, incluyendo cultivos anuales. Es importante recordar que, mientras el campo esté siendo ocupado por un abono verde, no pueden sembrarse otros cultivos, ya que el suelo necesita mantenerse en descanso. Antes de sembrar un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



Maní forrajero (*Arachis pintoi*)



Vainas de frijol terciopelo



BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

- 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.
- Las cosechas mejoran porque las plantas se nutren mejor.



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.



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.



Frijol terciopelo (*Mucuna sp.*)



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

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.

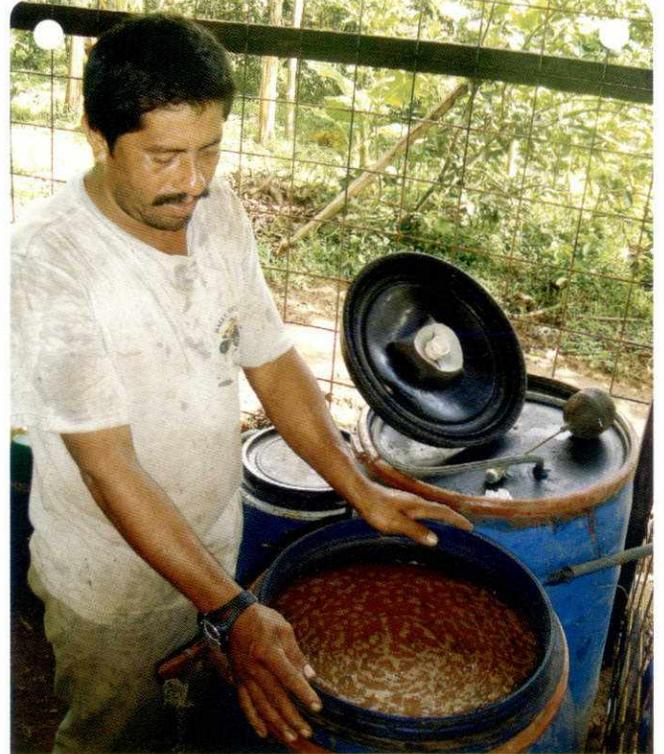
Junto con el bocashi, el lombricompost y los biopesticidas (ver fichas 24 "Abonos orgánicos" y 29 "Biopesticidas"), los biofermentos son una opción al uso de agroquímicos.

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:

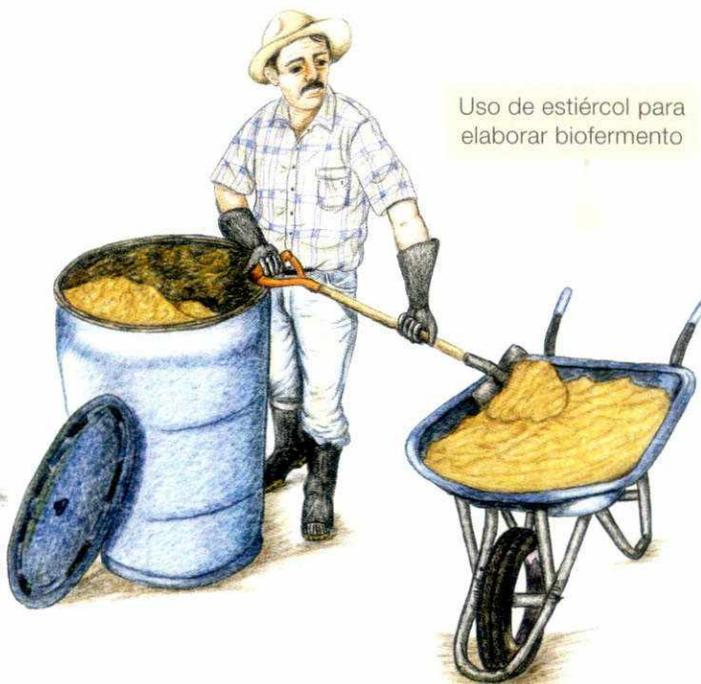
- Los biofermentos pueden emplearse tanto en agricultura convencional como en orgánica. Sin embargo, si el productor es orgánico, debiera consultar con la agencia certificadora antes de adoptar estos productos, para verificar que cada uno de los ingredientes utilizados cumple con la normativa correspondiente.
- 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



Productor elaborando biofermento



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



Uso de estiércol para elaborar biofermento

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 salida 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 digester.
- Es importante asegurar la inocuidad microbiológica del producto final (ver ficha 30 "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 beneficien 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 bórax (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 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.
- 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.
- 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.



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.



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.

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:



Estiércol fresco como materia prima para biofermentos

Ingredientes/Equipo Costo¹

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
-----------	--------

Subtotal ingredientes	₡3.110
------------------------------	---------------

Inversión inicial

Estañón plástico (no coloreado)	₡10,000
------------------------------------	---------

Manguera y anillo	₡1,000
-------------------	--------

Envase plástico	-
-----------------	---

Ensamble para manguera	₡1,000
------------------------	--------

Subtotal inversión inicial	₡12,000
-----------------------------------	----------------

¹Costos estimados en colones del 2010.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

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.

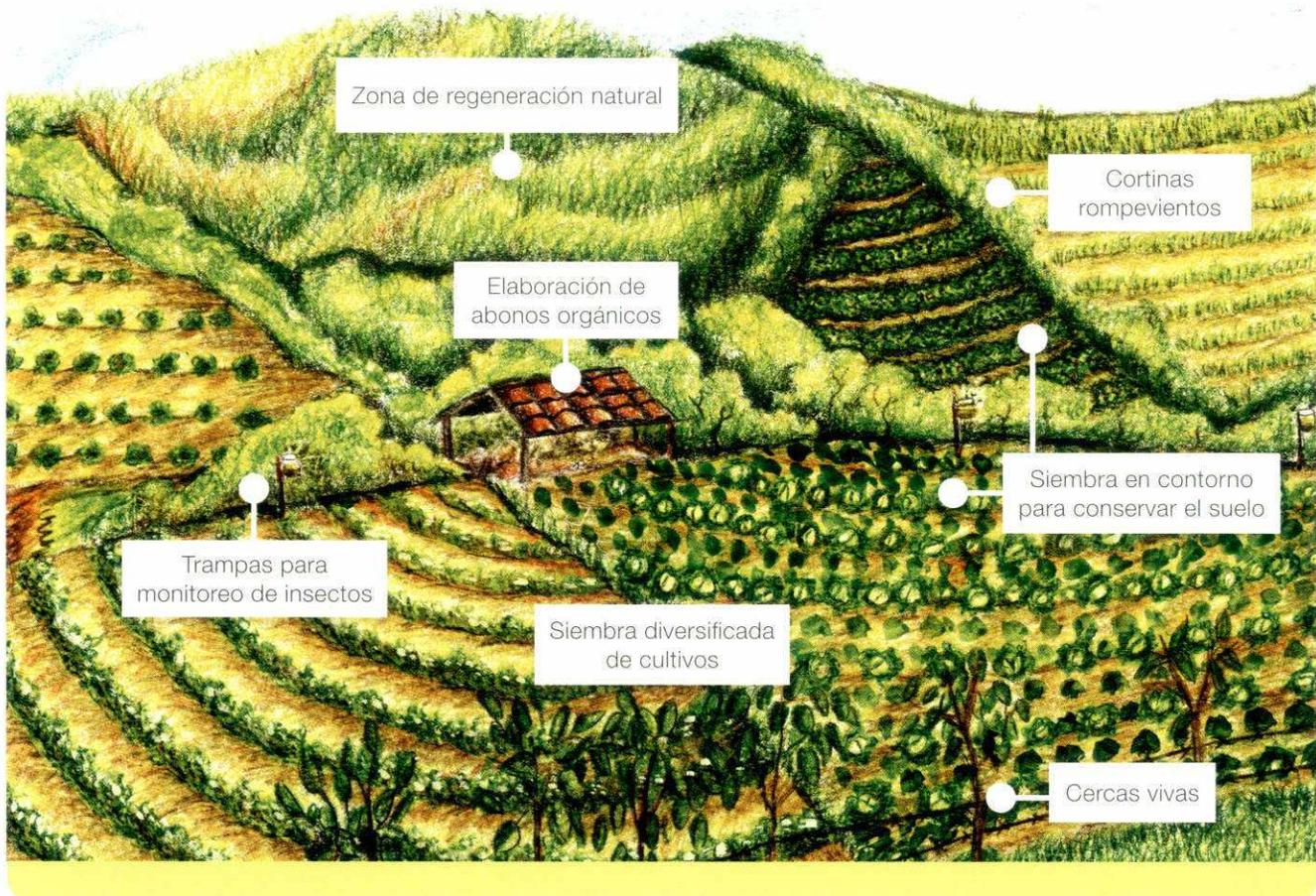
El manejo integrado de cultivos anima a ver a la planta como un elemento que no está aislado, sino más bien integrado con su medio. Cualquier variedad agrícola interactúa con distintos elementos del entorno como el suelo, el clima, otras plantas, insectos y microorganismos. El productor puede manejar 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 necesarios 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 la división: "Conservación del Suelo" y las fichas 24 "Abonos orgánicos", 25 "Abonos verdes" y 8 "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 ñampí. 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 25 "Abonos verdes").
- Cuando sea posible, puede dejarse parte del terreno en tacaotal 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 ejemplo, 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 *Liriomyza 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 30 "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 identificar, 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 28 "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.



BENEFICIOS AMBIENTALES

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



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 ¹
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
Costo total	-	¢183.600

¹Costos estimados en colones del 2010.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección “Fuentes adicionales de información”.

Microorganismos benéficos

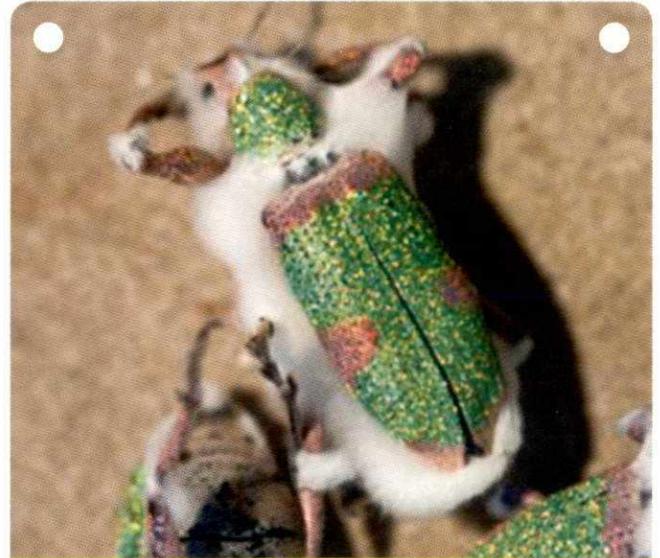
La técnica de microorganismos benéficos se refiere al uso de organismos vivos microscópicos para controlar las plagas y enfermedades de los cultivos. Abarcan a controladores biológicos como hongos y bacterias que combaten otros hongos y bacterias, así como a insectos. También incluyen a los biofertilizantes, 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 plagas (ver fichas 27 "Manejo integrado de cultivos", 29 "Biopesticidas" y 30 "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.



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



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

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*, *Rhizopus*, *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.

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.



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



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.



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.



COSTOS

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



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

Biopesticidas

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

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 25 "Abonos orgánicos" y 27 "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.

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.
- 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.

PLANTAS ÚTILES PARA ELABORAR BIOPESTICIDAS

- **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.
- **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 protección 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 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.

Cuadro 1. Algunas recetas para elaborar biopesticidas

Producto	Ingredientes	Preparación	Uso y Forma de Uso
Repelente a base de chile y ajo.	<ul style="list-style-type: none"> • 1/4 kg de chile picante seco. • 4 cabezas de ajo. • 1 cebolla grande picada. • Asiento de jabón dejado por una noche. • Costo de los ingredientes: aproximadamente ¢950. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se prepara de un día para otro. • En una cubeta se pone agua con una barra de jabón. Se deja hasta el día siguiente. • Al otro día se saca la barra de jabón y en el agua se mezclan los ingredientes finamente picados. • Se filtra y está listo para usarse. 	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. Se aplica entre ½ y 1 litro de repelente por cada 15 litros de agua.
Extracto de Hombre Grande o Quassia.	<ul style="list-style-type: none"> • 150 gr de pedacitos de madera de hombre grande. • 10 litros de agua. • 250 gr de jabón. • Costo aproximado de ingredientes: ¢750. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se hierven 150 gr de virutas de madera de hombre grande en 10 litros de agua. • Se le agregan 250 gr de jabón. • Una vez preparado, se enfría, se filtra y se puede usar. 	Contra áfidos y nemátodos.
Extracto de cola de caballo.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 kg de cola de caballo fresca (o 150 gr en polvo) • 10 litros de agua. • Costo aproximado de los ingredientes: ¢1.000 si deben comprarse las plantas de cola de caballo. 	<ul style="list-style-type: none"> • En 10 litros de agua se hierve la cola de caballo por 20-30 minutos. • Se deja reposar y enfriar. • Se filtra y se procede a su uso. 	Fungicida. Al aparecer los primeros síntomas de ataques de hongos, se aplica un litro de extracto por cada 5 litros de agua.



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.



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.



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):

- 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.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

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.

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 27 "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 24 "Abonos orgánicos", 25 "Abonos verdes" y 26 "Fertilización con biofermentos").
- Para controlar plagas, deben usarse primero métodos preventivos, naturales y de bajo impacto (ver fichas 27 "Manejo integrado de cultivos", 28 "Microorganismos benéficos" y 29 "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



Todo cultivo debe ser cosechado en condiciones higiénicas



La inocuidad de un alimento protege la salud del consumidor

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.
- 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.
- 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.

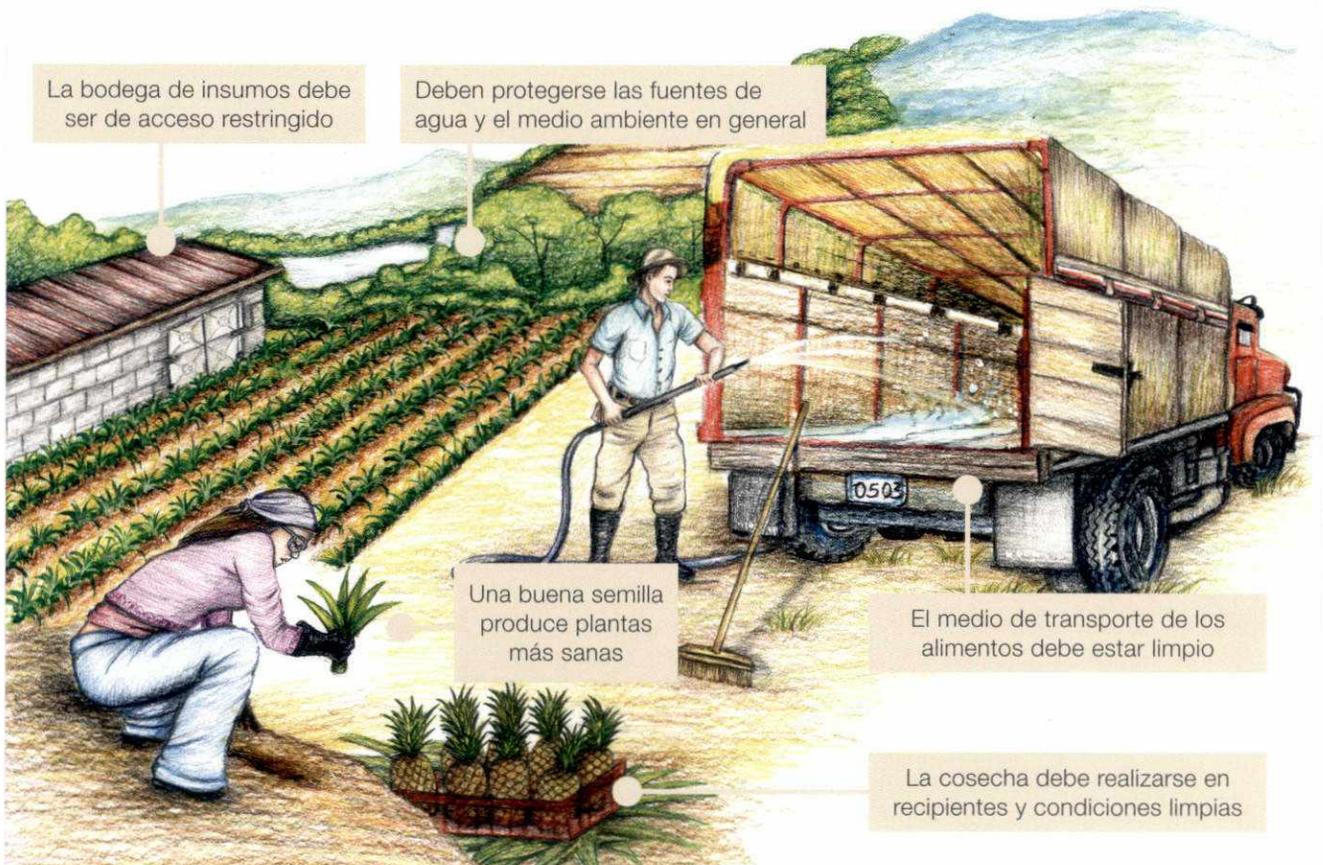


En alimentos de consumo fresco, la inocuidad es sumamente importante.

- 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 29 “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 usarse 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.





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.



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.



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 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).



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

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 24 "Abonos orgánicos", 27 "Manejo integrado de cultivos", 29 "Biopesticidas" y 30 "Inocuidad de alimentos en fincas").

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, semiarco, 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.

ESTABLECIMIENTO DEL INVERNADERO

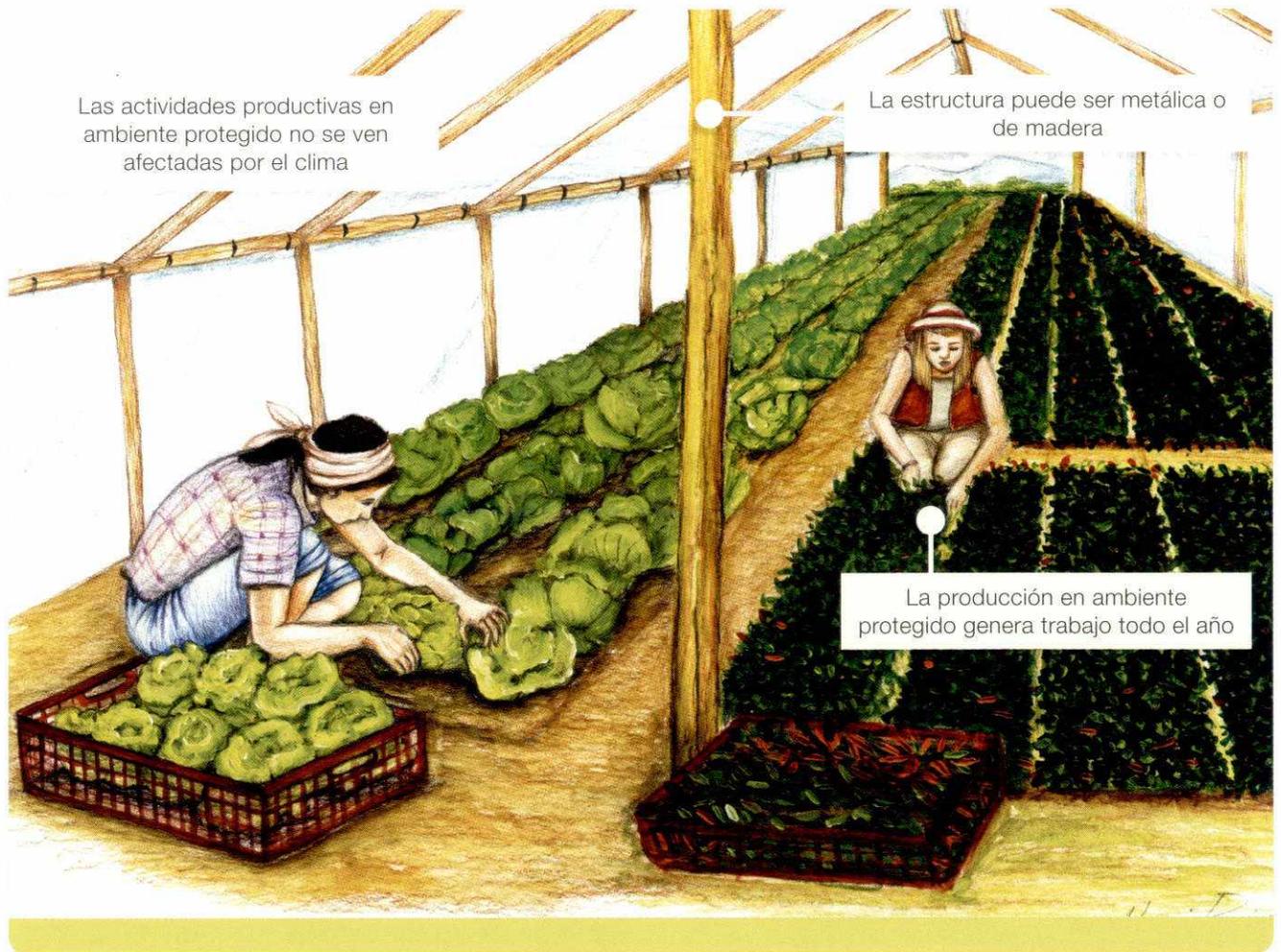
Para el establecimiento del invernadero, el productor debe tomar en cuenta los siguientes componentes:

UBICACIÓN: El invernadero debe ubicarse en un sitio relativamente plano, con una ligera pendiente 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 11 "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.



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.



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.



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 m²), 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).

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.



Invernadero con estructura de madera



FUENTES DE INFORMACIÓN

Al final de la Guía Didáctica puede consultarse la sección "Fuentes adicionales de información".

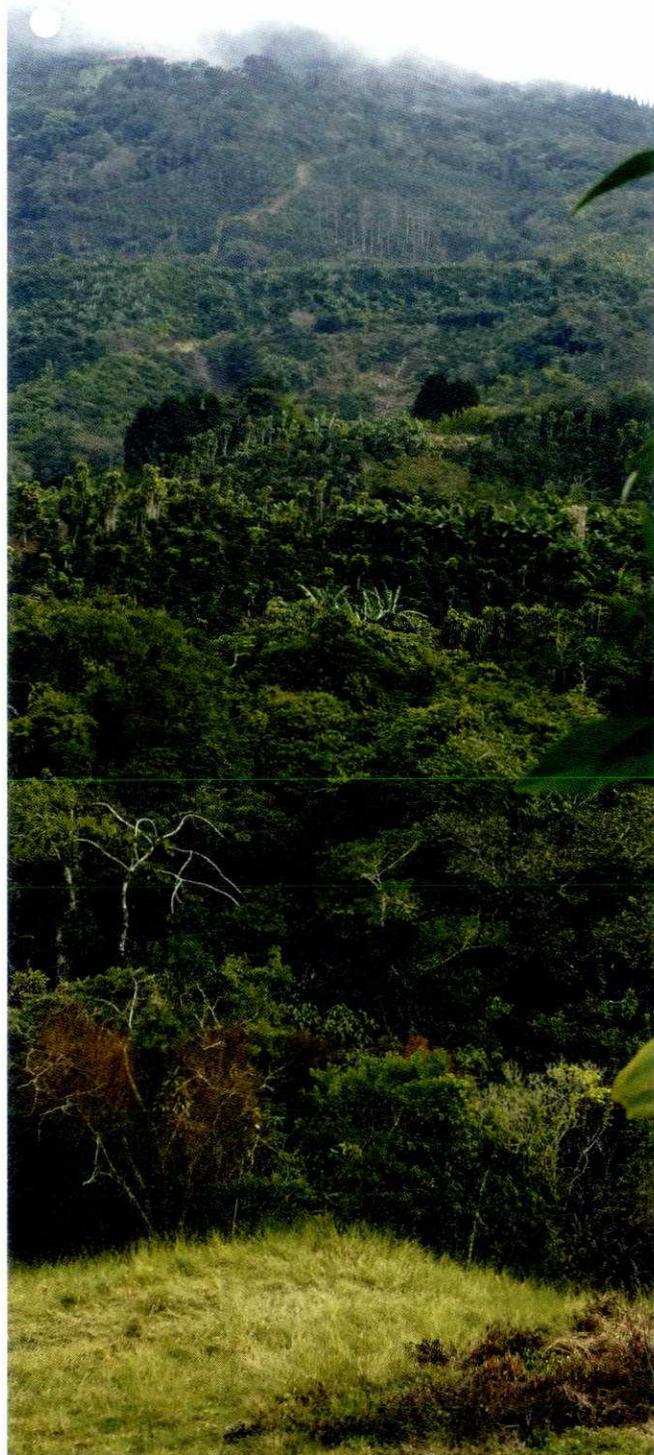
Microorganismos de montaña (MM) y microorganismos eficientes (EM)

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Los microorganismos de montaña (MM) y microorganismos eficientes (EM) se utilizan en las fincas de agricultura orgánica. Se les llama microorganismos eficientes porque están condicionados genéticamente a producir suelo. Esto se debe a que desde hace siglos están trabajando en los bosques y selvas, así como en sabanas y praderas, formando suelo. Ya sea al descomponer la materia orgánica o formando agregados húmicos-arcillosos. Además, ayudan a mantener el equilibrio del bosque y de la rizósfera evitando enfermedades. La rizósfera es una zona de interacción única y dinámica entre las raíces de las plantas y los microorganismos del suelo. Esta región especializada, está caracterizada por el aumento de la biomasa microbiana y de su actividad.

La forma de reproducirlos es bastante sencilla, sólo se necesita seguir los siguientes pasos:

1. Se recolecta materia orgánica en descomposición de un bosque cercano. De preferencia de un lugar alejado de las áreas contaminadas por las actividades humanas de producción. Se toma una parte del mantillo o de la materia orgánica húmeda que se encuentra depositadas bajo los arbustos y árboles del lugar. Es importante tener cuidado de no raspar una gran cantidad de tierra y no recolectar hojas verdes. También hay que evitar la recolección de materiales muy enteros como las hojas, ramas, y arbustos recién depositados sobre la superficie de la tierra. Hay que preferenciar la recolección de los materiales que se encuentran bien inoculados, los cuales tienen una coloración blanca, cremosa, anaranjada, marrón o café, y un agradable olor de bosque húmedo perfumado.
2. Se mezcla con una parte igual de salvado de trigo o arroz. La mezcla se puede realizar sobre un piso limpio hasta que la mezcla quede homogénea.
3. Se agrega melaza disuelta con un poco de agua y se revuelve con una pala o se amasa directamente con las manos hasta lograr una mezcla uniforme con poca humedad y un olor afrutado muy agradable.
4. Se coloca gradualmente en un recipiente o tambor plástico. Se van depositando el preparado por capas y se aprieta con un pisón o algo pesado, para sacar al máximo el oxígeno de la mezcla. Se recomienda además, no llenar totalmente el recipiente, se deja más o menos la medida de 10 a 15 cm.
5. Por último se tapa el recipiente de forma hermética, dejándola a la sombra y en absoluto reposo por 30 días. Una vez cumplido el plazo tendremos la réplica de los microorganismos nativos que se recolectaron en el bosque, y puede ser utilizado en nuestros cultivos de forma sólida o líquida.



**Recolectar la materia orgánica
en descomposición de un bosque cercano**

APLICACIÓN EN SÓLIDO

En la preparación de abonos orgánicos se pueden utilizar de 8 a 10 kilos por cada tonelada de abono bocashi o composta. La aplicación se debe hacer al final del proceso de fermentación del bocashi o compostaje, a temperatura ambiente para no inhabilitar la actividad biológica.

También, se puede utilizar el biopreparado sólido en la alimentación de animales en la forma de pre y probiótico.

Las cantidades suministradas diariamente por especie son:

- Bovinos adultos 200-300 gramos por animal
- Caprinos y ovinos adultos 30-50 gramos por animal
- Gallinas y chompipes 10-15 gramos por animal
- Conejos 8-12 gramos por animal
- Codornices 5 gramos por ave
- Cerdos de engorde 30 a 50 gramos por animal. Como es común darle a estos animales desperdicios de las cocinas, se puede mezclar con los microorganismos unas 3 a 4 horas antes de suministrárselos.

Estas cantidades son solo indicativas, cada persona puede ajustarlas de acuerdo a su experiencia, creatividad y presupuesto.

APLICACIÓN EN LÍQUIDO

Para realizar esta aplicación es necesario reactivar una determinada porción sólida de los microorganismos en un medio líquido y someterlos a un proceso de fermentación anaeróbica por un período de 30 días. La preparación es la siguiente: se pone en una bolsa de tela de algodón o en un saco de fibra vegetal 10 kilos de microorganismos que se reactivarán al depositarlos en un recipiente de 200 litros de capacidad, con tapa y aro metálico para el sellado hermético y el proceso de fermentación. Dentro del recipiente se colocan 2 galones

de melaza de caña, 2 galones de suero de leche, 1 galón de EM activado y 100 litros de agua no tratada.

Para la elaboración del EM se mezclan 5 kilos de microorganismos, con 1 galón de melaza de caña y 175 litros de agua. Los microorganismos se colocan en una bolsa de algodón y se dejan fermentar en forma

anaeróbica por 5 a 10 días. Este tipo de EM se puede agregar al abono fermentado tipo bocashi, se recomienda usar hasta 200 litros por cada 2 a 3 toneladas de abono que se quieran preparar. Sin embargo, si los cultivos tienen un fuerte ataque de ciertas enfermedades de hongos o bacterias, se recomienda aplicar el EM de forma pura, sin agregar el agua.



Proceso de reproducción de los microorganismos



BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

- Disminuye la necesidad de fertilizantes sintéticos.
- Pueden emplearse tanto en agricultura convencional como orgánica.
- La productividad de los cultivos puede mantenerse o incrementarse.
- Estos microorganismos podrían venderse a vecinos y amigos, generando un ingreso adicional.
- Con el uso de microorganismos en los cultivos, las plagas no generan resistencia como sucede cuando utiliza agroquímicos.
- Al tratarse de microorganismos vivos, pueden regenerarse en el suelo y mantener allí una reserva viva.
- Ahorro en los costos de producción.



BENEFICIOS AMBIENTALES

- Se evita o disminuye la contaminación de suelos y aguas subterráneas, ríos y quebradas por los fertilizantes sintéticos.
- Disminuye el riesgo de enfermedades o infecciones en las personas.



FUENTES DE INFORMACIÓN

Restrepo, J. 2010. *El ABC de la Agricultura Orgánica, Fosfitos y Panes de Piedra*. Cali, Colombia



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
- 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
- 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. CIAUCR- INTA-ACCS. Desplegable.
- Chavarría et al. 2006. Microorganismos Benéficos para el control de enfermedades en jengibre. Agronomía 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 antagonistas y entomopatógenos). 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
- 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
- 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. Difussion 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.globalgap.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

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 periodos 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.

| Fuentes de información |

- 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.
- Loredó, 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.
- Loredó, 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 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.

