

## BENEFICIOS



- Disponibilidad oportuna de agua para consumo en la vivienda, para lavar equipos y corrales de ordeño, para el riego presurizado de pequeñas áreas de hortalizas y para abrevar el ganado.
- Un ahorro importante puede darse si antes se utilizaba agua de la red pública y se pagaba la corriente eléctrica para el bombeo de agua hasta los puntos de utilización.
- No hay beneficios ambientales ni climáticos, en la medida que el agua captada en los techos es usualmente una proporción pequeña en relación al total del área de la finca.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA

Esta práctica es aplicable en fincas en las que se dispone de infraestructura de techos en buen estado y ubicadas en partes altas, desde donde el agua almacenada puede fluir por tubería hasta los lugares donde sería aprovechada.

En los casos en que no se disponga de diferencias de altura, el agua puede ser bombeada desde el tanque de captación hacia los lugares donde será aprovechada.

Es importante que los techos de captación se encuentren limpios de hojas y otros residuos que se descomponen o que obstruyen las canoas y tuberías.



## COSECHA Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA

- ✓ GANADO DE CRÍA Y ENGORDE
- ✓ GANADO DE LECHE
- ✓ HORTALIZAS Y AGUACATE



*“El aprovechamiento de la infraestructura (techos) para cosechar agua, tiene un inmenso potencial en las fincas de Costa Rica; aún en las zonas más lluviosas el agua puede escasear en ciertas épocas, y por lo tanto, se debe prever cosechando agua.”*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



Esta práctica consiste en la captación de agua de lluvia que cae en los techos de las casas y galerones. El agua captada es almacenada y usada según las necesidades. Las áreas de captación y los depósitos pueden ser de dimensión muy variada según la intensidad de la lluvia, la cantidad de la misma y los requerimientos de la finca.

Algunas fincas dedicadas a lechería y hortalizas, tienen limitaciones de acceso a fuentes de agua para su abastecimiento básico, inclusive el abastecimiento para consumo humano y del ganado. En otros casos, dependen de agua de pozo y el consecuente gasto de energía. Para ello, han construido infraestructura que les permite captar y almacenar el agua de lluvia.

Un caso de interés se analizó en una finca de ganado de cría en el distrito de San Vito de Cutris. Aprovechando los techos de las instalaciones, se diseñó y construyó un sistema de cosecha de agua, que se utiliza para los abrevaderos en todos los apartos de la finca. Se colocaron dos tanques grandes, que captan el agua llovida, y un sistema de distribución por gravedad.



## INVERSIÓN Y COSTOS

La inversión requerida para el aprovechamiento del agua captada puede tener varios componentes según las condiciones en los techos, la naturaleza de la precipitación y el uso que se le vaya a dar al agua captada.

Según la situación actual de los techos pueden ser varios tanques de diferente capacidad los cuales se llenan con la lluvia y se vacían gradualmente según las necesidades.

Un sistema de captación de aguas en techos, para captar y almacenar 150.000 litros de agua en cinco meses, más su red de distribución, puede tener un costo de aproximadamente USD 5.000.

**INVERSIÓN**  
CAPTACIÓN DE AGUA EN TECHOS

**USD 5.000**

**150.000 LITROS**  
EN CINCO MESES DE LLUVIA

## BENEFICIOS



- ▶ La protección de nacientes y quebradas y la construcción de bebederos, permiten la captura y disponibilidad oportuna de agua.
- ▶ Los árboles en el área de protección ofrecen la captura de carbono.
- ▶ La protección de las vertientes y quebradas permite a todos quienes reciben aguas abajo, que estas aguas sean más limpias y disponibles durante todo el año.
- ▶ Esta práctica evita también la erosión y reduce los riesgos de avalanchas y escorrentías descontroladas.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA

En el país se dan dos circunstancias particulares que motivan y justifican el uso de estas prácticas. Por un lado, lo quebrado del territorio nacional y la gran presencia de nacientes que permiten que el agua de las lluvias pueda ser captada y aprovechada. Por otro lado, hay suficiente evidencia que la ausencia de lluvias en varios meses y la irregularidad en las lluvias, son causa de la baja productividad de los animales y los cultivos.

Considerando dichos aspectos, se recomienda el uso de estas prácticas tanto como sea posible; especialmente en zonas donde las condiciones son extremas. La inversión puede ser pequeña, a largo plazo y los beneficios son bastante elevados.



## PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA

- ✓ GANADO DE CRÍA Y ENGORDE
- ✓ GANADO DE LECHE
- ✓ HORTALIZAS Y AGUACATE
- ✓ CULTIVO DE CAFÉ
- ✓ BENEFICIO DE CAFÉ



*“Los finqueros comprometidos con la conservación de la calidad del agua, han dedicado recursos para protección de nacientes y quebradas, generando así beneficios para ellos mismos y otros productores y poblados aguas abajo.”*

## ¿EN QUÉ CONSISTE?



Proteger las fuentes de agua se refiere al cuidado que se tiene para que las nacientes y quebradas disfruten de vegetación de diferentes características, de cobertura inmediata del suelo, arbustiva y arbórea, y limitar el acceso del ganado. Estos cuidados permiten que el agua que brota del suelo y la que se añade por la lluvia y las escorrentías, no erosione los suelos y se desplace en forma lenta, y no se contamine; a fin de que llegue a su destino intermedio y final como agua limpia y en forma continua.

Algunos finqueros comprometidos con la conservación de la calidad del agua, que ellos mismos aprovechan, han dedicado recursos para protección de nacientes y quebradas. Esto se encontró en fincas de hortalizas y aguacate en la zona de Dota, y también en Guanacaste en fincas ganaderas en zonas de ladera. Para ello, no cortan árboles y protegen las nacientes y quebradas, y así asegurar la reducción de las escorrentías en exceso y el beneficio de tener agua limpia.

En estos casos, se capturaron "ojos de agua" que permiten el abastecimiento permanente, que reduce la fluctuación usual durante el año. Cuanto mayor la protección de la naciente, menor la variabilidad de la disponibilidad a lo largo del año. El área de bosque de protección se ha ampliado a lo largo de los años. En las fincas ganaderas, estas nacientes y cauces están protegidas por cercos y no se permite a los animales consumir agua directamente de ellas; de esta manera los animales no contaminan las aguas.



## INVERSIÓN Y COSTOS

### FINCAS SIN GANADO

- NO CORTAR ÁRBOLES
- NO CAUSAR QUEMAS

NO HAY  
INVERSIÓN  
DIRECTA

### FINCAS GANADERAS

- CERCOS CON ALAMBRE DE PÚA
- CONSTRUIR BEBEDEROS
- LIMPIAR LOS BEBEDEROS
- INSTALAR LINEAS DE TUBERÍAS

USD 80 X CADA  
100 METROS DE CERCO  
+ COSTO DE BEBEDERO

En el caso de las fincas sin ganado, la protección de las vertientes no requiere inversiones directas. Tan solo no cortar árboles ni causar quemas en las riberas de las quebradas. En el caso de las fincas con ganado, para no permitir a los animales abrebar directamente de las fuentes de agua, se debe construir cercos con alambre de pua y bebederos con las respectivas líneas de tubería para el abastecimiento de agua. Además, los bebederos construidos deben ser limpiados periódicamente.

Respecto a las inversiones para asegurar la protección, ésta se limita en el caso de las fincas ganaderas, al costo del alambre y postes de cerco; y su mantenimiento con chapeas cada dos o tres meses para mantener el estado de los cercos. Esta inversión puede variar según la pendiente del terreno pero puede ser del orden de los USD 80 por cada 100 metros, una sola vez.

Es importante reconocer que la tierra que se deja sin uso en cultivos y pastos, y que pasa a ser área de protección, no puede ser muy amplia especialmente en fincas de pequeñas escala.

## BENEFICIOS



- El hato productivo va a tener mejor salud en general, debido a la reducción del impacto del clima y esto redundará en mejoras de productividad, desempeño reproductivo y vida útil de las vacas.
- La recolección del estiércol seco y su uso para la elaboración de compostaje permitirá abonar los potreros, debido al sistema de "cama en seco" que permite el invernadero.
- Es una medida necesaria para la adaptación al mal clima, condición que se presenta con mayor frecuencia en todo el país.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA



CLIMAS  
EXTREMOS



El cambio climático, los eventos extremos de lluvia y la rigurosidad actual de la época seca obligan a los ganaderos a adaptarse a estas nuevas condiciones. Desde el punto de vista de inversión, el galerón tipo invernadero plástico representa una alternativa viable a distintas escalas del negocio; si bien es cierto su vida útil es menor que las construcciones de madera o perlin y zinc. La posibilidad de construir un invernadero de plástico está al alcance de una gran mayoría de ganaderos; incluso algunas empresas de heilechos y flores que han cerrado sus operaciones ofrecen estructuras para invernadero en muy buenas condiciones y a precios muy accesibles; lo cual ha sido aprovechado por algunos ganaderos.

Por otro lado, ante la realidad de la inestabilidad climática, y considerando la experiencia en cuanto a los beneficios que se han logrado, se recomienda a todos los ganaderos que hagan estas inversiones, procurando los menores costos, usando materiales locales.



# AMBIENTE PROTEGIDO PARA EL GANADO

GANADO DE LECHE



*"El uso de ambientes protegidos para el ganado se ha convertido en una de las prácticas más comunes y efectivas de adaptación al cambio climático... una forma eficiente y de relativo bajo costo que reduce el impacto negativo del cambio climático en la salud y productividad de los animales."*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



Un ambiente protegido para el ganado consiste en una instalación adecuadamente ventilada, la cual permita que los animales se guarezcan de condiciones severas de clima que afectan su salud y su productividad. Dichas condiciones pueden implicar muy bajas o altas temperaturas y radiación, vientos muy fuertes y lluvias excesivas.

Una modalidad es el galerón con techo y paredes de plástico, de menor costo que la construcción convencional de perlin y madera, a fin de disponer de área de ambiente protegido para el ganado. Se utilizan como instalaciones donde el ganado está parte del tiempo en el repasto y parte de tiempo en el galerón. Es importante diferenciar estas instalaciones para uso temporal del ganado, de aquellas que se categorizan como instalaciones para manejo estabulado o semi-estabulado en forma permanente.

En algunas zonas las condiciones de alta temperatura y excesiva precipitación no son las ideales para desarrollar sistemas de producción de leche o de engorde exclusivamente a campo abierto. En tales casos, se diseñan instalaciones con madera y techos de lámina de zinc que permiten mantener los animales estabulados durante parte del día (las horas más calientes o en época de temporales) y protegerlos de las condiciones ambientales extremas. Esas áreas son para ordeño, descanso y/o alimentación bajo techo y acumulan excretas, que son usadas por la finca para fertilización directa en los potreros.



## INVERSIÓN Y COSTOS

La inversión reportada por metro cuadrado de este tipo de estructuras depende del nivel de detalle y durabilidad que se proponga el productor. Uno de los rubros más altos es el uso de perlin-tubo galvanizado, por lo cual algunos productores han optado por formas más económicas usando madera o bambú. La inversión aumenta cuando se incluye en el galerón tipo invernadero, una pista de alimentación con piso de cemento y cepos individuales para las vacas.

En términos de mantenimiento de la estructura, lo común es hacer cambio del plástico cada 3 a 5 años en condiciones normales. Algunas veces el viento es un problema y rompe el plástico con mayor frecuencia; por esta razón es importante una buena planeación del invernadero para evitar la exposición directa al viento. Algunos productores han optado por poner barreras naturales alrededor del galerón como caña de bambú u otras opciones que mitiguen el impacto del viento.

La construcción convencional con piso de concreto y techo de perlin y zinc tiene un costo de inversión mucho mayor que supera los USD 100 por metro cuadrado; sin embargo, son estructuras con un nivel de vida útil mucho mayor, superior a los 30 años, en condiciones normales.

La recolección de boñiga para ser usada en compost (aplicación directa a potreros) se hace cada dos meses y para unos 20 a 30 animales toma alrededor de 3 a 4 jornales. Además se utilizan sacos (usualmente los que se compraron con alimento concentrado) y maquinaria para acarreo.

INVERSIÓN  
EN INFRAESTRUCTURA

USD 12 - 25 x m<sup>2</sup>

MATERIALES



PARA LA ESTRUCTURA

\*LOS DOS ÚLTIMOS SON MÁS ECONÓMICOS

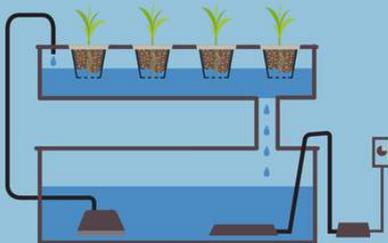
## BENEFICIOS



- ▶ La medida permite la cosecha diaria de forraje como suplemento, el cual se puede usar a razón de nueve kilos por vaca adulta por día, de acuerdo con un balance nutricional.
- ▶ Un aspecto a mencionar es la alta calidad nutricional de este forraje cuando se usa semilla de cebada, lo cual se refleja en el mayor contenido de sólidos de la leche y que permite recibir un plus en el precio, en caso de que las plantas industriales paguen por componentes (grasa y sólidos) de la leche.
- ▶ La disponibilidad de forraje hidropónico en corto tiempo debe considerarse como una alternativa en periodos de ausencia de otras opciones de alimentación.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA



La tecnología de producción de forraje hidropónico en invernadero es promisorio para productores de pequeña escala. Sin embargo, es necesario reducir los costos de producción.

Se requiere también generar más información sobre los aspectos nutricionales del forraje con diferentes semillas y número de días de desarrollo.

FORRAJE VERDE  
HIDROPÓNICO (FVH)

✓ GANADO DE LECHE

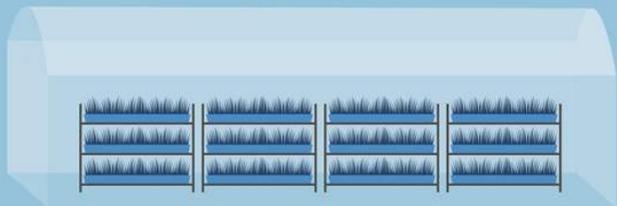


*"Una alternativa emergente para productores con poca tierra y sistemas de producción altamente intensivos... una nueva forma de auto-abastecimiento de forraje de alta calidad nutricional, especialmente en períodos de alto riesgo climático."*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



El forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales o leguminosas (maíz, sorgo, cebada, trigo, alfalfa, etc.) sobre bandejas. Se realiza durante un período de 7 a 14 días, captando la energía del sol y asimilando los minerales de la solución nutritiva que se pone en la bandeja. A esta edad, el forraje alcanza una longitud de 25 a 30 centímetros y los animales lo consumen en su totalidad, las hojas y el resto de semilla germinada.

En fincas lecheras y en aquellas de engorde intensivo de animales jóvenes, el uso de forraje hidropónico se ha venido constituyendo en una alternativa para producir nutrientes en poco espacio y tiempo, en forma complementaria al pastoreo o como parte de la alimentación estabulada.

En una pequeña pero muy intensiva finca en Cartago, se produce forraje hidropónico y se usa para suplementar las vacas lecheras en períodos críticos de disponibilidad de otros forrajes. Para este fin, se hizo una inversión en un equipo tipo cámara con riego por nebulización, ventilación y sistema de iluminación para producir forraje hidropónico usando semilla de cebada. El equipo fue construido en Costa Rica con modelos observados en Estados Unidos.

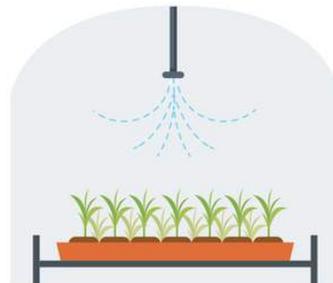
El sistema consta de un contenedor cerrado con capacidad para 126 bandejas que se insertan con la semilla diariamente y el flujo permite una producción diaria de 21 bandejas con un peso de 14 kilos cada una. El proceso de desarrollo del FVH no requiere de ningún tipo de fertilizante pues es de crecimiento acelerado a partir de las reservas de la semilla, el agua de riego y la fotosíntesis. El producto final tiene un alto valor nutricional debido a su alta digestibilidad (93%) y a su alto contenido de proteína cruda (24-25%) y enzimas.

En el caso arriba referido, se usa la cámara por razones de la temperatura ambiente externa en la zona de Cartago, bastante menor que la requerida para la adecuada germinación de la semilla y crecimiento del forraje.

También se sabe de casos de producción de forraje hidropónico en invernaderos, lo cual puede hacerse a diferente escala e intensidad y en forma más económica en cuanto a instalación y equipo. En este caso, las bandejas se colocan verticalmente en estructuras de aluminio a una altura de 35 a 40 centímetros una de otra. El proceso de producción y aporte de agua son los comunes en un invernadero. Para aplicar el agua se puede usar aspersión o nebulización.



## INVERSIÓN Y COSTOS



CADA BANDEJA PRODUCE 14 - 14,5 KILOS FVH

### INVERSIÓN DEL INVERNADERO

INSTALACIÓN + SISTEMA DE RIEGO  
PRESURIZADO + ESTRUCTURAS  
DE SOSTÉN + BANDEJAS

**USD 4.000 - 5.000**

( PARA 150 - 200 m<sup>2</sup> )

En cuanto a la producción en invernadero con riego por microaspersión o nebulización, usando semillas de maíz, el sistema es bastante económico. El costo de cada lote depende de la cantidad que se vaya a producir. Cada bandeja recibe 1,4 kilos de semilla. A un precio de USD 0,30 por kilo de semilla, el costo total de la semilla es de USD 8,40. A esto se suma media hora de un jornal, (USD 1,40), por lo tanto, el costo total por bandeja es USD 9,80 y el kilo sale a USD 0,70.



**20 BANDEJAS ► 300 kilos DIARIOS de FVH**

## BENEFICIOS



- El principal beneficio es que los purines aplicados aportan nutrientes que permiten una mayor producción de pasto por hectárea, y por ende aumentar la carga animal.
- La práctica permite reducir el uso de fertilizantes químicos, lo cual resulta en una disminución de costos.
- Desde el punto de vista ambiental, el aprovechamiento de purines permite que este subproducto no contamine las fuentes de agua.
- Un beneficio importante es la reducción de emisiones de óxido nítrico, por fertilización química. Debe recordarse que la mayor parte de las fincas lecheras con alta carga animal (5 a 10 cabezas por hectárea) usan fertilizante nitrogenado en dosis de 200 a 300 kilos por hectárea por año, distribuido en varias aplicaciones.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA

El aprovechamiento de los purines, que se produce en las lecherías y en los centros de engorde en los que se dispone de piso de cemento, debe ser una práctica cada vez más extendida.

La alta variabilidad en la composición de los purines no permite aún generar una recomendación específica sobre el aporte de nutrientes en reemplazo o complementario con los fertilizantes químicos. En la actualidad los productores reducen el fertilizante químico en una forma empírica y observando resultados.

No siempre se ha hecho un manejo adecuado de los purines en cuanto a método y dosis de las aplicaciones. Se requiere de asistencia técnica para implementar este tipo de proyectos.

Se recomienda a los productores en zonas de alta precipitación pluvial, techar el tanque de recolección de purines para que no exceda su capacidad por agua de lluvia. Un proyecto adicional complementario sería incluir un biodigestor para la producción de biogás y la separación de sólidos para compostaje.



## APROVECHAMIENTO DE PURINES

- ✓ GANADO DE CRÍA Y ENGORDE
- ✓ GANADO DE LECHE
- ✓ GANADO DE DOBLE PROPÓSITO

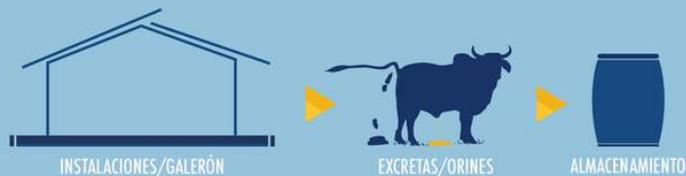


*“El aprovechamiento de los purines es una forma eficiente de devolver al suelo-planta una parte de los nutrientes que extraemos... un subproducto de la lechería y engorde intensivo con alto potencial mejorador de pastos y que permite reducir la dependencia de fertilización química”*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



Los purines (excretas + orines + agua de lavado durante la estancia de los animales en las instalaciones) representan un subproducto en las lecherías y engordes intensivos, que se obtiene de la limpieza de las salas de ordeño y corrales de alimentación que tienen piso de concreto.

Los purines han sido por años una preocupación por parte de la sociedad costarricense; en la medida que en muchos casos se dejaban fluir hacia las fuentes de agua, contaminándolas. Su aprovechamiento está normado por el dispositivo legal **SENASA-DG-D-003-2010**.

En la actualidad muchas de las salas de ordeño y de espera en la lechería y los centros de engorde son lavadas a presión, y los purines son aprovechados para complementar el riego de los pastos cercanos de acuerdo con la capacidad de bombeo u otras técnicas de riego utilizadas.

La aplicación de los purines en el potrero con bomba estacionaria se realiza una a dos veces por semana, dependiendo de la capacidad del tanque de almacenamiento de purines. En una finca con unas 25 a 30 vacas en ordeño se requiere un empleado durante unas 2 a 5 horas diarias para realizar la limpieza de la

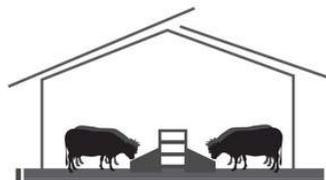
sala de ordeño y depositar los purines en el tanque de almacenamiento. Cada semana se puede distribuir los purines en 5 a 15 apartos, dependiendo del volumen de producción. Se realiza una planificación de acuerdo con la forma y tamaño del apto, para usar el cañón de riego en tres o cuatro puntos distintos por apto y puede durar cerca de 3 a 4 minutos por punto más 3 minutos adicionales para reubicar el cañón en el siguiente punto.

En algunos casos la parte más sólida de la boñiga se patea diariamente, se recoge con carretillo y es transportada hasta un invernadero donde se hace el compostaje.

Esta práctica también ha sido establecida en la ganadería de engorde. En una finca en Pérez Zeledón, las excretas que se acumulan en los corrales son removidas por lavado cada dos días. Se acumulan en un tanque, desde el cual son bombeadas a las áreas de producción de forraje, mediante el uso de una bomba especial (tragasapos) y un sistema de tuberías superficiales y móviles. Gracias a que el terreno es plano, la tubería se va desplazando por los campos de producción de forrajes, de manera que se va distribuyendo la boñiga poco a poco.



## INVERSIÓN Y COSTOS



El aprovechamiento de los purines se inicia en un galerón tipo invernadero en el que se alimentan los animales y el cual puede ser una infraestructura de bajo costo. El material recolectado es luego bombeado al área con pastos.

En cuanto a la inversión (sin incluir el galerón) en la bomba y las tuberías, esta depende de la dimensión de la operación. En fincas de 25 a 30 vacas en ordeño y con un área de bombeo de unas 5 a 7 hectáreas la inversión está en el rango de USD 4.000 a 5.000.



USD 4.000 - 5.000

{ ÁREA DE BOMBEO  
5-7 HECTÁREAS }

## BENEFICIOS



- ▶ Una observación importante es que algunos ganaderos valoran los árboles más por su presencia y la atracción de aves, que por los ingresos por la venta de madera o usos de la misma en la finca.
- ▶ Los árboles proporcionan sombra y alimento (para los casos que proveen hojas y frutos comestibles para el ganado).
- ▶ La extracción de madera o leña, desramando sin eliminar el árbol.
- ▶ Un beneficio importante es el secuestro de carbono que puede realizar cada árbol. Este secuestro unitario varía según la especie (densidad de la madera) y edad (velocidad de acumulación de biomasa). Puede estar en un rango de 10 a 30 kilos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por año. Y desde luego, la captura por hectárea dependerá del número de árboles.
- ▶ Algunas especies de árboles (leguminosas) son importantes contribuyentes de nitrógeno a los suelos.
- ▶ Un beneficio ambiental se observa en las fincas en las que se ha logrado diversidad de especies de árboles, lo cual contribuye a una mayor diversidad de aves y otros animales; y por lo tanto, el potencial para agro-ecoturismo en fincas ganaderas.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA

Esta práctica es recomendable en todas las fincas ganaderas, dados los múltiples beneficios que genera, siendo pertinentes cuatro observaciones: selección adecuada de especies; diseño del arreglo a utilizar; número de árboles por hectárea; y cuidado de los arbolitos durante su desarrollo.

La selección especies y número de árboles es muy importante, con el fin de no ejercer efecto negativo de la sombra en el pasto.



## ÁRBOLES EN POTREROS

- ✓ GANADO DE CRÍA Y ENGORDE
- ✓ GANADO DE LECHE



*“Los árboles en potreros contribuyen a la sostenibilidad de las fincas ganaderas por sus aportes al ganado (sombra y alimentos), a las familias productoras (frutos, madera, leña) y al ecosistema (captura de carbono, reciclaje de nutrientes, biodiversidad, mejora del paisaje).”*

## ¿EN QUÉ CONSISTE?



Esta práctica consiste en manejar las fincas ganaderas con la presencia de árboles en los potreros considerando los beneficios que generan. Esta forma supera el modelo de potreros extensos y sin árboles que se parecen más a un campo de caña o de arroz, donde no pastan las vacas.

Los arreglos observados de árboles son variables, pero se diferencian tres: Árboles aislados, lo cual se da especialmente con árboles grandes y de gran belleza; grupos pequeños de árboles, usualmente de la misma especie, que han crecido por dispersión de semillas en tierra adecuada para ellas; y bosquetes que son arreglos de mayor número de árboles y diversidad de especies.

Los árboles en potreros son un paisaje común en las fincas ganaderas en Costa Rica; sin embargo, hay zonas donde la densidad de árboles en los potreros es muy limitada. La pérdida de árboles se ha dado por la tala para cercos, construcciones en las fincas, leña, venta de madera y por incendios forestales. La renovación requiere motivación, inversiones en cercos para proteger los arbolitos jóvenes, un mínimo de agua para asegurar sobrevivencia de arbolitos jóvenes en la época seca e incentivos para la protección.

Las especies usadas dependen de las zonas. El cuadro ilustra posibles usos de algunas especies:

ESPECIES	PRINCIPALES USOS
Guachipelin	Madera para postes de cerca y corral, fija N
Guanacaste, Cenizaro, Madero Negro	Sombra para el ganado Follaje y frutos para alimentación del ganado Madera para construcción, fija N
Laurel, Cedro, Roble	Madera de alto valor para construcción Sombra para el ganado
Aguacatillo, Flor de Dama, Murta, Coquito, Guayabillo, Uruca, Cacho de Venado, Chile, Aguacatillo Amargo	Alimento para la flora y fauna. Mejora de la biodiversidad.



## INVERSIÓN Y COSTOS

En los casos analizados se han encontrado dos modalidades para tener más árboles en potreros. Una es la regeneración natural, que se logra dejando algunos árboles que han nacido de las semillas aportadas por la naturaleza. La otra es la siembra de arbolitos de especies nativas de la zona. La siembra es una inversión de mayor cuantía que incluye los arbolitos, la siembra y el cuidado durante su desarrollo.

En ambos casos se requiere separar el área a ser tratada, con cerco de alambre de púas o eléctrico; lo cual debe mantenerse en dicha condición durante dos años hasta que los arbolitos toleren el contacto con el ganado.

En el caso de la regeneración natural, el entresacado es al final del primer año, cuando

se puede apreciar los arbolitos de mejor conformación y el arreglo que se quiere dar a los árboles. El cuidado para prevenir el ingreso de animales y los incendios es la responsabilidad principal del finquero.

El costo del establecimiento de árboles en potreros, a través de cualquiera de las dos opciones referidas (siembra o regeneración natural) depende de la densidad de árboles y del arreglo que se seleccione. Para una regeneración natural que permita lograr unos 20 árboles en un solo arreglo tipo bosqueque en una hectárea, protegiéndolos con un cerco temporal de alambre de púas, el costo sería de unos USD 150 durante los dos años hasta que ya el ganado no los dañe.

### MODALIDADES

#### REGENERACIÓN NATURAL

#### SIEMBRA O PLANTACIÓN



20 ÁRBOLES  
USD 150  
DURANTE 2 AÑOS



(DE ESPECIES NATIVAS)

Si bien lo mencionado en los párrafos precedentes se refiere al costo de establecer árboles en potreros, es importante comentar sobre el costo de oportunidad de eliminarlos, para leña o para madera. Las decisiones son complejas y dependen de la necesidad del finquero y de su valoración del aporte de un árbol en pie o como madera o leña.

## BENEFICIOS



- Se perciben en el estado nutricional de los animales que son suplementados con el banco forrajero. Estos pueden significar hasta un 30% más en ganancia de peso por día en animales de engorde y de 10% a 20% en producción de leche en vacas lecheras que reciben, además del pastoreo, entre 5 y 6 kilos de forraje de corta.
- Permiten disminuir los costos en concentrados, especialmente en el ganado de leche.
- Se perciben en la medida que la finca puede disponer de alimento en una forma más segura durante todo el año. Más aún, si esa finca pudiese tener un pequeño pozo o hacer cosecha de agua, podría regar el banco forrajero en los meses de verano (en los casos que sea una especie perenne o sorgo forrajero que permite tres cortes) y tener producción más o menos continua.
- Se pueden mejorar si al producir más forraje en menos espacio, se libera área de potreros que se destina a bosque, el cual permite capturar más carbono. Los beneficios climáticos del banco mismo se perciben por la vía del secuestro de carbono y la fijación de nitrógeno, esto último en el caso de las leguminosas.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA

Los bancos forrajeros deben ser recomendados en todas las fincas como una medida que permite producir más energía y proteína en menos espacio. Son definitivamente una alternativa al gasto en concentrados, factor que sistemáticamente afecta el presupuesto de la finca.

El aprovechamiento del banco forrajero requiere designar una persona con la responsabilidad de hacer el corte y acarreo cada día. De allí, que se haya extendido en fincas de lechería y de doble propósito donde ya existe la costumbre de las rutinas diarias intensivas en mano de obra. Sin embargo, como se vio en uno de los casos de engorde intensivo, es también una práctica posible para tales fines.

La elaboración de ensilajes es una práctica un poco más delicada y debe realizarse con supervisión de asistencia técnica para lograr producto de calidad.

El aprendizaje sobre la aplicabilidad de esta práctica se deriva de la experiencia mostrada en los estudios de caso en ganadería de carne (cría, engorde y doble propósito) y lechería en varias regiones del país, que van del trópico seco al trópico semi-húmedo.



## BANCOS FORRAJEROS Y ENSILAJES

- ✓ GANADO DE CRÍA Y ENGORDE
- ✓ GANADO DE LECHE



*“Los bancos forrajeros contribuyen de forma importante a aumentar la cantidad y calidad de la oferta alimentaria de las fincas ganaderas, y con ello una mayor producción de carne y leche por unidad de superficie.”*

*“El ensilaje es una tecnología de conservación de forrajes que permite mantener una buena alimentación en épocas difíciles, y con ello los niveles de producción y productividad de las fincas ganaderas.”*

## ¿EN QUÉ CONSISTE?

ALTO CONTENIDO  
ENERGÉTICO/PROTEICO

Un banco forrajero es una siembra de forraje de alto contenido energético o proteico o ambos en un área reducida en donde se corta, y acarrea, se alimenta en fresco para suplementar animales en estabulación o semi-estabulación.

Se usan en dos modalidades, para ramoneo en los potreros y para corta, siendo este el caso aquí documentado, por ser el más común y el que ha dado mejores resultados.

El ensilaje se elabora a partir del material cosechado, y permite el aprovechamiento durante períodos más prolongados.

## EN BANCOS FORRAJEROS SE USA GENERALMENTE

## ENERGÍA

Caña de Azúcar (variedades forrajeras)  
Pastos de corte (Gigante • King Grass • Camerún)  
Granos (\*Sorgo • \*Maíz)

*\*Cuando estos últimos se cosechan con algo de grano tierno, aumenta el contenido energético-proteico.*

## PROTEÍNA

Cratylia • Morera • Botón de Oro • Moringa • Nacadero • Leucaena

*Se usa especialmente arbustivas (leguminosas y no leguminosas)*

Debido a su reconocido aporte nutricional, los bancos forrajeros se han extendido, aunque no en forma significativa, especialmente entre pequeños productores que tienen ganadería de leche o de doble propósito en poco espacio. En estos casos el forraje se corta a mano, usualmente en forma diaria, y se procesa con ayuda de una picadora impulsada por energía eléctrica o motor (gasolina, diesel). El forraje picado se usa como suplemento en dosis muy variables (de 3 hasta 10 kilos por animal adulto por día), dependiendo de la disponibilidad de forraje, mano de obra y facilidades de equipo.

El uso de bancos forrajeros para elaborar ensilajes también ha dado buenos resultados, especialmente en los casos de maíz y sorgo, en fincas de mayor escala donde se produce, corta y pica en forma mecanizada. El ensilaje se puede realizar en diferentes modalidades incluyendo el ensilaje en bolsas.



## INVERSIÓN Y COSTOS

En cuanto a la inversión y costos de operación se deben diferenciar varios componentes.

El establecimiento de un banco forrajero requiere una inversión en rastra del terreno, semilla y siembra. Este costo por cada mil metros cuadrados es menor si se aumenta el área total sembrada.

La frecuencia del corte es variada: en algunos casos es una sola vez (Maíz) en otros es cada seis meses (Caña de Azúcar) o cada 60 días en la época lluviosa (Cratylia).

Cortar el forraje puede ser de dos formas. La más aplicable a pequeño productor es corta diaria con machete y luego se pica con picadora eléctrica. En este caso, el costo de la picadora y la línea eléctrica hasta el lugar de uso (si la finca ya tiene línea eléctrica) es de aproximadamente USD 500. Si las siembras son de cinco o más hectáreas se usa una chopper. Se asume que la finca ya tiene el chapulín.

El abonamiento más efectivo es con el compost que se puede elaborar a partir de las excretas de los animales que se tenga en confinamiento, ya sea engorde o lechería.

COSTO DE  
ESTABLECIMIENTO  
ES BAJO

(INVERSIÓN SE  
HACE 1 VEZ)

USD 400  
x 1.000m<sup>2</sup>

2 FORMAS  
CORTAR  
FORRAJE

USD 500

PICADORA ELÉCTRICA



USD 3.000

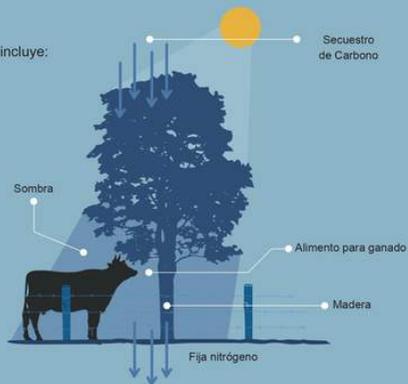
CHOPPER

## BENEFICIOS



Dependen de la especie usada e incluye:

- ▶ Fijación de nitrógeno
- ▶ Sombra para los animales.
- ▶ Alimento para los animales.
- ▶ Madera para uso en la finca.
- ▶ Secuestro de carbono.
- ▶ Hábitat para la biodiversidad.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA

Se recomienda que la práctica de cercas vivas sea difundida entre los ganaderos, especialmente aquellos con limitación de terreno, a fin de que en los cercos de potreros se produzca suplemento alimenticio. En las zonas más secas, como por ejemplo en Guanacaste, el éxito de la práctica depende de la viabilidad de retirar el ganado de los potreros en la época seca, pues los brotes son muy apetecidos por los animales.

El aprendizaje sobre la aplicabilidad de esta práctica se deriva de la experiencia mostrada en los estudios de caso en ganadería de carne (cria y doble propósito), en varias regiones del país que van del trópico seco al trópico semi-húmedo.



© Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible & Fondo Multilateral de Inversiones. Primera Edición.

El Caso "Cercas Vivas" ha sido financiado por el Proyecto "Valoración Técnico-Económica de Medidas Climáticas en el Sector Agropecuario" (ATN/ME-14064-CR) cofinanciado por Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible y el Fondo Multilateral de Inversiones, miembro del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo.

Esta publicación del Proyecto "Valoración Técnico-Económica de Medidas Climáticas en el Sector Agropecuario" es propiedad de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible y el Fondo Multilateral de Inversiones. Queda permitido reproducir esta publicación parcial o totalmente, siempre y cuando se tenga consentimiento previo de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible & Fondo Multilateral de Inversiones y su autoría quede atribuida. La información y las opiniones presentadas en esta publicación son las de los autores y no representan necesariamente la posición oficial del Banco Interamericano de Desarrollo.



## CERCAS VIVAS

- ✓ GANADO DE CRÍA Y ENGORDE
- ✓ GANADO DE LECHE

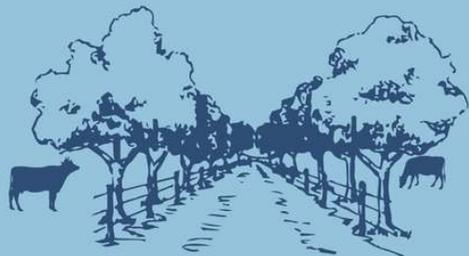


*"Las cercas vivas producen múltiples beneficios a las fincas ganaderas; los animales reciben sombra y alimento, se produce postes, madera y frutos para comercialización, y se recibe además servicios ecosistémicos."*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



El uso de cercas vivas en los linderos y entre los potreros fue hace algún tiempo, una práctica bastante extendida en las fincas ganaderas de Costa Rica y debe estimularse.

La cerca viva es aquella que se establece mediante la siembra de árboles en un cerco, sustituyendo o acompañando los postes muertos. En fincas de pequeña escala se recomiendan las cercas vivas de menor follaje para evitar exceso de sombra en las pasturas. En algunos casos, la siembra de árboles en el lindero debe ser consultada con el vecino, quien pudiera no estar de acuerdo.



### USOS

- Alimento para el ganado
- Cosecha de madera
- Postes para cerca
- Sombra para el ganado
- Refugio, alimento y desplazamiento a la fauna silvestre.



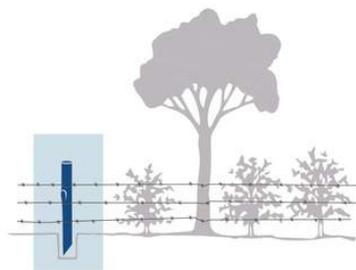
### ESPECIES

Especies utilizadas, dependen de la zona y amplitud del espacio disponible:

- Poro *Erythrina sp.*
- Indio pelado *Bursera simaruba*
- Madero negro *Gliricidia sepium*
- Cedro amargo *Cedrela odorata*
- Tempate *Jatropha curcas*
- Limoncillo *Swinglea glutinosa*



## INVERSIÓN Y COSTOS

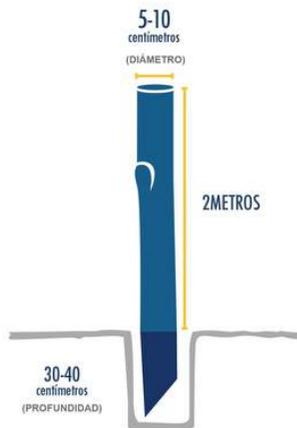


COSTO DE ESTABLECIMIENTO ES BAJO

(INVERSIÓN SE HACE 1 VEZ)

**USD 120 - 150**

POR CADA 100 metros LINEALES DE CERCA



Su establecimiento es muy fácil: Las estacas que se van a sembrar se cosechan al final de la época seca (mayo), se almacenan en posición vertical por unas dos semanas y se siembran cada dos a tres metros, con una tasa de éxito de casi el 90%.

Las estacas se cortan de árboles existentes en la finca, las cuales se clavan en los cercos existentes, que usualmente ya tienen alambre de púas. La idea es que el ganado no alcance los brotes superiores hasta que árbol se haya desarrollado.

El costo de establecimiento incluye la mano de obra para la corta, el acarreo y siembra de los estacones.

## BENEFICIOS



Los beneficios de un buen manejo de pasturas y del pastoreo rotacional actúan en sinergia. Este sistema se viene usando desde hace muchos años en la lechería; en donde el pasto se abona con fertilizantes químicos y/o manejo de purines, por gravedad o por bombeo.

Conocidas las bondades del sistema, ha implicado que se extienda a fincas pequeñas y medianas donde la precipitación es más o menos estable durante el año o en aquellas donde es posible el riego en el verano.

- ▶ Permiten una mayor carga animal, y mejor estado nutricional de los animales (que comen pasto más tierno cada día).
- ▶ Contribuye a una mayor ganancia de peso y producción de leche, en función en ambos casos, de la calidad genética y estado de salud del ganado.
- ▶ Se maneja la disponibilidad del pasto a lo largo del año.
- ▶ Se evita la erosión del suelo cuando éste queda desnudo en el verano.
- ▶ Se da el secuestro de carbono en los pastos y menores emisiones de metano por animal, que aprovecha mejor el forraje más tierno (con mayor digestibilidad) para producción de carne y leche.
- ▶ La emisión total de metano de la finca podría aumentar si el finquero tiene más animales, gracias a que dispone de más forraje. De hecho, esto se ha observado en algunos de los casos analizados.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA

Esta es sin duda una de las prácticas más necesarias y que ha mostrado ser efectiva en los varios casos analizados tanto en ganadería de cría para carne, en doble propósito y en lechería; con diferentes especies de pastos, a partir de una selección adecuada de las especies acorde con el ecosistema.

La práctica permite generar beneficios económicos significativos; y por lo tanto se recomienda sea ampliamente difundida entre todos los ganaderos. Los de menor escala de finca pueden aprovechar mejor el área de que disponen; y los que tienen más área pueden reasignar tierra a otros usos, incluyendo la recuperación de bosque natural y plantaciones forestales.

El aprendizaje sobre la aplicabilidad de esta práctica se deriva de la experiencia mostrada en los estudios de caso en ganadería de carne (cría y doble propósito), y en lecherías en varias regiones del país que van del trópico seco al trópico semi-húmedo.



POTREROS EN RECUPERACIÓN

© Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible & Fondo Multilateral de Inversiones. Primera Edición.

El Caso "Manejo de Pasturas y Pastoreo Rotacional" ha sido financiado por el Proyecto "Valoración Técnico-Económica de Medidas Climáticas en el Sector Agropecuario" (ATHME-14064-CR) cofinanciado por Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible y el Fondo Multilateral de Inversiones, miembro del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo.

Esta publicación del Proyecto "Valoración Técnico-Económica de Medidas Climáticas en el Sector Agropecuario" es propiedad de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible y el Fondo Multilateral de Inversiones. Queda permitido reproducir esta publicación parcial o totalmente, siempre y cuando se tenga consentimiento previo de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible & Fondo Multilateral de Inversiones y su autoría quede atribuida. La información y las opiniones presentadas en esta publicación son las de los autores y no representan necesariamente la posición oficial del Banco Interamericano de Desarrollo.



## MANEJO DE PASTURAS Y PASTOREO ROTACIONAL

- ✓ GANADO DE CRÍA Y ENGORDE
- ✓ GANADO DE LECHE
- ✓ GANADO DE DOBLE PROPÓSITO



*"El pastoreo rotacional permite una adecuada recuperación de las pasturas y con ello maximiza la producción de carne y leche por unidad de superficie."*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



Esta práctica responde al problema de sobrepastoreo de los potreros, lo cual resulta en invasión de malas hierbas, degradación de los suelos y baja productividad de los pastos.

Las pasturas se manejan con diversas prácticas como se muestra en la figura. Hay que tomar en cuenta que es deseable hacer el abonamiento con compost, pero si esto no fuera posible, entonces la fertilización química racional es una opción.

En todo caso, el abonamiento con compost y la fertilización química, deben sustentarse en un análisis de suelos y requerimientos de nutrientes por parte de los pastos. Debe recordarse que el valor nutricional de los pastos depende fundamentalmente del uso de especies adecuadas, de su manejo y de la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Cuanto más nutritivo es el pasto, menores son los requerimientos de suplemento mineral que debe darse al ganado.

El pastoreo rotacional permite que los pastos se recuperen (periodos de descanso adecuados para cada especie). Hay varios tipos de diseño que se pueden adaptar a la topografía, condiciones de los suelos y acceso a fuentes de agua, siendo este último uno de los aspectos más importantes. La disponibilidad de sombra para los animales en el potrero es otro factor importante.

El control de malezas es sencillo, pero puede representar un costo de operación importante. Luego de cada pastoreo deben eliminarse selectivamente las malezas, idealmente mediante chapeas, y en caso de ser necesario, con uso racional de herbicidas. El plan de manejo de malas hierbas dependerá del grado de infestación original de los potreros y de los tipos de malezas presentes.

## ¿CÓMO MEJORAR LAS PASTURAS?



### TAMAÑO ADECUADO DE POTREROS

Según el número y peso de los animales, lo cual determina la carga animal.



### CONTROL DE MALAS HIERBAS

Sin desperdiciar agroquímicos.



### RECURRIR A LA FERTILIZACIÓN

Restablecer nutrientes del suelo.

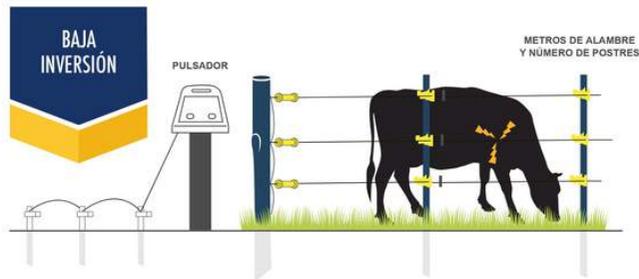


### PASTOREO ROTACIONAL

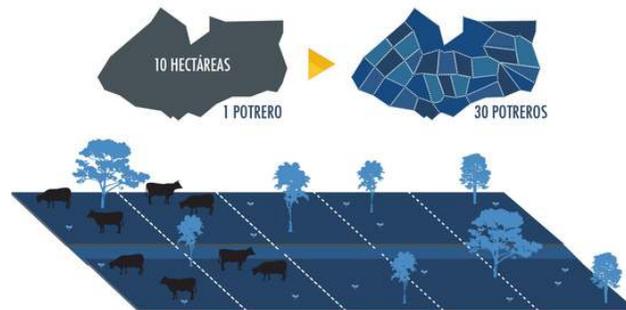
Se divide la finca en potreros, teniendo los animales un día en cada potrero.



## INVERSIÓN Y COSTOS



Los requerimientos de inversión incluyen el establecimiento de la pastura o solo su mejoramiento y recuperación y la inversión del sistema para pastoreo rotacional. El cerco eléctrico incluyen el cable eléctrico, pulsador, postes y bebederos. El costo de mantenimiento es bajo y no pasa de tres a cuatro jornales por mes para una finca de 10 hectáreas dividida en 30 potreros; especialmente para chapea debajo de los alambres para evitar la pérdida de corriente por contacto del alambre con el pasto y para el control de malas hierbas.



Un costo importante puede ser la fertilización en suelos poco fértiles. Si ésta se hace con fertilizante nitrogenado químico a razón de una aplicación de 50 kilos por hectárea de nitrógeno (más minerales menores si se usa fórmula completa) cada dos meses; este costo (incluyendo la aplicación) puede ser de USD 120 hectárea por año. El costo puede ser menor y el resultado mejor, si se usa purines, o si se usa compost.

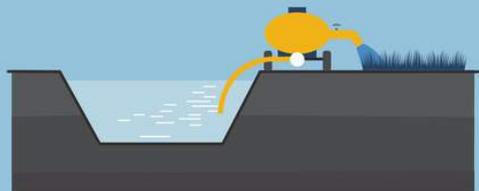
## BENEFICIOS



- Se ha reconocido que, como sistema de tratamiento de aguas, es el más eficiente y da resultados adecuados a las aguas residuales del beneficiado, ya que no se generan olores que signifiquen quejas de los vecinos y no hay vertidos de aguas en los caudales de los ríos.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA



Con respecto a recomendar que los Beneficios la implementen, pese a que los costos de mantenimiento y operativos son reducidos, el factor limitante es el área que deben disponer para la siembra de pasto, por lo cual, para un beneficio pequeño no sería una medida a implementar.

Dado que la práctica constituye un abonamiento de calidad para el pasto, se ha sugerido la posibilidad de que sea aprovechado para uno o más cortes para elaboración de pacas de heno; y que para tal fin, hasta podría ampliarse el área sembrada de pasto. El tema está siendo considerado por el ICAFE para sus negociaciones con el Ministerio de Salud.



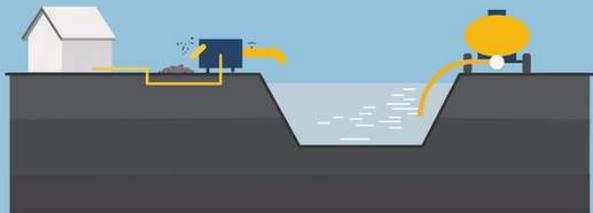
# USO DE LECHO DE SECADO EN PASTO ESTRELLA

✓ BENEFICIO DE CAFÉ



*“Este es uno de los métodos innovadores para el tratamiento de las aguas residuales, el cual genera beneficios tanto económicos, como ambientales en su implementación”*

## ¿EN QUÉ CONSISTE?



El sistema de aspersión sobre pasto Estrella (*Cynodon nemifluensis*) consiste en que las aguas crudas del proceso de beneficiado, luego de pasar por un tamiz para la separación de sólidos, son dispuestos en un campo con pasto Estrella para su tratamiento.

En el funcionamiento del sistema se diferencian tres etapas: evaporación, transpiración y filtración natural. En su funcionamiento, es importante señalar que el sistema no requiere la aplicación de ningún insumo para el tratamiento del agua. Si se requiere de una bomba de presión para extraer el producto de la poza donde se ha depositado transitoriamente y su lanzamiento al campo de secado.

La utilización de esta práctica requiere disponer de un área considerable donde verter las aguas. En el caso de uno de los Beneficios analizados, se cuenta con un área de 3.500 m<sup>2</sup> donde se sembró el pasto Estrella. En otro de los casos, el área sembrada fue de alrededor de 10.000 m<sup>2</sup>. En relación al área requerida, esta varía de acuerdo al consumo de agua por fanega de café. En un Beneficio con un consumo de 0,986 m<sup>3</sup> (metros cúbicos) por fanega se requiere un área de 15.166 m<sup>2</sup>, mientras un Beneficio con un consumo de 0,160 m<sup>3</sup> por fanega requiere un área de 1.384 m<sup>2</sup>. De esto se desprende que cuanto mayor sea la eficiencia en el consumo de agua para el despulpado del café, menor sería el área de pasto requerida; y por lo tanto menor la inversión en la adquisición del terreno.



## INVERSIÓN Y COSTOS

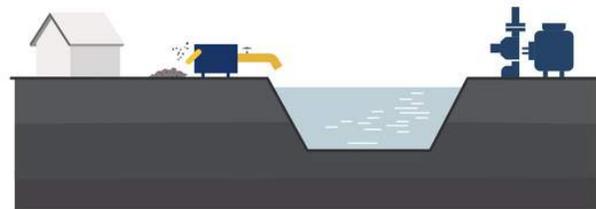
La inversión requerida depende de la escala del Beneficio. Se estima que para un Beneficio que procesa entre 10.000 a 17.000 fanegas (2.480 y 4.216 toneladas métricas de café fruta), el monto de la inversión es de USD 12.000, incluyendo la laguna de oxidación (para un estadio temporal) y el bombeo hasta el campo. Si se tuviese que comprar el terreno, el aumento podría ser considerable, según el costo de oportunidad, considerando especialmente que los Beneficios de café suelen estar cada vez más rodeados de áreas urbanas.

Respecto al costo de operación, este es de aproximadamente USD 0,17 por fanega, lo que representa alrededor del uno por ciento (0,89%) del costo total aprobado por fanega de café.

CONSTRUCCIÓN DE UNA  
LAGUNA DE OXIDACIÓN

UNA PLANTA  
QUE PROCESA  
10.000-17.000  
FANEGAS

USD 12.000



## BENEFICIOS


**OBLIGACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
 REGLAMENTO DE VERTIDO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES N° 33601**

En el país es mandatorio el tratamiento de las aguas residuales, para lo cual se han dispuesto diferentes métodos o procesos; de los cuales las lagunas de oxidación, fue de las más implementadas para este fin, con el objetivo de cumplir con el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales del Ministerio de Salud.

► La laguna de oxidación permite el tratamiento de residuos que de otra forma se acumularían o arrojarían a los ríos con los consecuentes daños ambientales y sociales. Es decir, no generan un beneficio directo de tipo económico, pero son requeridos para acatar una norma estatal.


**APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA**


USA MENOS AGUA



REUTILIZACIÓN DE AGUA

La práctica de lagunas de oxidación es aplicable especialmente en los casos donde no funcionan otros métodos alternativos como es el lecho de secado de pasto Estrella, que, aunque es más barato, requiere del terreno donde tener la siembra del pasto.

Adicionalmente, y como parte de las medidas que han implementado los diferentes Beneficios en el país, la reducción y reutilización de agua en el proceso, reduce las emisiones. Cuanto menor sea el consumo de agua, menor será la factura por este rubro.



# LAGUNAS DE OXIDACIÓN

✓ BENEFICIO DE CAFÉ



*“Tradicionalmente fue una de las alternativas más utilizadas para el tratamiento de las aguas residuales de Beneficios de café. Actualmente se presenta como una opción en zonas en que por las condiciones climáticas otros métodos de tratamiento de aguas no son factibles.”*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



Una **LAGUNA DE OXIDACIÓN** es una excavación de poca profundidad en la cual se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos que conviven en forma simbiótica y eliminan en forma natural los patógenos relacionados con la materia orgánica.

En los Beneficios de café es la laguna de oxidación en la que se vierten la broza y aguas mieles subproducto del beneficiado, hasta lograr su oxidación, en forma previa a la disposición de las aguas.

La demanda química de oxígeno (DQO) es la medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales. En el caso de las lagunas de oxidación para Beneficios de café el DQO, expresado en miligramos de oxígeno/litro es alrededor de 3.000 a 7.000 miligramos/litro en comparación con 300 a 400 en lagunas para aguas negras no tratadas, y de 10.000 a 20.000 en lagunas de manejo de estiércol de vacunos.

Es importante considerar que el manejo de las aguas residuales está asociado con las condiciones del suelo y clima. El uso de lagunas de oxidación es eficiente en aquellas zonas en donde existe alta temperatura, baja humedad relativa durante la cosecha y una

adecuada infiltración en el suelo (texturas francas).

Para el diseño de las lagunas es necesario tomar en cuenta el valor de infiltración del suelo, haciendo pruebas para tener una base a ese respecto. La infiltración en la laguna será alta al inicio, y luego disminuirá debido a la saturación del suelo. El agua tendrá movimiento horizontal, de las zonas de mayor a menor presión, y además, existirá pérdida de agua por evaporación.

Es necesario manejar adecuadamente la recirculación en el proceso durante la época de cosecha, para minimizar el volumen de las lagunas. Por ejemplo, una cosecha que dura en promedio tres meses (90 días), si utilizamos un depósito decantador de 4.000 litros de capacidad en el tirante superior y 2.000 litros en el tirante inferior, tendremos utilizaciones de capacidad diferentes durante el inicio de la cosecha, en el pico y el final.



## INVERSIÓN Y COSTOS

## CONSTRUCCIÓN DE UNA LAGUNA DE OXIGENACIÓN

UN BENEFICIO QUE PROCESA 10MIL-17MIL FANEGAS



EN UN PERIODO DE 3 MESES

USD 18.000

En Costa Rica, a nivel de costos de manejo de aguas residuales, el sistema de lagunas de oxidación es de USD 0,2 por quintal de 46 kilos, lo cual es algo mayor que el manejo por campo de aspersión, USD 0,18 por quintal de 46 kilos; de acuerdo con los costos de producción publicados por el ICAFE.

La inversión requerida para construir y poner en operación una laguna de oxidación, incluye la planta de bombeo, las tuberías y el terreno donde se construye la planta de oxidación. Todos estos componentes varían según la capacidad de operación diaria del Beneficio. Se estima (en forma muy preliminar pues no hay datos disponibles) que para una planta que procesa 10.000 a 17.000 fanegas, y que el periodo de procesamiento es de tres meses; el monto de la inversión es aproximadamente de USD 18.000.

Respecto al costo de operación para un Beneficio de dimensiones como el referido, este es de aproximadamente USD 140 por día, lo que daría la suma de USD 12.600 por campaña, considerando que el Beneficio opera sobre un promedio de 90 días por año.

## BENEFICIOS



- El beneficio económico dependerá del costo de producción por kilowatt (Kw), respecto a la tarifa eléctrica.
- El beneficio climático no sería muy significativo, dado que la energía eléctrica que se produce en el país es a partir de plantas hidroeléctricas, que no generan gases de efecto invernadero. Sin embargo, debe considerarse que esta práctica puede ser en algunos casos algo más eficiente en términos de emisiones que otras para manejo de broza de café.
- El aporte a la mejora de la calidad de los suelos, no se daría si se considera que la broza tiene un uso alternativo para elaborar compost, el cual se puede usar como abono orgánico.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA

70%

BROZA

+

30%

CASCARILLA

→

20%

HUMEDAD RELATIVA

La broza del café ha sido utilizada por el ICAFE en el Beneficio administrado por la institución, operando un gasificador. De los resultados obtenidos se pudo determinar que la mezcla de broza más cascarrilla que dio mejores resultados fue 70% broza y 30% cascarrilla con 20% de humedad relativa. Su aplicación en beneficios de pequeña escala debe considerarse a la luz del uso alternativo de la broza para elaborar compost y los beneficios que ello genera.

© Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible & Fondo Multilateral de Inversiones. Primera Edición.

El Caso "Gasificador en Beneficios de Café" ha sido financiado por el Proyecto "Valoración Técnico-Económica de Medidas Climáticas en el Sector Agropecuario" (ATN ME-14084-CR) cofinanciado por Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible y el Fondo Multilateral de Inversiones, miembro del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo. Esta publicación del Proyecto "Valoración Técnico-Económica de Medidas Climáticas en el Sector Agropecuario" es propiedad de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible y el Fondo Multilateral de Inversiones. Queda permitido reproducir esta publicación parcial o totalmente, siempre y cuando se tenga consentimiento previo de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible & Fondo Multilateral de Inversiones y su autoría quede atribuida. La información y las opiniones presentadas en esta publicación son las de los autores y no representan necesariamente la posición oficial del Banco Interamericano de Desarrollo.



## GASIFICADOR EN BENEFICIOS DE CAFÉ

✓ BENEFICIO DE CAFÉ



*"Como una tecnología alternativa para los Beneficios de café, el gasificador permite el aprovechamiento de un subproducto (broza del café), para la generación eléctrica."*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



Existen diferentes opciones para aprovechar el recurso biomásico, siendo una bastante popular, la combustión directa. También es posible obtener de la biomasa diversos productos combustibles a través de distintos procesos. Uno de ellos es la gasificación para obtener biogas. Las ventajas que presenta la gasificación de biomasa es que un gas es más fácil de quemar; y por lo tanto más eficiente, que un combustible sólido. Además de que se pueden obtener subproductos útiles del proceso.

En un estudio realizado por la Universidad de Costa Rica (UCR), se ha mostrado que la broza del café dejará de ser uno de los residuos que genera contaminación ambiental y pasará a ser un subproducto que sirve como combustible para producir energía eléctrica.

Se ha expuesto que es factible obtener electricidad mediante la gasificación de la broza de café,

pero que se debe diseñar adecuadamente todo el proceso para controlar principalmente las condiciones de temperatura, presión y humedad asociada con el proceso de obtención de energía.

El primer paso de este proceso es la densificación, que reduce el nivel de humedad de la broza y aumenta su densidad hasta convertirla en pellets. De esta forma se facilita el almacenamiento, se prolonga su vida útil y se maximiza su poder energético. Una vez obtenidos los pellets, se procede a descomponerlos parcialmente al calentarlos sin presencia de oxígeno, seguidamente se queman con aire para liberar la energía que es la responsable de que se pase a la siguiente etapa que es la reducción, es decir, en donde finalmente surge el gas. Dicho gas se limpia y posteriormente sirve como combustible para un motor de combustión interna que genera electricidad.



## INVERSIÓN Y COSTOS

ADQUISICIÓN DE  
UN GASIFICADOR

USD 40.000

CON UN RECIBO SUPERIOR A  
7.500 FANEGAS

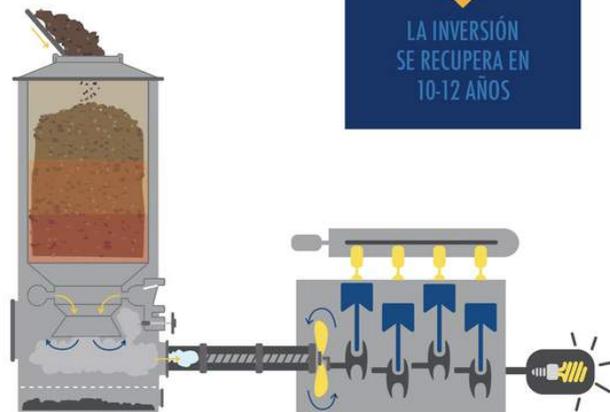
La inversión requerida para instalar un gasificador en un Beneficio con un recibo superior a 7.500 fanegas por año, es aproximadamente USD 40.000.

Esta referencia sugiere que el gasificador es una alternativa para los Beneficios de mayor escala.

Como parte del aporte/ahorro un gasificador podría aportar energía eléctrica del orden de 10 a 20 kilowatts por hora. La inversión se podría recuperar entre 10 y 12 años. Este aporte permitiría bajar los costos de energía eléctrica.



LA INVERSIÓN  
SE RECUPERA EN  
10-12 AÑOS



## BENEFICIOS



- El compost mejora el contenido de materia orgánica y la calidad del suelo. Se utiliza preferiblemente en viveros y en plantaciones nuevas de café.
- Para hortalizas y viveros se recomienda una mezcla de mitad abono y mitad suelo. En plantaciones nuevas se pueden aplicar 2 a 3 libras por hoyo. La aplicación en plantaciones se hace en forma de media luna arriba del árbol o alrededor del árbol en terreno plano.
- En suelos fértiles se aplican 1 a 2 kilos por planta; en suelos de bajo contenido de materia orgánica se aplican hasta 3 kilos por planta. En suelo fértil es suficiente aplicar cada 2 a 3 años; pero se requiere una aplicación más frecuente para la recuperación de suelos degradados.
- En laderas es esencial combinar la aplicación del abono para mejorar la fertilidad del suelo con otras prácticas de control de erosión.
- La reducción de óxido nítrico se dará en la medida que se reemplacen los abonos químicos nitrogenados por el compost.
- El uso de compost incrementa la diversidad biológica del suelo (como población de lombrices, hongos benéficos, etc.).
- El compost incorpora nutrientes que son cedidos de forma gradual a la planta y con esto evita pérdidas por lixiviación y volatilización.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA

## SE EXTRAE LA BROZA

SE REALIZA EL  
LAVADO DEL CAFÉSE ELABORA  
EL COMPOST

El uso de compost a partir de broza de café es una práctica muy apta para todo productor que beneficia su propio café. Esto permite utilizar sus propios recursos generados en el agrosistema y así reciclar nutrientes, disminuir costos e incrementar la fertilidad biológica del suelo. Los Beneficios que sirven a varios productores podrían tener en este rubro una fuente adicional de ingresos y contribuir a una caficultura más amigable con el ambiente.

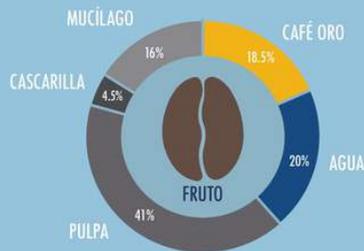
COMPOST CON  
BROZA DE CAFÉ
 CULTIVO DE CAFÉ


*“La aplicación de compost de broza de café, mejorará la fertilidad del suelo mientras se aprovecha un subproducto del beneficiado.”*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



DAR VUELTA CADA 30 DÍAS  
DURANTE 120 DÍAS

El compost o abono orgánico de broza de café es el producto que se obtiene por descomposición orgánica de la broza. Del fruto del café, se obtiene la broza. Las concentraciones de fósforo, calcio y potasio están en mayor cantidad en la pulpa que en el propio grano de café, además de contener magnesio, azufre, hierro y boro. Procesado como abono orgánico, estos nutrientes se liberan paulatinamente. De cada 10 sacos de café oro se pueden producir aproximadamente 20 sacos de abono de broza.

El uso de la broza de café como abono orgánico es una práctica bastante extendida; sin embargo, su elaboración y aplicación aún requiere más conocimiento. En particular el análisis químico para identificar el contenido de minerales y por lo tanto el riesgo de su uso en proporción mayor a la necesaria.

Para elaborar el compost se busca un terreno plano, cerca de una fuente de agua y que pueda protegerse de animales domésticos, donde se construye el galerón, el cual debería de tener un piso de cemento. Para que la pulpa contenga la menor cantidad de agua, se puede construir un escurridor sencillo al final del canal de desagüe de donde sale la pulpa del Beneficio. El

compost a base solo de pulpa de café es muy rico en nutrientes, pero se logra un compost más balanceado y alto en nitrógeno si este se elabora en capas con otras materias primas como estiércol de bovino, cerdasa o gallinaza. Este se elabora mediante capas en una relación de la proporción de 2:1 (broza/estiércol) tomando en cuenta que la pulpa de café es rica en fósforo y potasio, y el estiércol es rico en nitrógeno. Se pueden agregar capas de rastrojos para aumentar los niveles de relación carbono/nitrógeno y prevenir muy altas temperaturas.

Para la aplicación en suelos ácidos se recomienda agregar a la abonera un quintal de cal o ceniza por cada 50 quintales de pulpa. La abonera debe tener un ancho y una altura máxima de 1,5 metros. La descomposición se puede acelerar poniendo estacas en la abonera quitándolas a los 5 a 7 días. El calentamiento mayor de 70°C resulta en la destrucción parcial de patógenos y de las semillas de malezas. Se voltear la abonera cada 20 a 30 días hasta los 120 días. La pulpa completamente descompuesta se reconoce por su color oscuro y olor a tierra. Un metro cúbico de abono pesa aproximadamente 500 a 600 kilos.



## INVERSIÓN Y COSTOS

## ABONERA

QUE PROCESA

100 QUINTALES DE BROZA

SE REQUIERE

1 JORNAL x 2 MESES

DE ELABORACIÓN

CONSTRUCCIÓN  
DEL GALERÓN

DE MADERA  
PISO CEMENTO  
LAMINAS DE ZINC  
ABONERA DE 100m<sup>2</sup>



USD 360 x m<sup>2</sup>

Para construir una abonera de 100 m<sup>2</sup> su costo total es de USD 360.

El manejo de la abonera requiere bastante mano de obra para preparar el abono, voltearlo y aplicarlo. La mano de obra se necesita sobre todo durante la época seca después de la cosecha de café. Se ocupa alrededor de 4 a 5 jornales por hectárea para el acarreo y aplicación del compost en el cafetal.

Cuando se trata de operaciones de mayor escala, la operación de composteo se realizará con un chapulín el cual tiene incorporado a su toma de fuerza un volteador de compost, lo cual permite una aireación total al producto. Esto ayuda a descomponer el material de manera homogénea. El abono descompuesto se puede almacenar en un sitio seco o en sacos.

## BENEFICIOS



- ▶ Mejora de la fertilidad de los suelos por aumento de materia orgánica.
- ▶ Aumento de reciclaje de nutrientes.
- ▶ Mantenimiento de la humedad del suelo.
- ▶ Mejor salud radicular del café que se resume en una planta más saludable y vigorosa y con ello una mayor producción.
- ▶ La protección de los suelos conduce a menor erosión y arrastre de nutrientes.
- ▶ El cuidado de arvenses nobles en una finca implica que otras en la vecindad se van limpiando aunque más lentamente, por que las semillas son acarreadas por el viento y los pájaros.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA



Estas prácticas son recomendables en zonas de laderas con alta pendiente y en aquellas donde hay una elevada incidencia de malas hierbas. Sin embargo, si el proceso erosivo y de contaminación ya ha sido considerable, debe tomarse en cuenta que la recuperación puede ser muy lenta.

CONSERVACIÓN DE SUELOS  
EN CAFETALES

✓ CULTIVO DE CAFÉ



*“El recurso suelo es el activo más importante del caficultor. Su conservación y mejoramiento aseguran la productividad a largo plazo.”*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



### ARVENSES

El recurso suelo es el de mayor importancia en el sistema de producción de café al igual que en muchos cultivos. Una de las prácticas para mejorar los suelos consiste en mantener una cobertura vegetal de arvenses nobles (que no cause competencia al café), el cual ayuda a proteger el suelo del impacto directo de las gotas de lluvia y disminuye el poder de escorrentía y por ende el poder erosivo. En forma complementaria mediante la ejecución de chapeas o control mecánico con motoguadaña, se va cortando e incorporando materia orgánica al suelo para incrementar su fertilidad en forma gradual.

En los últimos años se está dando la tendencia entre los productores de café de visualizarlo como un ser vivo. Tres de las cuatro fincas vanguardistas cuya experiencia ha sido valorada para este proyecto no aplican, o lo hacen en forma mínima, herbicidas al suelo para el control de malezas.

El ICAFE, CATIE y GENICAFE han identificado como arvenses nobles al canutillo (*Commelina diffusa*), cinquillo (*Drymaria cordata*), trébol (*Oxalis corniculata*), entre otras que causan una mínima competencia hacia el café; sin embargo cada productor en su experiencia y trabajo va identificando las arvenses nobles presentes más adecuadas para las condiciones de su finca. En contraste las gramíneas, las ciperáceas así como bejuco de las familias de cucurbitáceas y convolvuláceas, son identificadas como agresivas en el campo y controladas en forma manual o química mediante la aplicación de herbicidas aplicados en "parchoneos".

### ACEQUIAS DE LADERA

Otra práctica de conservación ejecutada es la elaboración de acequias de ladera. Estas son zanjas en forma transversal a la pendiente, en contorno con una dimensión de 0,6 m de ancho por 0,3 m de profundidad. Su función es reducir el poder erosivo del agua de escorrentía en pendientes pronunciadas y mayor longitud. El distanciamiento entre las zanjas varía entre sí, según el grado de pendiente del terreno, teniendo que hacer acequias más cerca una de otra en pendientes más fuertes.



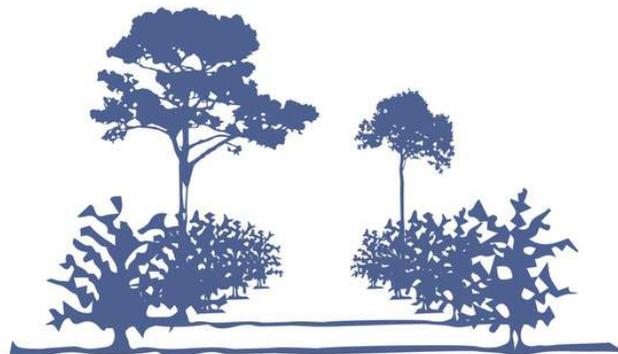
Según el clima de la zona, las pendientes en la acequia pueden cumplir la función de sedimentar el agua con pendiente entre 0,5 a 1% o más bien de fomentar el drenaje en zonas de mayor pluviosidad para disminuir la incidencia de enfermedades fúngicas dentro del cafetal.

### SEMBRAR TALUDES

La siembra de los taludes y linderos, es una práctica frecuente en los cafetales para disminuir la vulnerabilidad hacia la erosión de estos. Se ha venido utilizando la siembra de pasto Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), sembrado en hileras bajo el método de "pata de gallo", así como la siembra de flores que permiten diversificar ingresos y son otra forma efectiva de protección del suelo. Para ello, se procede a sembrar los bordes de caminos con flores exóticas para la venta como Hortensias, Aves del Paraíso y plantas medicinales; para fomentar diversidad de ecosistema y diversificación de ingresos.



## INVERSIÓN Y COSTOS



La inversión en las prácticas de conservación de suelos es muy relativa de acuerdo a la textura de suelos, condiciones de pendientes; así como a las condiciones climáticas donde se ubica la finca.

Algunas prácticas como las zanjas ameritan inversiones altas en mano de obra, pero estas se amortizan en un plazo de tiempo más largo; y los costos de mantenimiento van a ser relativos a la intensidad y cantidad de lluvias dentro del ciclo agrícola. De acuerdo a experiencias, la elaboración de acequias de conservación en suelos en el Valle Occidental de Costa Rica puede requerir alrededor de 16 a 20 horas por la elaboración de 100 metros de acequia. El costo de mantenimiento se basa en la limpieza anual de la sedimentación que puede valorarse en 4 horas por un trayecto de 100 metros.

En cuanto la inversión en el manejo de selección de arvenses, es más bien un sistema de manejo gradual a largo plazo. El costo va a variar según las condiciones de clima (temperatura y pluviosidad), condición del cultivo, antecedentes de uso del lote, pendiente del suelo etc.

Por la alta luminosidad en lotes recién podados o bajo renovación, en los primeros dos años se presenta una alta incidencia de gramíneas y arvenses agresivas; por lo que el productor debe recurrir al control químico mediante el uso de glifosinato de amonio o glifosato. En el plazo de dos años se presupuesta un costo de alrededor de USD 300 por hectárea para el primer año y USD 220 por hectárea para el segundo año en control químico y control manual de malezas. El tercer año según la zona ya se pueden hacer aplicaciones de herbicidas localizadas y un mayor manejo cultural de malezas. De acuerdo a experiencias, se puede presupuestar 10 a 12 horas por hectárea en control de malezas mediante el uso de motoguadaña.

## BENEFICIOS



- ▶ Ahorro en gastos en fertilizantes (este rubro representa el 12 a 13% de costo de una fanega de café).
- ▶ Mayores logros en productividad debido a que las plantas reciben los nutrientes adecuados en el momento más oportuno.
- ▶ Diagnóstico de la acidez del suelo (niveles de pH y aluminio).
- ▶ La adecuada fertilización permite reducir las emisiones de óxido nítrico. Una fertilización con base a 200 kilogramos de nitrógeno por hectárea se estima que produce alrededor de 2,93 gigagramos de óxido nítrico por año.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA



### ANÁLISIS DE SUELOS

- ✓ ACIDEZ DEL SUELO
- ✓ DÉFICIT DE NUTRIENTES
- ✓ DESBALANCE DE NUTRIENTES
- ✓ EDAD DE PLANTACIÓN

La mejor fertilización de café es sin duda la práctica de mayor impacto económico en el cultivo del café. Por lo tanto, se recomienda para toda la producción nacional. En todo caso, cada finca deberá partir por el análisis de suelos para estimar la acidez del suelo, déficit de nutrientes y desbalance de nutrientes en función de los requerimientos de la planta durante su ciclo productivo y edad de la plantación de café.



# MEJORES PRÁCTICAS DE FERTILIZACIÓN DE CAFÉ

## ✓ CULTIVO DE CAFÉ

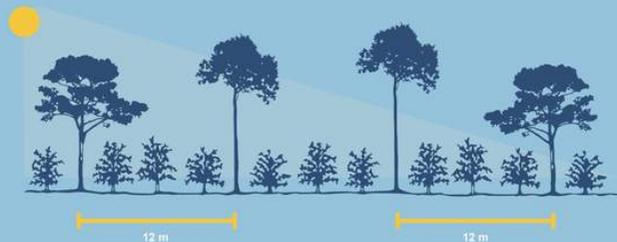


*“Una fertilización con base al análisis de suelos y tejidos y valorando los niveles de producción, mejora los rendimientos, disminuye costos y protege el ambiente.”*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



La combinación de arbustos de café y árboles que proveen sombra, da paso a la formación de un hábitat que brinda beneficios ambientales tales como la protección del suelo contra la erosión, mantenimiento de humedad del suelo, un ambiente apropiado para la vida silvestre, y la oportunidad de obtener otros productos forestales.

La producción de café bajo sombra ha recobrado su importancia en los últimos años debido al incremento en temperaturas, época seca prolongada y déficit hídrico en algunas zonas productoras de café. Los requerimientos de cantidad y tipo de sombra en café son variados según el ecosistema.

En una de las fincas analizadas, la siembra de laurel (*Cordia alliodora*) en asocio con café variedad Catuai Rojo ha mostrado ser una práctica efectiva en mejorar la productividad y generar ingresos complementarios al café. La plantación tiene una densidad inicial de siembra 100 árboles de laurel por hectárea.

Los laureles se siembran en asocio al momento de renovar el cafetal con nuevas variedades más productivas y resistentes a la Roya. Se ejecuta un primer raleo de individuos al momento de la primera poda por lote. La extracción total de los árboles de laurel se tiene presupuestado

al momento de renovar el lote a los 25 años de sembrado el cafetal.

La sombra en alto dosel se ha establecido con especies como leucaena (*Leucaena leucocephala*), higuérón (*Ficus spp*), cedro (*Cedrela spp*), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), reina de la noche (*Brugmancia candida*) y frutales como aguacate (*Persea americana*), cítricos como (*Citrus sp.*) y musáceas (*Musa sp.*).

La medida se basa en manejar el dosel de los árboles de sombra una vez al año en el mes de setiembre. La práctica se complementa con abonos orgánicos una vez al año (generalmente al principio de la época lluviosa), en una dosis de uno a dos kilos por planta de café y se ejecuta manejo y selección de arvenses dos veces al año. Este tipo de manejo disminuye el uso de insumos en el agrosistema y reduce los costos de producción.

Una práctica similar se tiene en otra finca en la que la sombra es provista por árboles de aguacate. El distanciamiento entre árboles es de aproximadamente 12 x 12 metros, algo más que en una plantación solo de aguacate. En este caso, el doble beneficio es la sombra y la producción de aguacate a partir del tercero a cuarto año.



## INVERSIÓN Y COSTOS

La inversión para establecer las siembras incluye básicamente los árboles a usarse (laurel, aguacate y otro), la siembra como tal, y el abono orgánico en los hoyos en que se han sembrado los arbolitos. Como es natural será precisa la resiembra de aquellos arbolitos que no logran el primer año.

En el caso del laurel, la inversión se estima en USD 430 para 100 árboles por hectárea. Y en el caso del aguacate la inversión es de USD 950 para 70 árboles por hectárea.



USD 950



BENEFICIO: DA SOMBRA Y AGUACATES



USD 430



BENEFICIO: DA SOMBRA Y MADERA

## BENEFICIOS



- Los beneficios se perciben por la vía del ahorro en el uso de la energía eléctrica prevista por la red nacional.
- Si la finca/empresa usa energía en forma continua durante las 24 horas, deberá considerar la posibilidad de adquirir una batería para almacenar energía y evitar el consumo en las horas de tarifas altas.
- Ahorro de la factura de electricidad.
- No se perciben beneficios ambientales ni climáticos, en la medida que el ahorro en la energía provista en la red nacional es de origen hidroeléctrico y eólico, de modo que el ahorro en la misma no tendría influencia en las emisiones.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA



↑  
GENERA  
ENERGÍA  
ELÉCTRICA



↓  
REDUCE LA  
DEPENDENCIA  
DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA PÚBLICA

La medida/práctica de generación de energía eléctrica por medio de paneles solares es una práctica que permite reducir la dependencia de la energía eléctrica abastecida por el sistema público. La posibilidad de uso de paneles solares aumentará, a medida que siga bajando el costo de estos equipos y en la medida en que suban las tarifas en la red nacional.

Su uso para provisión de energía para cercos eléctricos en potreros debe considerarse en los casos que las distancias de acceso a la red principal sean considerables.



# PANELES SOLARES PARA ENERGÍA ELÉCTRICA Y CALENTADORES DE AGUA

- ✓ GANADO DE LECHE
- ✓ BENEFICIO DE CAFÉ



*“Cada vez más productores utilizan fuentes de energía solar, como alternativa a la energía eléctrica, para alumbrado, equipos, y calentadores de agua y como una opción para reducir el impacto ambiental.”*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



Un **PANEL SOLAR** o **MÓDULO SOLAR** es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento. El término comprende a los colectores solares, utilizados usualmente para producir agua caliente doméstica mediante energía solar térmica, y a los paneles fotovoltaicos, utilizados para generar electricidad mediante energía solar fotovoltaica.

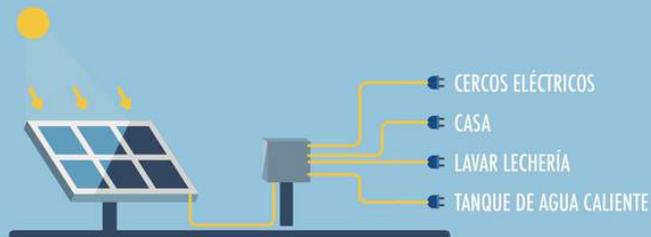
La instalación de paneles solares es una práctica creciente con diversas experiencias en cuanto al número variable de unidades de diferentes capacidades y que generan energía para diversos usos, incluyendo la agricultura y la ganadería.

Entre los casos analizados, en una finca ganadera en Guanacaste se instaló cuatro paneles solares para generar energía eléctrica para alimentar un cerco eléctrico para los potreros en la finca.

En una de las fincas lecheras se realizó la instalación de 24 paneles solares para reducir el consumo eléctrico. El sistema funciona

inyectando la energía eléctrica producida a las redes del ICE; se mide lo inyectado y se mide lo consumido por la empresa y el saldo se debe cancelar.

En otros casos, se cuenta también con paneles solares que generan calor y permite el calentamiento de agua para el lavado de los equipos de ordeño, lo cual produce una reducción en el consumo de energía. Estos paneles abastecen de agua suficiente para los dos tiempos de lavado del equipo de ordeño y para el lavado del tanque de enfriamiento cada dos días.



## INVERSIÓN Y COSTOS



**USD 250**

GENERA 250 WATTS



## BENEFICIOS



- ▶ Cuando la boñiga se acumula y no se le da un uso alternativo, se constituye en elemento negativo, de modo que elaborar el compost es una forma de resolver el problema de la acumulación y la posible contaminación de acuíferos, suelos, ríos y quebradas.
- ▶ Su aplicación permite mejorar el contenido de materia orgánica del suelo y aporta otros nutrientes.
- ▶ La producción y uso de compost permite mejorar la condición nutricional de los suelos; y por lo tanto la mayor productividad de los pastos en fincas ganaderas y de hortalizas en otras fincas.
- ▶ Se puede ver como una fuente de ingreso extra en algunos casos por tener un excedente y poderse vender a los vecinos.
- ▶ La producción y uso de compostaje permite que el aporte neto de gases de efecto invernadero sea menor que el que se da por la vía de la boñiga sin procesar y el uso de fertilizantes químicos aplicados a los pastos u otros cultivos.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA

En pequeña escala es una práctica fácil de llevar a cabo, pues los recursos son pocos y propios de la finca (excepto la gallinaza que deben comprar cuando no se tiene gallinas). El costo mayor es el tiempo al realizar la primera mezcla, por la mano de obra. Al ser aplicado en el suelo, el resultado es inmediato ya que se ve la mejora en las plantas de las hortalizas (dentro y fuera invernadero) y en la cosecha con productos de mayor calidad y cantidad.



En fincas de mayor escala, de ganado de carne y de lechería, también es una práctica viable y puede ser de alto provecho para producir abono orgánico que reemplace parcialmente la fertilización química. Más aún, es una buena opción para usarse en fincas ganaderas en las que actualmente no se aplican fertilizantes.



## ELABORACIÓN Y USO DE COMPOST

- ✓ GANADO DE LECHE
- ✓ HORTALIZAS Y AGUACATE
- ✓ CULTIVO DE CAFÉ



*“El compost es una excelente fuente de materia orgánica que puede ser utilizada tanto por ganaderos como por agricultores... una forma efectiva y natural para tratar los residuos de los animales y cultivos y devolver nutrientes al suelo”*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



El **COMPOSTAJE** es una descomposición aeróbica biológica de los materiales orgánicos, es decir es un proceso mediante el cual diversos sustratos orgánicos se descomponen y estabilizan debido a la acción de una población mixta de microorganismos.

Durante el proceso de compostaje se produce una disminución en peso de los residuos orgánicos tratados, y en cada una de las etapas se producen cambios en numerosas propiedades químicas, físicas y biológicas de los materiales orgánicos. Aproximadamente el 50% del material original se pierde durante la fermentación por causa de la evaporización y digestión microbiológica.

El ingrediente base lo constituyen principalmente estiércol de los animales de granja (aves, caballos, vacas, ovejas o cerdos), residuos de cosechas y desperdicios orgánicos domésticos. Los ingredientes a usar varían según su disponibilidad en diferentes tipos de fincas.

La elaboración de compost consiste en colocar capas de estiércol del ganado (boñiga seca y fresca) o gallinaza, residuos de pasto picado y desechos de la finca (hojas, legumbres viejas), roseado de MM líquido para ayudar a la descomposición de la materia. Cuando está empezando el compost hay que darle vuelta cada día y dejarlo a una altura de 30 centímetros; luego se le da vuelta cada 2 a 3 días para mantener una temperatura adecuada y airear.

Para realizar una cama para hortalizas dentro de un invernadero de 12 metros de largo por 8 de ancho, se

utilizan 20 sacos de compost. La cama se regenera cada seis meses.

En uno de los casos de pequeña escala valorados, el compost elaborado es utilizado para mejorar el suelo para todos los cultivos, principalmente en hortalizas (chile, lechuga arúgula y tomate). Es aplicado en camas si se tiene un invernadero y en las eras de cultivo al aire libre. En este último caso, pueden ser fresas, frijoles y otras hortalizas como brócoli, repollo. También es utilizado para el abonamiento de pastos de corta.

La producción de compostaje también se hace en mayor escala en fincas lecheras. En ese caso, la boñiga con aserrín del recinto de las terneras se recolecta en un vagón donde cae en forma automática pues la galera está en alto (mayor nivel con respecto al camino). Ese residuo se lleva al invernadero de las vacas una vez por semana y se hecha en la cama de las vacas para mezclarlo. El proceso requiere de media hora de peón y media hora de tractor. En el invernadero la cama se remueve todos los días con un rotador durante 1 hora por día, lo cual permite que se acelere el proceso de composteo y además elimina focos de acumulación de humedad por boñiga y orina.



## INVERSIÓN Y COSTOS

EL COMPOST SE PUEDE PRODUCIR EN MUCHAS ESCALAS DIFERENTES DEPENDIENDO DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS INGREDIENTES Y DE LAS NECESIDADES.



**USD 2 POR SACO**

1 SACO DE COMPOST

### PEQUEÑA ESCALA

En la pequeña escala, el equipo/inversión necesaria para esta práctica es un espacio techado (galerón), pala y gancho (picos). A veces se utiliza plástico para cubrirlo en caso que llueva o que haya animales como gallinas y perros. En cuanto a la mano de obra necesaria para la etapa de mezclar los insumos, se requieren 2 personas por 2 horas. Luego, para darle vuelta cada 2 días, dos personas lo realizan en 15 a 30 minutos.

La inversión realizada incluye la construcción de un galerón, en el evento que no se disponga del mismo cerrado con malla o lámina.

### MAYOR ESCALA

En el caso de mayor escala, el cual puede ser para la producción comercial, cada tres meses la cama se encala con 10 sacos de carbonato de calcio. Este proceso dura 1 hora con un peón. Cada 3 meses se extraen 20 centímetros de cama composteada y se ensaca. De este proceso normalmente salen entre 500 a 1,000 sacos o más dependiendo del número de animales. El peso aproximado de cada saco es de 46 kilos. El proceso de extracción y ensacado dura 3 días, donde se requiere de peones, sacos vacíos y tractor para transportar y embodegear el compostaje, dependiendo del volumen producido.

Algunos productores ubicados en zonas donde los vecinos producen hortalizas, venden parte del compost a un precio de USD 2,50 a 3 por saco.

## BENEFICIOS



- Efectivos en el control de plagas específicas.
- Se logran a bajo costo, menor que usando agroquímicos.
- Pueden elaborarse a nivel local, directamente con productos obtenidos en las fincas, así el productor aprovecha sus propios recursos.
- Son más seguros para el medio ambiente y los seres vivos, que los pesticidas químicos.
- Se elimina la contaminación de suelos y aguas subterráneas, ríos y quebradas.
- A diferencia de los pesticidas químicos, tienen una duración limitada en el campo.
- La degradación rápida o poca persistencia de los biopesticidas, disminuye el riesgo de residuos en los alimentos.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA



DEPENDE DEL  
MM SÓLIDO



SE OBTIENE EN  
15 DÍAS



COSTO BAJO  
(RECURSOS PROPIOS Y POCOS)



MELAZA  
ÚNICO RECURSO NO PROPIO

Es una práctica fácil de llevar a cabo y el producto se obtiene en corto tiempo. No tiene un costo mayor. El tiempo requerido para su elaboración es muy poco. Considerando sus beneficios, es importante la recuperación del conocimiento de antaño sobre las plantas para uso medicinal y para el control de plagas.



## ELABORACIÓN DE BIOPESTICIDA (ACARICIDA)

- ✓ HORTALIZAS Y AGUACATE
- ✓ CULTIVO DE CAFÉ



*“Son generados a partir de MM en su fase líquida, con extractos de plantas, que ayudan a combatir plagas y enfermedades. Son efectivos en el control de plagas específicas, actuando como insecticidas, acaricidas, nematocidas o fungicidas.”*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



Los biopesticidas son productos a base de sustancias naturales con propiedades para combatir plagas y enfermedades, ya que funcionan como insecticidas, acaricidas, nematocidas o fungicidas. Los biopesticidas son hechos con base de extractos de plantas y microorganismos como hongos y bacterias. Ellos tienden a trabajar más lentamente que los pesticidas químicos, por lo que no es aconsejable almacenarlos por tiempos largos. Es importante mencionar que los biopesticidas son un complemento en el manejo de plagas, pues afectan solo a plagas específicas.

El uso de esta práctica se da desde años atrás y durante los últimos años su uso ha estado en aumento.

## PROCESO DE ELABORACIÓN

En el presente caso se comentará la elaboración de un acaricida utilizado en los cultivos de aguacate, un insecticida para cultivo de hortalizas y un fungicida para el café.

La elaboración del biopesticida-acaricida consiste en colocar en una pichinga, racimos de guacamaya (*Bocconia frutescens*) y la flor de reyna de la noche o "floripondio" (*Brugmansia arborea*) bien majado, alcohol y vinagre de manzana. Para elaborar un estañón de 200 litros se necesitan 2 litros de esta mezcla de guacamaya. Este producto es utilizado para combatir el problema de ácaros en el aguacate, para lo cual se aplican 2 a 3 litros por árbol con una bomba de espalda.



Otro producto es el M5 que es un insecticida-fungicida. Está hecho de la mezcla de 2 kilos de cebolla morada, 2 kilos de jengibre, 2 kilos de chile picante, 2 kilos de ajos (todo picado en un saco), 3 litros de melaza, 3 litros de vinagre, 3 litros de alcohol, 1 galón de MM líquido. Se deja fermentar por 15 a 22 días en un estañón con tapa hermética con válvula de aire. Cuanto más tiempo pase es mejor. El material para aplicación se logra mezclando 300 centímetros cúbicos de producto diluido en una bomba de 16 litros.

El tercer producto es un fungicida. El productor de café elabora y usa polisulfuro de calcio como fungistático de fácil elaboración a base de cal viva y azufre. Esta tecnología permite disminuir el costo de uso de fungicidas triazoles para el control de roya con una excelente respuesta en aumento de vigor en el cultivo de aguacate y café.



## INVERSIÓN Y COSTOS

El equipo/inversión necesaria para esta práctica es una pichinga cerrada con tapa hermética. Se ubica en un galerón. Cuanto más tiempo pase en reposo, mejor es el producto.

La elaboración del producto (mano de obra e insumos) es baja.



PICHINGA CERRADA CON TAPA HERMÉTICA



USD 70



USD 15

POR ESTAÑÓN PEQUEÑO DE 60 LITROS  
(INCLUYE MANO DE OBRA E INSUMOS)

## BENEFICIOS



- ▶ Disminuyen la dependencia de abonos químicos y por ende los costos también.
- ▶ Mejoran la productividad de los cultivos, brindando además más calidad de los productos.
- ▶ Debido a su bajo costo de producción y alto aporte a la productividad, ayudan a mejorar la rentabilidad de las fincas y los ingresos de los productores.
- ▶ Brindan más nutrientes a las plantas (cuando se identifica alguna deficiencia de un elemento).
- ▶ Aportan al ecosistema de los suelos, microorganismos beneficiosos, los cuales contribuyen a la conservación de la biodiversidad, para restaurar el equilibrio microbiológico del suelo.
- ▶ Disminuyen la dependencia de abonos químicos altamente solubles.
- ▶ Evitan o disminuyen la contaminación de suelos y aguas subterráneas, ríos y quebradas.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA



15 DÍAS



COSTO (BAJO)

RESULTADO INMEDIATO  
PLANTA FOLLAJE

ESPECIALMENTE EN FINCAS PEQUEÑA ESCALA

SEGUIR ADECUADAMENTE INSTRUCCIONES  
PARA NO DAÑAR EL CULTIVO

Es una práctica fácil de llevar a cabo y el producto se tiene en corto tiempo. Al ser utilizado en la planta (follaje), el resultado es inmediato ya que se ve la mejora en los cultivos de hortalizas (dentro y fuera del invernadero). Los productos son de mejor calidad. Las condiciones necesarias para su aplicación exitosa requieren seguir adecuadamente las instrucciones. Los riesgos de no hacer esto podrían implicar daños a los cultivos.



## ELABORACIÓN DE BIOFERMENTOS O BIOLES

- ✓ HORTALIZAS Y AGUACATE
- ✓ CULTIVO DE CAFÉ



*“Los biofermentos son abonos líquidos a base de estiércol y otros ingredientes naturales que aportan nutrientes a los cultivos, y disminuyen la dependencia de abonos químicos, y por ende contribuyen a bajar los costos de producción.”*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



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.

Para elaborar los biofermentos se utiliza de base el MM líquido (20 litros), en un estañón de 200 litros y sales de nutrientes necesarios (boro, sulfato monopotásico, magnesio, calcio, etc.; según la cantidad requerida). Las cantidades usadas varían entre 4 a 12 kilos, dependiendo del elemento y de la cantidad total. En el caso de algunas fincas, utilizan las hojas de Kale para producir el osmosis de calcio (mediante osmosis, la melaza extrae el calcio), o las heces de ovejas para el biofermento con fósforo. Cuanto más días repose el producto, es mejor.



12-15 DÍAS  
PRODUCTO LISTO

¡ENTRE MÁS DÍAS REPOSE MEJOR!

El producto se aplica al suelo, en el área de las raíces separado del tronco; también se puede aplicar en forma foliar. Si se aplica al suelo se usa 20 litros, y si es foliar 3 litros, diluidos en 200 litros de agua. En el caso de la aplicación en aguacate, de la mezcla hecha se aplican 2 a 3 litros por árbol. La aplicación en el follaje de los árboles es con bomba de motor o por manguera con goteo por gravedad. Es aplicado con bomba de espalda o regadera en el cultivo requerido de legumbres, o por cinta de goteo que baja en tubería por gravedad.

En un tanque de captación de agua de 1.000 litros se coloca el estañón de biofermentos. En el caso del café, estos son aplicados al cultivo entre 2 a 3 veces por año, a dosis de 500 a 600 litros por hectárea asperjado al follaje. El tiempo de aplicación en el cultivo es de dos horas para mil metros cuadrados.



## INVERSIÓN Y COSTOS

MANO DE OBRA  
DE ELABORACIÓN

1 PEÓN



30 MIN  
(O MENOS)

## INVERSIÓN DEL EQUIPO

USD 400

1 BIOFERMENTO POR ESTAÑÓN  
( UTILIZANDO SALES DE NUTRIENTES )

UN PROMEDIO DE 5-7 ESTAÑONES

PRODUCCIÓN DE 1 ESTAÑÓN  
DE BIOFERMENTO

USD 28 POR ESTAÑÓN

## BENEFICIOS



- Disminuye la dependencia de insumos químicos, por lo tanto reduce los costos, mejorando los ingresos del productor.
- Descomponen la materia orgánica y hacen más disponibles los nutrientes en el suelo y lo mejoran.
- Inhiben el crecimiento de microorganismos dañinos en el suelo, y degradan las sustancias tóxicas (plaguicidas).
- En plantas tienen efectos hormonales que promueven el follaje, la floración, la fructificación y aceleran la germinación de semillas.
- En los animales si se aplican MM al agua y alimento, mejora la digestión de los animales.
- Al ser una práctica con uso de insumos naturales, en reemplazo de los fertilizantes químicos nitrogenados se reduce la contaminación y disminuye la emisión de gases de efecto invernadero.
- Los cultivos son más sanos y por lo tanto, permite a todos quienes los consuman, tener una mejor calidad de vida, más saludable.
- Permite a todos quienes consuman los productos, tener una mejor calidad de vida, más saludable.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA



MM SÓLIDO



15-22 DÍAS

NO APLICAR EN  
ALTAS TEMPERATURASRESULTADO  
EN 1 SEMANA

Es una práctica fácil de llevar a cabo. Los recursos externos son pocos. No tiene un costo mayor, y el tiempo en hacer efecto es relativamente corto. Se debe tener cuidado de no hacer aplicación en cultivos cuando hay altas temperaturas, ya que los MM son sensibles y pueden morir.

La recomendación es aplicar de uno a dos litros de MM líquido por una bomba de 16 litros de agua. La aplicación puede ser una vez a la semana sobre los cultivos como hortalizas de manera foliar o al suelo; o una vez al mes a árboles frutales, haciendo una mezcla de 20 litros de MM líquido en un estañón de 200 litros de agua.



## ELABORACIÓN DE MICROORGANISMO DE MONTAÑA (MM) LÍQUIDO

- ✓ HORTALIZAS Y AGUACATE
- ✓ CULTIVO DE CAFÉ



*“Los microorganismos de montaña (MM) en fase líquida se elaboran a partir del MM sólido y son la base para generar biofermentos y biopesticidas. Su aplicación permite que se aceleren los procesos en los cultivos (germinación, crecimiento, floración y fructificación)”*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



El MM líquido son los microorganismos de montaña (bacterias fotosintéticas, hongos beneficios, bacterias productoras de ácido láctico, y levaduras) **en su fase líquida**. El MM sólido es la fase para conservarlos, mientras que la fase líquida es para su utilización en el campo.

BACTERIAS  
FOTOSINTÉTICAS

HONGOS BENEFICIOS

BACTERIAS PRODUCTORAS  
DE ÁCIDO LÁCTICO

LEVADURAS

EL PROCESO DE FORMACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS EN LA FASE LÍQUIDA ES EL SIGUIENTE:



6 DÍAS  
SE PRODUCEN  
HONGOS

10 DÍAS  
SE PRODUCEN  
BACTERIAS

15 DÍAS  
SE PRODUCE  
LA LEVADURA

La elaboración del MM líquido consiste en colocar 10 kilos de MM sólido en un saco limpio y cerrado, sumergido en un un estañón de 200 litros tapado con un plástico bien amarrado o tapa hermética, en la sombra. Posterior a eso, el saco del MM sólido puede sacarse e introducir en otro estañón de agua con melaza para activar de nuevo los MM.



10 KILOS DE MM SÓLIDO  
(SACO LIMPIO CERRADO)



200 LITROS DE AGUA



1 GALÓN DE MELAZA



ESTAÑÓN CON TAPA HERMÉTICA



15-22 DÍAS



EN SOMBRA

EL MM LÍQUIDO SIRVE DE BASE PARA GENERAR LOS BIOFERMENTOS Y BIOPESTICIDAS, Y PARA ACELERAR LA DESCOMPOSICIÓN DEL COMPOST BOKASHI.



## INVERSIÓN Y COSTOS

## MANO DE OBRA



1 PEÓN



30 MINUTOS  
(POR ESTAÑÓN)

INVERSIÓN INICIAL  
DEL EQUIPO

USD 70

El equipo/inversión necesaria para esta práctica es un estañón de plástico de 200 litros. Los insumos incluyen 10 kilos de MM sólido, un galón de melaza y agua. La mano de obra necesaria para la primera etapa de mezclar los insumos es de media hora de jornal por estañón.



COSTO DEL ESTAÑÓN

USD 50

(DURA VARIOS AÑOS)

PRODUCIR 1 ESTAÑÓN  
DE MM LÍQUIDO

USD 5 POR ESTAÑÓN

## BENEFICIOS



- Disminuye la dependencia de insumos químicos, por lo tanto reduce los costos y mejora los ingresos del productor.
- Descomponen la materia orgánica y hacen más disponibles los nutrientes en el suelo.
- Inhíben el crecimiento de microorganismos dañinos en el suelo y degradan las sustancias tóxicas (plaguicidas).
- En plantas tienen efectos hormonales que promueven el follaje, la floración, la fructificación y aceleran la germinación de semillas.
- En los animales, si se aplican MM al agua y alimento, mejora la digestión.
- Al ser una práctica con uso de insumos naturales, en reemplazo de los fertilizantes químicos nitrogenados, se reduce la contaminación y disminuye la emisión de gases de efecto invernadero.
- Los cultivos son más sanos y por lo tanto, permite a todos quienes los consuman, tener una mejor calidad de vida, más saludable.



## APLICABILIDAD DE LA PRÁCTICA



MANO DE OBRA (BAJA)



POCOS INSUMOS



1 MES



RENDIMIENTO (ALTO)

INVERSIÓN INICIAL  
DEL EQUIPO

Es una práctica fácil de llevar a cabo en fincas de pequeña escala, debido a que los insumos son baratos. Sin embargo, ya se está extendiendo a fincas de gran escala en arroz, con prácticas parcialmente mecanizadas, con excelentes resultados en la mayor productividad y reducción del uso de agroquímicos. El costo mayor es la inversión inicial del equipo para realizar la mezcla. El rendimiento del producto es muy alto, y se puede generar otros productos con su base.

Una condición necesaria es que el proceso de elaboración sea muy riguroso para evitar la aireación y descomposición del producto.



## ELABORACIÓN DE MICROORGANISMO DE MONTAÑA (MM) SÓLIDO

- ✓ HORTALIZAS Y AGUACATE
- ✓ CULTIVO DE CAFÉ

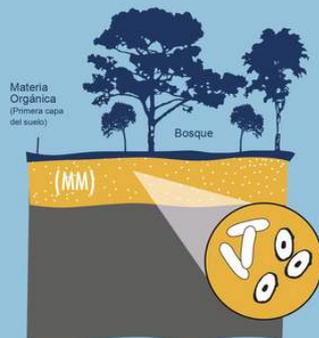


*“Los microorganismos de montaña (MM) compuestos por variedad de hongos, bacterias y levaduras, viven en el suelo del bosque. Su fase sólida se usa para generar otros bioinsumos que ayudan a mejorar la calidad de los suelos y la productividad de los cultivos.”*

ELABORADO POR:



## ¿EN QUÉ CONSISTE?



(Se encuentran en el suelo)

Los microorganismos de montaña (MM) son una gran variedad de especies que viven en el suelo del bosque. Está compuesta por bacterias fotosintéticas que utilizan la energía solar en forma de luz y calor, y sustancias producidas por las raíces, para sintetizar vitaminas y nutrientes. Cuando las bacterias se establecen en el suelo, producen también un aumento en las poblaciones de otros microorganismos eficaces.

El segundo grupo es el de los hongos beneficios que controlan otros hongos y bacterias causantes de enfermedades.

El tercero son las bacterias productoras de ácido láctico, el cual posee la propiedad de controlar la población de algunos microorganismos que produce la fermentación de materia orgánica. Y por último, las levaduras, que son bacterias que utilizan sustancias que producen las raíces de las plantas y otros materiales orgánicos, para sintetizar vitaminas y activar otros microorganismos del suelo.

Para extraer los MM se debe buscar un suelo donde no haya contaminación; se debe quitar la primera capa de hojas y materiales caídos de los árboles que todavía no ha iniciado su descomposición, y recolectar la capa de tierra debajo de las hojas.

El uso de microorganismos para la agricultura fue desarrollada en los años 80 y eran conocidos en el mundo como Microorganismos Eficientes (EM). Adicionalmente, se desarrolló una técnica fácil de implementar y de bajo costo para reproducir los microorganismos, ahora conocidos como MM.

## PROCESO DE ELABORACIÓN

La elaboración de MM sólido consiste en mezclar todos los ingredientes en un piso limpio. Se recomienda realizar la prueba del puño para medir la humedad: Apretando con el puño muestras de diferentes lados; si el montón se desmorona está muy seco; si escurre agua está muy húmedo; si se siente la humedad y mantiene su forma al soltarlo, está bien. Una vez listo se introduce en un estañón, se aprieta bien para sacar el aire y se tapa herméticamente. Se da un proceso anaeróbico por un período de 22 a 30 días.

Una modificación de la dependencia del MM natural, es la generación de MM colocando canoas de bambú con arroz cocinado, y así favorecer la producción de MM; con lo cual se evita extraer tanto suelo del bosque.

El MM Sólido es la base para generar el MM líquido, el cual es utilizado para producir los biofermentos y los biopesticidas.



## INVERSIÓN Y COSTOS



Para producir el MM sólido se requiere un espacio tipo galerón, en el cual almacenar los ingredientes, un piso limpio, un estañón con tapa hermética y dos palas. Los ingredientes incluyen la tierra de montaña un saco de semolina y un galón de melaza.

En cuanto a la mano de obra necesaria para mezclar los insumos esta es de aproximadamente una hora por día. La inversión en equipo es de aproximadamente USD 100. Con el referido costo diario de mano de obra más el costo de los insumos, el costo aproximado por saco de MM es de USD 2.



USD 28 POR ESTAÑÓN DE MM SÓLIDO



USD 100 (SIN EL GALERÓN)



1 PEÓN POR 1 HORA



22 A 30 DÍAS



1 ESTAÑÓN



2 PALAS