

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela, España y el Estado de Acre en Brasil.



Sede Central, CATIE 7170, Cartago,  
Turrialba 30501, Costa Rica  
Teléfono: + (506) 2558-2000

[www.catie.ac.cr](http://www.catie.ac.cr)

ISBN: 978-9977-57-559-9



Programa Agroambiental  
Mesoamericano

## Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio

José Gabriel Suchini Ramírez



REAL EMBAJADA DE NORUEGA



# Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio

.....

José Gabriel Suchini Ramírez

Serie técnica  
Manual técnico No.104

# Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio

---

**José Gabriel Suchini Ramírez**

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)  
Marzo 2012

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela, España y el Estado de Acre en Brasil.

© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 2012

ISBN 978-9977-57-559-9

631.86

S942

Suchini Ramírez, José Gabriel

Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio / José Gabriel Suchini Ramírez. – 1ª ed. – Turrialba, C.R. : CATIE, 2012.

44 p. – (Serie técnica. Manual técnico / CATIE ; no. 104 )

ISBN 978-9977-57-559-9

1. Agroecología – Innovación – Trifinio 2. Producción agropecuaria – Sostenibilidad – Trifinio I. CATIE II. Título III. Serie

## CRÉDITOS:

### Revisión técnica

M.Sc. José Danilo Padilla Castillo

Dr. Gonzalo Galileo Rivas Platero

### Fotos

José Gabriel Suchini Ramírez

José Danilo Padilla Castillo

## PROYECTO INNOVACIONES HORTALIZAS

Edición: Oficina de Comunicación e Incidencia, CATIE

Diseño y diagramación: Silvia Francis, Oficina de Comunicación e Incidencia, CATIE

Tiraje: 300 ejemplares

Proyecto Innovaciones Multisectoriales en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio. CATIE/Programa Agroambiental Mesoamericano (MAP)

El presente material puede ser reproducido parcial o totalmente con fines educativos y de enseñanza a productores, productoras y técnicos.

# Índice

Presentación .....	iv
Acrónimos y Glosario .....	v
Antecedentes .....	vi
Enfoque agroecológico del manual .....	1
<b>Técnicas básicas para la elaboración de insumos agroecológicos .....</b>	<b>3</b>
Técnica 1	
Reproducción de microorganismos de montaña (fase sólida) .....	4
Técnica 2	
Activación de microorganismos de montaña (fase líquida) .....	11
Técnica 3	
Pasto fermentado con microorganismos de montaña .....	18
<b>Insumos agroecológicos enriquecidos con microorganismos de montaña para la fertilidad del suelo y nutrición de las hortalizas .....</b>	<b>23</b>
Técnica 4	
Abono orgánico fermentado tipo “Bocashi” con microorganismos de montaña .....	24
Técnica 5	
Abonos foliares orgánicos fermentados o “Biofermentos”, enriquecidos con microorganismos de montaña .....	31
Referencias bibliográficas .....	37



# Presentación

El desarrollo de una agricultura sostenible conlleva a una innovación tecnológica más comprometida con el ambiente y la optimización de los agroecosistemas. En la producción de hortalizas, la oportunidad de disponer de insumos biológicos abre un espacio para crear procesos productivos más sanos e inocuos para la salud humana y el ambiente.

Bajo esta línea de pensamiento, el Proyecto Innovaciones Multisectoriales en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio, del Programa Agroambiental Mesoamericano (MAP) del CATIE, ha implementado una serie de acciones destinadas a concientizar acerca de la problemática generada por el uso excesivo de plaguicidas y otros agroquímicos en las actividades de producción de hortalizas. Dentro de estas actividades, el desarrollo de ciclos de aprendizaje agroecológicos y el uso de productos alternativos a los sintéticos, permite insertar una estrategia de fortalecimiento de capacidades en “agricultura climáticamente inteligente”<sup>1</sup>, mediada por la prueba, el uso y la aplicación de nuevas opciones tecnológicas, como lo es la utilización de microorganismos benéficos y abonos orgánicos.

Este manual aglutina una serie de experiencias desarrolladas por el proyecto y presenta, de manera objetiva y clara, los procesos metodológicos para cada una de las opciones descritas. Cada alternativa agroecológica se ha estructurado en una ficha informativa de fácil comprensión y aplicación en campo. Esperamos que este material sea aprovechado por las comunidades rurales del trópico americano, por productores y productoras, estudiantes y académicos del agro, en pro de un ambiente más sano y una inocuidad más tangible de los productos agrícolas provenientes de las áreas de producción.

Dr. Gonzalo Galileo Rivas Platero  
Profesor Investigador  
Programa de Agroforestería y Agricultura Sostenible  
CATIE, sede central

1 Se define “agricultura climáticamente inteligente” como aquella que “*de forma sostenible incrementa la productividad y la resiliencia (adaptación), reduce /elimina los gases de efecto invernadero (mitigación) al tiempo que contribuye a la consecución de los objetivos nacionales de seguridad alimentaria y desarrollo.* (FAO, <http://www.fao.org/climatechange/climatesmart/es/>).

# Acrónimos y Glosario

<b>ACAMSERTA</b>	Asociación Comunal de Agromercadeo, Servicios Turísticos y Ambientales, Las Pilas, San Ignacio, Chalatenango, El Salvador
<b>APODAR</b>	Asociación de Productores Orgánicos de Alfaro Ruiz, Costa Rica
<b>BIOFERMENTOS</b>	Abonos foliares orgánicos fermentados
<b>CATIE</b>	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
<b>CHORTI FRESCA</b>	Asociación para el Desarrollo Integral de Productores del Área Chort'i, Jocotán, Chiquimula, Guatemala, Centroamérica
<b>CTPT</b>	Comisión Trinacional del Plan Trifinio
<b>CUNORI</b>	Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Chiquimula, Guatemala, Centroamérica
<b>INÓCULO</b>	Suspensión de microorganismos vivos que se han adaptado para reproducirse en un medio específico
<b>MM</b>	Microorganismos de montaña
<b>MMA</b>	Microorganismos de montaña activados
<b>MMS</b>	Microorganismos de montaña sólidos
<b>REGIÓN TRIFINIO</b>	Región territorial conformada por un total de 45 municipios fronterizos, que pertenecen a El Salvador, Guatemala y Honduras.
<b>SUPRESIÓN</b>	Eliminación o neutralización de los efectos de hongos y bacterias que causan enfermedades a los cultivos

# Antecedentes

El Proyecto Innovaciones Multisectoriales en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio (zonas fronterizas entre Guatemala, El Salvador y Honduras) comenzó en el año 2006. Desde su inicio, el proyecto ha realizado esfuerzos por innovar en la producción sostenible de hortalizas.

La producción de hortalizas en la región Trifinio se ha caracterizado por el alto uso de insumos químicos. En 2008, el proyecto determinó que se utilizaban unos 33 kilogramos de insumos sintéticos por hectárea, lo que se considera una cantidad muy superior a la utilizada en otras regiones de los tres países. El alto uso de agroquímicos sintéticos está ocasionando una serie de problemas, tanto económicos (por los altos costos de producción) como ambientales (por la potencial contaminación del suelo y el recurso hídrico) y de salud (se reporta alta incidencia de cáncer, asociada a la exposición con plaguicidas).

Los diferentes sectores de la sociedad, los gobiernos locales (mediante sus asociaciones de municipios), los gobiernos nacionales (por medio de la Comisión Trinacional del Plan Trifinio) y otras organizaciones de la región, en alianza con el proyecto, desarrollan diversas acciones que fortalecen los procesos de innovación, principalmente la producción más limpia de hortalizas. Otra de las principales acciones es la promoción del uso de innovaciones agroecológicas (uso de abonos orgánicos, biofermentos, caldos minerales y bioplaguicidas, entre otros), con el objetivo de disminuir la contaminación de los recursos naturales, derivada del alto uso de productos sintéticos.

El proyecto también promueve las giras de intercambio de conocimientos agroecológicos, los talleres de capacitación y las escuelas de campo, para evaluar las diferentes alternativas agroecológicas. A partir de las experiencias desarrolladas, el proyecto ha elaborado este manual de innovaciones agroecológicas, dirigido a extensionistas, promotores y promotoras rurales y familias productoras agrícolas. Se espera que sirva como fuente de consulta para el manejo agroecológico de cultivos, principalmente para la producción sostenible de hortalizas especiales.

M.Sc. José Danilo Padilla C.

Coordinador Proyecto Innovaciones Multisectoriales en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio



# Enfoque agroecológico del manual

*La agroecología es más que una ciencia: es un proceso social participativo de aprendizaje, basado en el uso sostenible y equitativo de los recursos locales de los territorios.*

El Proyecto Innovaciones Multisectoriales en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio impulsa una agricultura más equitativa e inclusiva. Esto implica facilitar una mayor y mejor participación de todas las personas que integran una familia rural en los procesos de desarrollo de conocimiento y en el acceso a los beneficios socioeconómicos. Consideramos que el desarrollo sostenible es posible solo en condiciones de equidad, tanto en la familia como en la comunidad. Es por esta razón, que adultos y jóvenes, hombres y mujeres de organizaciones locales son actores principales en los ciclos de innovación y aprendizaje que se han implementado.

La agricultura ecológica que promueve el proyecto es competitiva a nivel económico y financiero. Por ello, se fortalecen las capacidades organizativas y empresariales de nuestras organizaciones socias, para que mejoren sus habilidades de negociación y comercialización en las cadenas de valor de hortalizas especiales. La calidad de las hortalizas producidas es muy competitiva, tanto por su aspecto físico como de inocuidad. Varias de las organizaciones socias del proyecto comercializan sus hortalizas en mercados exigentes y, en ocasiones, han exportado a otros países de Centroamérica.

La producción de hortalizas especiales contribuye a mejorar la salud de los seres humanos (al reducir los riesgos por exposición a productos químicos) y la calidad del ambiente (al proteger y conservar recursos naturales como el agua y el suelo, que dejan de contaminarse por el alto uso de plaguicidas sintéticos).

Este manual ha sido elaborado con base en una estrategia agroecológica diseñada por el proyecto y según los siguientes principios básicos:

1. Aumentar el uso de insumos naturales y locales
2. Usar productos que no dañen el ambiente ni la salud humana
3. Mejorar la fertilidad del suelo
4. Proteger el suelo de la erosión

5. Diversificar la finca con diferentes plantas y animales
6. Conservar la calidad del agua

Las innovaciones agroecológicas deben formar parte de una estrategia integrada para el manejo de cultivos y fincas rurales. No debemos considerarlas aisladamente o como simples sustitutos de los agroquímicos.

M.Sc. José Danilo Padilla C.  
Coordinador Proyecto Innovaciones Multisectoriales  
en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio

# Técnicas básicas para la elaboración de insumos agroecológicos



# TÉCNICA 1

## Reproducción de microorganismos de montaña (Fase sólida)



Foto 1. Microorganismos de montaña reproducidos en su fase sólida en la región Trifinio.

### *Descripción*

Esta técnica pretende asegurar una fuente de microorganismos benéficos que puedan ser activados posteriormente para mejorar la calidad y función de diferentes productos, como abonos orgánicos y extractos botánicos (Foto 1).

Los microorganismos de montaña (MM) son principalmente colonias de hongos, bacterias y levaduras benéficas que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas. En estos ecosistemas se genera una descomposición de materia orgánica, que se convierte en los nutrientes necesarios para el desarrollo de su flora (por

ejemplo, bosques mixtos y latifoliados, plantaciones de café, plantaciones de bambú, entre otros).

Para reconocer los tipos de MM sobre la hojarasca de montaña en descomposición, hay que guiarse por el color de las diferentes colonias de microorganismos (verdes, anaranjados, blancos, etc.). Los colores de las colonias de MM se observan más claramente al iniciar o finalizar los periodos lluviosos.

Es preferible recolectar los MM en bosques o plantaciones como las anteriormente mencionadas; aun mejor si son poco frecuentados por humanos, para evitar reproducir bacterias y hongos dañinos para la salud humana y la de los cultivos.

La recolección de los MM en el bosque se realiza como máximo dos veces por año. A partir de esas visitas, se debe reproducir la mayor cantidad de MM, para trabajar en el área de terreno donde se cultiven durante todo el año. Como referencia, un tonel plástico con una capacidad de 200 litros y que contenga MM sólidos es suficiente para manejar dos manzanas de cultivo al año.

## ***Beneficios***

Algunos beneficios de los MM se demuestran al incorporarlos como semilla de microorganismos benéficos para descomponer las materias secas y favorecer la fermentación en los abonos orgánicos tipo “bocashi”. Al igual que en los biofermentos o abonos foliares orgánicos (y en algunos extractos naturales), las funciones principales de los MM son recuperar la vida y salud de los suelos; facilitar la disponibilidad de los nutrientes a las plantas; suprimir o controlar microorganismos que causan enfermedades en los cultivos, y realizar un control biológico de plagas.

## ***Materiales utilizados***

Los materiales utilizados para elaborar la fase sólida de los MM se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Materiales necesarios para llenar un tonel o barril plástico con capacidad de 125 litros.

Cantidad	Unidad de medida	Materia prima o producto utilizado
50	Kilogramos	Hojarasca fina de suelo de montaña
46	Kilogramos	Semolina de arroz, harina de maíz, harina de sorgo, harina de yuca, afrecho de trigo, afrecho de arroz (escoger una opción)
1	Galón	Melaza, miel de purga, dulce de panela disuelta, jugo de caña (escoger una opción)
1	Galón	Agua
1	Tonel	Tonel plástico con capacidad de 125 litros, con tapa plástica y su respectiva cincha.

## Preparación

**Paso 1.** Recolectar 50 kg de hojarasca en descomposición, del suelo de un bosque mixto o de plantaciones viejas de café, bambusal, etc.

**Paso 2.** Extender, en dos o tres capas, los materiales utilizados (una capa encima de la otra). Por ejemplo: una capa de MM en el piso y, sobre esta, una capa de semolina de arroz o de harina de maíz. Humedecer las capas anteriores con una solución de agua con melaza. Hacer una nueva capa, en las mismas proporciones, con los materiales restantes y humedecer de nuevo con la solución de melaza.

**Paso 3.** Mezclar dos o tres veces los materiales puestos en capas, hasta obtener una mezcla homogénea con la humedad adecuada. Para verificar el punto de humedad, tome una muestra de la mezcla con su mano y apriétela. Debe quedar un terrón húmedo de fácil descomposición que no gotee agua.

**Paso 4.** Introducir la mezcla al tonel o barril plástica, compactándola con los pies o con un cuadrado de madera, para evitar bolsas de aire dentro del contenedor. Recuerde que debe darse un proceso de fermentación anaeróbica (sin presencia de oxígeno).

**Paso 5.** Colocar la tapadera plástica, con su respectiva cincha, en el tonel o barril. Asegurarse de que no entra oxígeno en el contenedor. Luego de 30 días de fermentación anaeróbica, los MM sólidos se han reproducido y puede proceder a activarlos.



## ***Aplicación y uso***

Luego de 30 días en el tonel o barril plástico, en condiciones anaeróbicas (sin presencia de oxígeno), tenemos lista la semilla de microorganismos benéficos mixtos en condición sólida. En este estado, los MM pueden ser utilizados para enriquecer nuevos procesos de reproducción de MM y bocashi. Al activarlos con agua y melaza pueden ser usados en diferentes formas:

- directamente en el suelo
- en el cultivo
- en la elaboración de bocashi

Los MM se convierten en el principal insumo para maximizar la incorporación de otras prácticas de manejo del suelo, como las enmiendas con abonos orgánicos, el reciclaje de residuos de cosecha, y el control biológico de plagas y enfermedades.

Los MM pueden almacenarse hasta por dos o más años conservando una excelente calidad; siempre y cuando el barril o tonel plástico esté protegido para no permitir el ingreso de oxígeno, el cual puede provocar la pudrición de la mezcla. Sin embargo, no es recomendable almacenarlos por mucho tiempo.

## ***Experiencias de uso en Trifinio***

En la región Trifinio, los productores y las productoras de hortalizas asociados al proyecto del CATIE han identificado y reproducido MM sólidos de muy buena calidad. Cada organización recolectó los MM en bosques mixtos y cercanos a sus comunidades (Foto 2).

Entre los principales usos que le han dado a los MM se encuentra su utilización en los procesos de elaboración de abono orgánico bocashi (que permite tener una buena calidad de abono, producto de una excelente fermentación). Además, en la elaboración del pasto fermentado o tratado, que sirve de base para elaborar biofermentos, los MM han sido usados para incorporar una alta cantidad de microorganismos benéficos.

Los MM se han aplicado junto al bocashi en cultivos de frutales como aguacates y duraznos, y en hortalizas de altura como brócoli, repollo, coliflor, papa y fresas, entre otros (Foto 3 y Foto 4).



Foto 2. Identificación de MM en Trifinio.



Foto 3. Utilización de MM en la elaboración de bocashi.



Foto 4. Beneficiarios de diferentes proyectos de Trifinio conocen la técnica de los MM.

## Otros usos

El Centro Universitario de Oriente (CUNORI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) en Chiquimula, Guatemala, realizaron investigaciones (tesis) con tres estudiantes de la carrera de Zootecnia, para evaluar la eficiencia de los MM sólidos en el engorde de pollos, mejoramiento de la calidad del huevo en gallinas ponedoras y control de enfermedades.

## Información económica

Los materiales utilizados para la elaboración de esta práctica se encuentran disponibles en las comunidades y los municipios cercanos a las áreas de producción agrícola en Trifinio. Los costos generales en la región Trifinio para la reproducción de MM se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Costos para la reproducción de MM sólidos en Trifinio, 2011.

No.	Materiales utilizados	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario en USD	Costo Total en USD
1	Recolección y transporte de hojarasca en descomposición (microorganismos de montaña)	50	Kilogramo	0,40	20
2	Semolina de arroz o harina de maíz	46	Kilogramo	0,34	16
3	Melaza o miel de purga	1	Galón	2	2
4	Agua	1	Galón	0	0
5	Tonel plástico con capacidad de 125 litros, con tapadera plástica y su respectiva cincha.	1	Tonel	25	25
6	Mano de obra	2	Jornales	8	16
<b>*Costo total con compra de tonel</b>					<b>79</b>
<b>*Costo total sin compra de tonel</b>					<b>54</b>

Fuente: Proyecto Innovaciones Multisectoriales en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio

\* Costos para llenar un tonel plástico con capacidad de 125 litros.



Foto 5. Microorganismos de montaña activados en la zona Ch'ort'i. Trifinio Guatemala, 2011.

### ***Descripción***

La técnica de activación de los microorganismos de montaña (MM) se realiza posterior a tener la base sólida de los MM, los cuales ya deben contar con un mínimo de 30 días en la fase de reproducción anaeróbica (sin presencia de oxígeno), en barriles o toneles plásticos. Los microorganismos de montaña activados (MMA) son una mezcla de bacterias, hongos, levaduras y otros microorganismos benéficos. Los MMA ya están listos para incorporarse en el suelo, en los abonos orgánicos y como una solución que controla o suprime plagas y enfermedades en los diferentes cultivos (Foto 5). Las levaduras que prevalecen luego de 14 días de activados los MM son las que se utilizan para la elaboración de abono orgánico fermentado tipo bocashi.

## **TÉCNICA 2**

### **Activación de microorganismos de montaña (Fase líquida)**

---

## Beneficios

Los MMA en fase líquida se convierten en lo siguiente:

- Semilla de microorganismos benéficos que descomponen naturalmente las materias vegetales secas (esta función es la que están haciendo en el bosque cuando los recolectamos en la fase sólida).
- Recicladores de nutrientes contenidos en abonos orgánicos como el bocashi, el humus u otros materiales orgánicos, y los pone rápidamente a disposición de las plantas o los cultivos, luego de descomponer las materias secas. Esta función sucede aun cuando los suelos donde se apliquen tengan problemas por altas concentraciones de aluminio, fósforo, pH adversos, etc.
- Control biológico de plagas y enfermedades en los cultivos, puesto que muchos hongos y muchas bacterias benéficas presentes en la solución de MMA neutralizan los efectos dañinos de otros microorganismos patógenos (causantes de enfermedades) en el suelo y las plantas.

## Materiales utilizados

Los materiales utilizados para elaborar la solución de MM en fase líquida, se describen en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Materiales necesarios para preparar un tonel o barril plástico de 220 litros.

Cantidad	Unidad de medida	Materia prima o producto utilizado
8	Kilogramos	MM sólidos
1/2	Galón	Melaza, jugo de caña o sustituto
190	Litros	Agua
1	Tonel o barril	Tonel plástico con capacidad de 220 litros, con tapadera plástica y su respectiva cincha.



## Preparación

- Paso 1.** Disolver medio galón de melaza en 190 litros de agua, en un tonel plástico con capacidad de 200 litros.
- Paso 2.** Colocar 8 kg de MM sólidos en una tela o malla. Amarrar con pita en los extremos. Colocar un objeto pesado para que se vaya al fondo del tonel.
- Paso 3.** Introducir la bolsa de tela o malla (que contiene los 8 kg de MM sólidos) dentro del tonel, con una solución de agua con melaza.
- Paso 4.** Tapar herméticamente el tonel. Asegúrese que no entra oxígeno.
- Paso 5.** Después de cuatro días, los MM están activados. A partir de ese momento, se pueden utilizar en cultivos vía foliar, en el suelo, o en la elaboración de abonos orgánicos fermentados tipo bocashi.

## Aplicación y uso

Es importante aplicar los MMA al follaje de los cultivos, sobre todo cuando tienen de cinco a nueve días de activados. En ese periodo es posible encontrar una fuerte cantidad de hongos y bacterias benéficas que controlan o suprimen las plagas y enfermedades.

En fase líquida, los MM pueden aplicarse al suelo de manera directa, vía sistemas de riego por goteo en grandes volúmenes de descarga. Las aplicaciones se pueden iniciar desde la preparación del suelo y continuar hasta llegar al manejo del cultivo.

De los cinco a los nueve días, los MMA se aplican al follaje de los cultivos para el control de plagas y enfermedades. Los expertos en el tema indican que en ese momento es cuando existe mayor cantidad de hongos y bacterias benéficas que actúan sobre los microorganismos que causan enfermedades a los cultivos. Para aplicar al follaje de los cultivos, se pueden realizar concentraciones al 100% de MMA para el control de plagas y enfermedades como, por ejemplo, mildius en chile pimienta. Cabe recordar que los MMA son un cultivo de microorganismos benéficos que no causan daños a los cultivos ni a los suelos donde se aplican.

De los 10 a los 14 días, se pueden aplicar al suelo directamente por diferentes sistemas de riego, sobre todo cuando existe gran cantidad de residuos de cosecha, lo cual contribuye a su degradación rápida y a aumentar la actividad microbiológica del suelo.

Aplicaciones directas al suelo para mejorar la actividad microbiológica:

Aplicar 1 tonel o barril de 200 litros de capacidad en una manzana de terreno. Los MMA ayudan a descomponer los residuos de cosecha en su parcela, por eso, entre más residuos existan en el suelo de su parcela, aplique más MMA al 100% de concentración, es decir, sin mezclarlo con agua.

De los 14 a los 20 días de haber sido activados, los MMA se deben incorporar en la elaboración de bocashi. Se utilizan para aplicar la semilla de microorganismos benéficos, especialmente las levaduras contenidas en mayores cantidades, a partir del día 14 de haber sido activados los MM.

En el pasto fermentado se utilizan al momento de elaborarlos, para humedecer la mezcla de pasto junto con la semolina de arroz, y aplicar microorganismos benéficos que contribuyen a la fermentación de los materiales.

En el Cuadro 4 se detallan los tipos de microorganismos benéficos más comunes en la solución de MMA.

Cuadro 4. Microorganismos de montañas activados.

Días de activación	Presencia de microorganismos	Preferencia de uso
5 a 9 días	+ hongos benéficos	Al follaje y suelo
10 a 14 días	+ bacterias benéficas – hongos	+ al suelo
15 a 20 días	Predominan levaduras	Bocashi

### Calidad de los MMA

Las características como un color ámbar y un olor a fermento agradable son indicadores de buena calidad de los MMA y pueden ser entonces utilizados con confianza (Foto 6).

Para garantizar una buena calidad y diversidad microbiológica en los MMA, no deben utilizarse luego de 20 días de activados. La razón es garantizar la mayor cantidad y calidad de colonias de microorganismos benéficos en la solución.



Foto 6. Determinación de la calidad de los MMA.

### ***Experiencias de uso en Trifinio***

Los productores y las productoras de hortalizas que se benefician del Proyecto Innovaciones Multisectoriales en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio y otros proyectos del CATIE, activan los MM con relativa facilidad, planificando el momento preciso de su activación, conforme al uso que le quieran proporcionar. Los han utilizado principalmente para la elaboración de bocashi, pasto fermentado y biofermentos, entre otros; utilizando las cantidades descritas en este manual para cada una de las técnicas mencionadas (Fotos 7 y 8).



Foto 7. MMA en la región Trifinio.



Foto 8. Recipiente plástico conteniendo MMA, elaborado en la zona Ch'ort'i, Trifinio, 2011.

## Otros usos

En el Centro Universitario de Oriente (CUNORI) en Chiquimula, Guatemala, se desarrollan dos investigaciones sobre el uso de MMA en la bebida de aves de corral (especialmente pollo de engorde y pollas ponedoras) durante las primeras semanas de crecimiento. Se quiere determinar la efectividad de los MMA como probióticos (activadores de crecimiento) que ayuden a mejorar la productividad (peso y desarrollo) de las especies.

## Información económica

Los materiales utilizados para la elaboración de esta práctica se encuentran disponibles en las comunidades y los municipios cercanos a las áreas de producción agrícola en Trifinio. Los costos de los materiales para la activación de MM en la región Trifinio se enumeran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Costos para la activación de MM en Trifinio, 2011.

No.	Materiales utilizados	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario en USD	Costo total en USD
1	MM sólidos	8	Kilogramo	1,10	9,00
2	Melaza o miel de purga	1/2	Galón	2,00	1,00
3	Agua	190	Litros	0	0
4	Tonel plástico con capacidad de 200 litros, con tapadera plástica y su respectiva cincha	1	Tonel	36,00	36,00
5	Mano de obra no calificada	1/2	Jornal	8,00	4,00
<b>*Costo total (con compra de tonel)</b>					<b>50,00</b>
<b>Costo total (sin compra de tonel)</b>					<b>14,00</b>
<b>**Costo por litro activado de MM</b>					<b>0,07</b>

Fuente: Proyecto Innovaciones Multisectoriales en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio.

\* Costos de llenar un tonel plástico con capacidad de 200 litros.

\*\* Costo por litro de MMA, luego de haber comprado el tonel o barril plástico.

## TÉCNICA 3

# Elaboración de pasto fermentado con microorganismos de montaña

---



Foto 9. Pasto fermentado con MM en la región Trifinio. Octubre de 2011.

### *Descripción*

Esta técnica de pasto fermentado con microorganismos de montaña (MM) consiste en producir un sustituto del estiércol fresco de bovinos. Se utilizan materiales orgánicos como pasto tierno, melaza, harina o semolina de arroz (sustituible por otro tipo de harina) que son digeridos y degradados por los bovinos en un proceso normal de alimentación. En el pasto fermentado, los MM son los encargados de favorecer la fermentación de los materiales y reproducir una mayor cantidad de microorganismos benéficos que se ocupan, posteriormente, en la elaboración de los abonos orgánicos líquidos (Foto 9).



El origen de la técnica fue liderada por productores orgánicos, miembros de la Asociación de Productores Orgánicos de Alfaro Ruiz (APODAR) en Zarcero, Costa Rica. Según indican estos productores expertos, la innovación surgió debido a que las empresas certificadoras orgánicas negaban la certificación, aduciendo que la utilización de estiércol fresco de bovinos en la elaboración de biofermentos aportaba bacterias patógenas dañinas para la salud humana.

Los productores expertos que utilizan el pasto fermentado en sustitución del estiércol fresco indican que el pasto fermentado es mucho más fácil de manejar que el estiércol fresco. Mayor número de productores y productoras pueden elaborar esta materia prima, puesto que no necesitan tener bovinos para asegurar el estiércol y elaborar los biofermentos.

## Beneficios

- Aporta minerales, vitaminas, aminoácidos y ácidos orgánicos, entre otras sustancias que se generan en el proceso de fermentación de las materias orgánicas utilizadas, gracias a una actividad intensa de los microorganismos benéficos.
- Aporta los microorganismos benéficos a la mezcla de los biofermentos o abonos orgánicos líquidos.

## Materiales utilizados

Las cantidades de materiales utilizados se enlistan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Materiales necesarios para preparar un tonel plástico de 125 litros\*.

Cantidad	Unidad de medida	Materia prima o producto utilizado
50	Kilogramos	Mantillo o pudrición de hojas de montaña (bosque)
46	Kilogramos	Semolina de arroz, harina de maíz o sustituto
20	Kilogramos	Pasto tierno (cortado preferiblemente con machete)
1	Galón	Melaza o sustituto
5	Kilogramos	MM sólidos
1	Galón	MM activados
1	Galón	Agua limpia
1	Tonel	Tonel plástico con capacidad de 125 litros, con tapadera plástica y su respectiva cincha.

\* Rinde aproximadamente 100 kg de pasto fermentado.

## Preparación

- Paso 1.** Recolectar 50 kg de hojarasca en descomposición, del suelo de un bosque mixto o de plantaciones viejas de café, bambusal, etc. Colocar la mitad de lo recolectado sobre el piso, en una primera capa.
- Paso 2.** Picar, lo más fino posible, 20 kg de pasto tierno. Hacer una segunda capa con este material. Recuerde cortar y picar el pasto con machete, para no contaminarlo con gasolina, grasa u otras sustancias que puedan tener las picadoras de motor, ya que puede perjudicar el proceso de fermentación del pasto.
- Paso 3.** Agregar una tercera capa (sobre el pasto) de pulimento de arroz, harina de maíz o un sustituto.
- Paso 4.** Disolver la melaza o sustituto con el agua. Aplicar uniformemente sobre las capas, junto con los MM activados. Es importante humedecer los materiales sin empaparlos.
- Paso 5.** Agregar una capa de MM sólidos (cuando ya existen MM con más de cuatro meses de fermentación).
- Paso 6.** Puede repetir los pasos del 1 al 4 cuando desee preparar más volumen de pasto fermentado. Esto permite tener una mezcla más homogénea.
- Paso 7.** Mezclar dos o tres veces los materiales puestos en capas, hasta obtener una mezcla homogénea con la humedad adecuada. Para verificar el punto de humedad, tome una muestra de la mezcla con su mano y apriétela. Debe quedar un terrón húmedo de fácil descomposición que no gotee agua.
- Paso 8.** Introducir la mezcla al tonel o barril plástica y compáctela para evitar entradas de oxígeno (aire).
- Paso 9.** Tapar el barril herméticamente durante un mes. Luego, puede usarse para la elaboración de biofermentos.

## Aplicación y uso

Luego de un mes en un proceso de fermentación sin presencia de oxígeno, debemos comprobar la calidad del pasto fermentado con MM (olor a fermento y color amarillo verdoso). De cumplir con estas características, el pasto fermentado está listo para ser utilizado como la semilla microbiológica benéfica que se reproducirá previamente con leche o suero, como base para la preparación de los distintos biofermentos o abonos orgánicos líquidos (Foto 10).



Foto 10. Color característico del pasto fermentado luego de 30 días en condición anaeróbica.

Para utilizarlos, se deben tomar del tonel plástico 8 kg de pasto fermentado y colocarlos en un pedazo de tela o malla. Luego, introducirlos en los toneles o barriles donde se prepare la base microbiológica, para la elaboración de los biofermentos.

## Experiencias de uso en Trifinio

En Trifinio, la técnica de elaboración del pasto fermentado con MM ha sido utilizada en sustitución del estiércol fresco de ganado bovino. Además, logran producir esta técnica con mucha calidad. Los productores y las productoras que lo utilizan indican que esta técnica ha facilitado el proceso de elaboración y uso de biofermentos. Anteriormente, tenían dificultad para conseguir el estiércol fresco en las comunidades de la región.

## Otros usos

Los productores orgánicos de APODAR en Zarcero, Costa Rica, donde se desarrolló esta práctica, han utilizado el pasto fermentado en la comida de bovinos, aves de patio y otras especies pecuarias, para favorecer o aumentar su productividad.

## Información económica

Los costos de los materiales para la elaboración del pasto fermentado con MM en la región Trifinio se enuncian en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Costos para la elaboración de pasto fermentado con MM en Trifinio. Octubre de 2011.

No.	Materiales utilizados	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario en USD	Costo total en USD
1	Recolección y transporte de hojarasca en descomposición -MM	50	Kilogramo	0,40	20
2	Semolina o pulimento de arroz	46	Kilogramo	0,34	16
3	Pasto tierno	20	Kilogramo	0,25	5
4	Melaza o miel de purga	1	Galón	2	2
5	MM sólidos	5	Kilogramo	1,10	5,50
6	MMA	1	Galón	0,20	0,20
7	Agua	1	Galón	0	0
8	Tonel plástico con capacidad de 125 litros, con tapadera plástica y su respectiva cincha.	1	Tonel	25	25
9	Mano de obra no calificada	½	Jornal	8	4
<b>*Costo total (con compra de tonel)</b>					<b>78</b>
<b>**Costo total (sin compra de tonel)</b>					<b>52</b>
<b>*** Costo por libra de pasto fermentado con compra de tonel</b>					<b>0,35</b>

Fuente: Proyecto Innovaciones Multisectoriales en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio.

- \* Costos para llenar un tonel plástico con capacidad de 125 litros, que rinde aproximadamente 220 libras comprando el tonel.
- \*\* Costo total luego de tener el tonel plástico.
- \*\*\* Costo del pasto fermentado por libra incluyendo costo de tonel o barril plástico.

# Insumos agroecológicos enriquecidos con microorganismos de montaña para la fertilidad del suelo y nutrición de las hortalizas



## TÉCNICA 4

### Abono orgánico fermentado, tipo bocashi, elaborado con microorganismos de montaña

---



Foto 11. Bocashi elaborado con MM en ACAMSERTA, San Ignacio, Chalatenango, El Salvador, 2011.

#### *Descripción*

El uso de abono orgánico en suelos poco saludables o expuestos por mucho tiempo al uso de agroquímicos y fertilizantes sintéticos es recomendado como una enmienda orgánica (Foto 11). Es decir, se aplica en estos suelos con la finalidad de disminuir los efectos negativos de minerales pesados, fijados en el suelo por la acción de aplicaciones constantes de fertilizantes sintéticos como el aluminio.

El abono orgánico tipo bocashi ha sido elaborado por productores y productoras de hortalizas de Centroamérica desde hace varias décadas. Muchas

veces se descuidaron los principales factores que afectan el obtener un abono orgánico fermentado de calidad; entre otros, exceso de humedad, uso de materias verdes, uso de levadura de pan para el proceso de fermentación del abono, descuido de la oxigenación de la mezcla e inadecuado manejo de la temperatura.

En la actualidad, los productores y las productoras en Trifinio han mejorado y controlado esas técnicas y han sustituido la levadura de pan por levaduras, hongos y bacterias benéficas presentes en los microorganismos de montaña (MM). Ahora son reproducidos por ellos mismos, como base para una buena fermentación. La incorporación de MM en la elaboración de bocashi también favorece la presencia de microorganismos benéficos que controlarán las enfermedades y descompondrán otras materias orgánicas en el suelo.

## ***Beneficios***

El bocashi es una excelente alternativa para aumentar la materia orgánica y regenerar la actividad microbiológica en suelos altamente degradados. Además, aporta macro y micronutrientes, necesarios para un buen crecimiento de los cultivos. Puede ser elaborado en pequeñas y grandes cantidades por los productores y las productoras, dependiendo de sus condiciones económicas. Los materiales utilizados para su elaboración son fácilmente sustituibles por otros materiales locales presentes en las comunidades o los municipios cercanos a las áreas de producción. Por lo tanto, no existe una fórmula definida, sino que todas las formulaciones deben establecerse en cada localidad como producto de un proceso de experimentación, así como de los requerimientos de los cultivos y suelos donde se aplicará el abono orgánico.

## ***Materiales utilizados***

Las cantidades de materiales utilizados para elaborar 15 quintales de bocashi se resumen en el Cuadro 8.



Cuadro 8. Materiales utilizados para elaborar aproximadamente 15 quintales de bocashi.

Cantidad	Unidad de medida	Materiales utilizados
10	Sacos	Gallinaza (pueden agregarse otros estiércoles)
6	Sacos	Cascarilla de café, cascarilla de arroz o sustituto
40	Litros	Microorganismos de montaña activados (MMA)
6	Sacos	Carbón molido o ceniza
1	Quintal	Semolina de arroz o harina de maíz o sustituto
20	Litros	Melaza o sustituto
40	Libras	MM sólidos
40	Litros	Agua limpia

Fuente: Proyecto Innovaciones Multisectoriales en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio.

## Preparación

Este abono orgánico se debe preparar bajo techo, protegido de la lluvia y el sol, para evitar que se dañen o maten microorganismos benéficos presentes en los MM. Durante las primeras experiencias de elaboración de bocashi es preferible que se elabore sobre el suelo (no en piso de cemento). El suelo ayudará a infiltrar el agua y evitará pudriciones y encharcamientos por exceso de agua durante su elaboración.

A continuación se presenta la secuencia de los pasos para elaborar bocashi. Recuerde que puede experimentar y definir la forma de prepararlo, tratando de obtener siempre la mejor calidad.

**Paso 1.** Extender cinco sacos de gallinaza. Sobre ésta, regar tres sacos de carbón molido o sustituto.

**Paso 2.** Disolver 20 litros de melaza en un barril con 40 litros de agua. Mojar la gallinaza y el carbón con la mezcla disuelta.

**Paso 3.** En la siguiente capa, extender tres sacos de cascarilla de arroz o sustituto, 50 libras de semolina de arroz o harina de maíz y 20 libras de MM sólidos. Mojar con la solución de agua con melaza y aplicar los primeros 10 litros de MMA para formar la primera capa de materiales (extendida y humedecida).

**Paso 4.** Repetir los pasos del 1 al 3, aplicando la otra mitad de los materiales, para formar una segunda capa.

**Paso 5.** Mezclar las capas dos o tres veces. Dejar a 1 m de altura. Agregar los 20 litros de MMA restantes y tapar con tela (que no sea nylon) durante un día. En 1 m de altura durante 24 horas, a temperatura promedio, la mezcla oscila entre 55 y 60 °C.

**Paso 6.** El segundo día se baja el montón a 50 centímetros de altura y se mezcla todos los días hasta llegar al día 5. Aquí la temperatura se mantendrá entre los 45 grados centígrados.

**Paso 6.** Al quinto día, bajar el montón a 25 cm de altura y mezclar una vez al día durante 15 días. Para entonces, el bocashi debe estar completamente frío. Tendrá 20 días de elaborado.

## Aplicación y uso

El bocashi debe ser elaborado con base en un análisis preliminar del suelo de la parcela donde será aplicado. Esto permitirá agregarle otras materias o insumos que aporten los elementos nutricionales requeridos por el suelo y el cultivo en ese momento. De la misma manera, se deben tomar en cuenta los materiales locales a los que se pueda acceder.

El abono orgánico bocashi se incorpora directamente al suelo antes de la siembra de los cultivos. Se realiza una segunda aplicación como fertilizante en la etapa de desarrollo de los cultivos. Las cantidades de aplicación varían pero, considerando que la mayoría de los suelos en la región Trifinio y el resto de Centroamérica carecen de materia orgánica, se recomiendan las siguientes cantidades:

- 150 a 200 quintales por manzana (aplicado e incorporado a los bordos del surco o camas).
- 1 quintal por cada 6 metros lineales (aplicado a los bordos del surco o camas).

Varían por planta y según cultivo, pero se recomiendan las siguientes cantidades al inicio:

- 30 a 50 gramos por plántula de hortalizas (al momento del trasplante).
- 250 a 500 gramos por planta en hortalizas (para las reabonadas durante o al mes de desarrollo del cultivo principal).

Independientemente de la cantidad que utilice de bocashi, se recomienda que sea incorporado en el suelo, para evitar que el bocashi cause quemaduras al hacer contacto directo con las plántulas y plantas.

Los intervalos de aplicación deben hacerse cada vez que se prepare el suelo o al momento de iniciar un nuevo ciclo de cultivo. Luego, se debe utilizar en las reabonadas. Las cantidades podrán ir bajando luego de al lo menos tres ciclos de cultivo continuos de incorporación en la misma parcela.

### ***Experiencias de uso en Trifinio***

En la zona de Trifinio (Guatemala, El Salvador, Honduras), el bocashi es una de las prácticas más aceptadas y utilizadas por productores y productoras de hortalizas especiales (hortalizas con menos agrotóxicos). Los bajos niveles de materia orgánica en los suelos de la región y el alto costo de los fertilizantes químicos sintéticos han generado un mayor uso de este abono orgánico. Una de las ventajas que los productores y las productoras de hortalizas de Trifinio indican respecto a esta técnica es el tiempo relativamente corto que dura su elaboración, generalmente de 20 a 22 días. El volumen de abono que se puede obtener, en comparación con un lombricompuesto, es mayor y el tiempo de elaboración es menor.

Los materiales utilizados por los productores y las productoras de Trifinio varían de comunidad en comunidad y las formulaciones del bocashi han sido adaptadas a los materiales disponibles (Foto 12).



Foto 12. Elaboración de bocashi en Metapán, El Salvador.

## ***Otros usos***

El bocashi puede ser utilizado en mezclas con otros sustratos para la elaboración de plántulas o plantines de hortalizas. Para ello, es importante dejar madurar el bocashi a la sombra y en costales debidamente amarrados durante seis meses. Este abono orgánico puede ser utilizado en mezclas de suelo, arena pómez o fibra de coco, para elaborar sustratos en macetas o bolsas, en invernaderos o casas malla.

## ***Información económica***

Los costos de los materiales para la elaboración del abono orgánico fermentado bocashi con MM en la región Trifinio se detallan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Costos para la elaboración de abono orgánico fermentado bocashi con MM en Trifinio.

No.	Materiales utilizados	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario en USD	Costo Total en USD
1	Gallinaza	10	Quintal	3,50	35
2	Cascarilla de arroz	6	Sacos	2	12
3	Semolina o pulimento de arroz	1	Quintal	16	16
4	Carbón molido o ceniza	6	Sacos	9,50	6
4	Melaza o miel de purga	5	Galón	2	10
5	MM sólidos	18	Kilogramo	1,10	20
6	MMA	10	Galón	0,20	2
7	Agua	10	Galón	0	0
8	Mano de obra no calificada	1	Jornal	8	8
<b>*Costo total para 15 quintales</b>					<b>109</b>
<b>**Costo total por quintal</b>					<b>7,25</b>

Fuente: Proyecto Innovaciones Multisectoriales en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio.

\* Costo total para elaborar 12 quintales (1 quintal = 100 libras)

\*\* Costo total por quintal



Foto 13. Técnicos y promotores de la región Trifinio se capacitan en la elaboración de biofermentos, 2011.

### ***Descripción***

Los biofermentos, bioles, lactofermentos o abonos foliares orgánicos son sustancias líquidas que se fermentan con pasto fermentado (microorganismos benéficos), alguna fuente láctica (leche o suero) y sales minerales (sulfato de zinc, magnesio, potasio, carbonato de calcio) o harinas de roca (como sustituto de sales minerales) por al menos treinta días. Favorecen la reproducción de microorganismos benéficos (especialmente lactobacillus, bacillus y levaduras), que ayudan en el control biológico de algunas plagas y enfermedades de los cultivos. Los microorganismos también liberan y ponen a disposición nutrientes esenciales para el crecimiento

## **TÉCNICA 5**

# **Abonos foliares orgánicos (biofermentos) elaborados con microorganismos de montaña**

.....

y desarrollo de los cultivos. Antes, los biofermentos eran elaborados exclusivamente con estiércol de ganado fresco. Sin embargo, algunas dificultades para certificar la producción orgánica que utiliza biofermentos en los cultivos han permitido que los productores y las productoras innoven, al elaborarlos con pasto fermentado o silo enriquecido con microorganismos de montaña (MM). Este último sustituye al estiércol fresco (Foto 13).

## **Beneficios**

Los biofermentos son incorporados directamente, mediante el sistema de riego o foliarmente, a las diferentes hortalizas o cultivos, para favorecer la nutrición de la planta y la fertilidad de los suelos. Es una fuente de inóculo o semilla de microorganismos benéficos que permite a los cultivos obtener, de forma rápida, diferentes minerales y proteger contra hongos y bacterias causantes de enfermedades en los cultivos y el suelo donde se aplican. Los biofermentos reducen considerablemente el uso de fertilizantes químicos sintéticos solubles que se utilizan actualmente en grandes proporciones en los diferentes sistemas hortícolas de la región Trifinio y Centroamérica.

## **Materiales utilizados**

Los materiales utilizados para elaborar los biofermentos se describen en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Materiales para elaborar un tonel de biofermentos con capacidad de 200 litros.

Cantidad	Unidad de medida	Materia prima o producto utilizado
<b>Para elaborar el caldo biológico (base de abonos líquidos) se utilizan los siguientes materiales:</b>		
8	Kilogramos	Pasto fermentado*
8	Kilogramo	Base vieja (pasto fermentado antiguo)
60	Litros	Suero
3	Litros	Leche
50	Litros	Agua no clorada
1	Galón	Melaza o sustituto
20	Litros	MM activados



Cantidad	Unidad de medida	Materia prima o producto utilizado
<b>Cuatro días después de elaborado el caldo biológico, se agregan los minerales (agregar un mineral por cada tonel).</b>		
12	Kilogramo	Fosfo Max o roca fosfórica para preparar (biofósforo)
12	Kilogramo	Nutri Cal -carbonato de calcio- para preparar (biocalcio)
25	Kilogramo	Sulfato de magnesio para preparar (biomagnesio)
10	Kilogramo	Sulfato de zinc para preparar (biozinc)
8	Kilogramo	Bórax para preparar (bioboro)
6	Kilogramo	Sulfato de manganeso para preparar (biomanganeso)
10	Kilogramo	Sulfato de potasio para preparar (biopotasio)
<b>Luego de aplicar el mineral a cada tonel, se termina de llenar y se aplican los siguientes insumos:</b>		
5	Litros	Melaza o sustituto
20	Litros	MM activados
	Litros	Agua limpia necesaria para terminar de llenar el tonel (utilice agua sin cloro)
<b>Materiales indispensables para elaborar biofermentos:</b>		
1	Tonel	Se necesita un tonel plástico con capacidad de 200 litros y tapadera y cincha metálica, o bien, tapaderas enroscadas.
1	Válvula	Conector de riego por goteo y 60 cm de manguera de 1/2 o 3/8 de pulgada de diámetro, o sustitutos de estos materiales.

## Preparación

- Paso 1.** Adaptar una válvula que permita liberar los gases que se generan dentro de la mezcla (debido al proceso de fermentación) a la tapadera de un tonel o barril plástico.
- Paso 2.** Preparar la base o caldo biológico (ver “Para elaborar el caldo biológico” en el Cuadro 10) en el tonel al que se adaptó la válvula. Dejar fermentar durante cuatro días para que se reproduzcan los microorganismos benéficos. Elaborar la cantidad de caldo biológico necesario para elaborar diferentes biofermentos.
- Paso 3.** Al cuarto día de fermentación, agregar el mineral indicado según el biofermento que desee elaborar (por ejemplo, para preparar biocalcio, agregue la cantidad de carbonato de calcio indicado en el Cuadro 10). Adicionar una solución de agua con medio galón de melaza y 10 litros de MMA. Terminar de llenar el tonel o barril con agua limpia (sin cloro).

**Paso 4.** Dejar cada tonel (con cada diferente mineral) en proceso de fermentación anaeróbica (sin presencia de oxígeno) por 25 a 30 días. Luego, los biofermentos estarán listos para ser usados.

### **Indicadores de calidad de los biofermentos:**

Luego de 30 días en proceso de fermentación anaeróbica, la solución dentro de los toneles o barriles plásticos debe tener las siguientes características de calidad:

- Olor a fermento agradable
- Color ámbar (café claro)
- pH debe estar en promedio de 3,5 a 3,8 (ácido)

Si tiene las siguientes características, significa que el proceso no se realizó correctamente y se debe descartar el uso:

- Olor putrefacto
- Color azul violeta

### **Aplicación y uso**

Todos los biofermentos deben ser utilizados con base en los requerimientos nutricionales de los cultivos y los análisis de suelos. Para aplicarlos, se debe considerar la etapa fenológica o de desarrollo del cultivo. Las recomendaciones generales de uso demandan que los productores o las productoras experimenten y determinen las dosis que funcionan según sus condiciones, suelos y cultivos producidos.

Las experiencias en la región Trifinio y otras partes de Centroamérica indican que utilizar rangos de 0,5 a 1,5 litros por bomba de mochila de 18 litros es posible. El número de aplicaciones depende del tipo de cultivo y de la etapa de desarrollo. Se recomiendan de dos a ocho aplicaciones por ciclo de cultivo en hortalizas. Para frutales y otros cultivos perennes, pueden ser hasta 15 aplicaciones al año. Lo anterior dependerá del tipo de biofermento con el mineral requerido por el cultivo en el momento en que tome la decisión de aplicarlo.

La forma de aplicación principal es vía foliar; sin embargo, su condición líquida le permite ser introducida y aplicada vía sistemas de riego por goteo o regado con bomba

de mochila. Dependiendo del cultivo, y si prepara varios biofermentos que contengan diferentes minerales, podrá hacer sus propias fórmulas o foliares. Por ejemplo, si necesita aplicar un foliar que contenga calcio y boro, mezcle  $\frac{3}{4}$  litro de biocalcio e igual cantidad de bioboro en una bomba de 18 litros.

### ***Experiencias de uso en Trifinio***

Los productores y las productoras de hortalizas en Trifinio usan biofermentos en el cultivo de tomate y chile, producidos en invernaderos rústicos en las zonas Ch'ort'i, Guatemala, y Metápan, El Salvador. En Metápan, se han utilizado en tomates a campo abierto. En la zona alta de Chalatenango, El Salvador, los biofermentos se utilizan en grandes cantidades en la producción de hortalizas orgánicas y especiales. Los productores y las productoras han observado los beneficios en cuanto a la fertilidad del suelo, nutrición del cultivo y calidad de producción (Fotos 14 y 15).



Foto 14. Preparación del caldo base de biofermentos.



Foto 15. Grupo de la zona Ch'ort'i prepara biofermentos.

## Otros usos

Los biofermentos también pueden ser utilizados en cultivos no hortícolas como aguacate, durazno, cítricos, café, pastos, fresas y ejote francés, entre otros.

## Información económica

Los costos de los materiales para la elaboración de los biofermentos o abonos foliares orgánicos con MM en la región Trifinio se enumeran en el Cuadro 11. Sin embargo, cada biofermento tendrá costos diferentes según el tipo o la fuente de mineral que se adquiera para enriquecer el abono orgánico foliar.

Cuadro 11. Costos para la elaboración de abono orgánico foliar (biopotasio) con MM en Trifinio. Octubre de 2011.

No.	Materiales utilizados	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario en USD	Costo Total en USD
1	Pasto fermentado con MM	8	Kilogramos	0,83	6,60
2	Suero de leche de vaca	60	Litros	0,10	6
3	Leche entera	3	Litros	0,50	1,50
4	Melaza o miel de purga	1	Galones	2	2
5	MMA	10	Galones	0,20	2
6	Sulfato de potasio	10	Kilogramos	1,40	14
7	Agua	27	Galones	0	0
8	Tonel o barril plástico con tapadera y cincha	1	Toneles	33	33
9	Adaptadores para formar válvula de escape de gases	1	Adaptadores	1	1
10	Manguera de 3/8 de pulgada	60	Centímetros	0,05	3
11	Mano de obra no calificada	1	Jornales	8	8
<b>*Costo total para 200 litros</b>					<b>77</b>
<b>**Costo total por litro de biopotasio en Trifinio</b>					<b>0,38</b>

- \* Fuente: Proyecto Innovaciones Multisectoriales en Cadenas de Valor de Hortalizas Especiales en la Región Trifinio.
- \* Costo total para elaborar 200 litros de biopotasio.
- \*\* Costo total por litro.

# Referencias bibliográficas

Añasco, A; Picado, J. 2005. Preparación de abonos orgánicos sólidos y líquidos. San José, CR. CEDECO. 65 p.

FUNDESYRAM (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental). 2009. Guía para la elaboración de insumos orgánicos. San Salvador, SV. 39 p.

Paniagua, JJ. 2008. Manejo ecológico del suelo y uso de EM o MM en la agricultura. Manual de instrucciones para las prácticas de campo. Zarcero, CR. Sin publicar.

Restrepo Rivera, J. 2007. El ABC de la agricultura orgánica y harinas de roca. Managua, NI. SIMAS. 262 p.

Suchini, JG; Padilla, D; Sánchez, V. 2009. Estrategia Agroecológica para el desarrollo de innovaciones en cadenas de valor sostenibles de hortalizas especiales en trífino. CATIE Proyecto Innovaciones Hortalizas Especiales 8 p.



CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela, España y el Estado de Acre en Brasil.



Solutions for environment and development  
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Sede Central, CATIE 7170, Cartago,  
Turrialba 30501, Costa Rica  
Teléfono: + (506) 2558-2000

[www.catie.ac.cr](http://www.catie.ac.cr)

ISBN: 978-9977-57-559-9

