

# CATÁLOGO DE TECNOLOGÍAS



Tomate  
región occidente



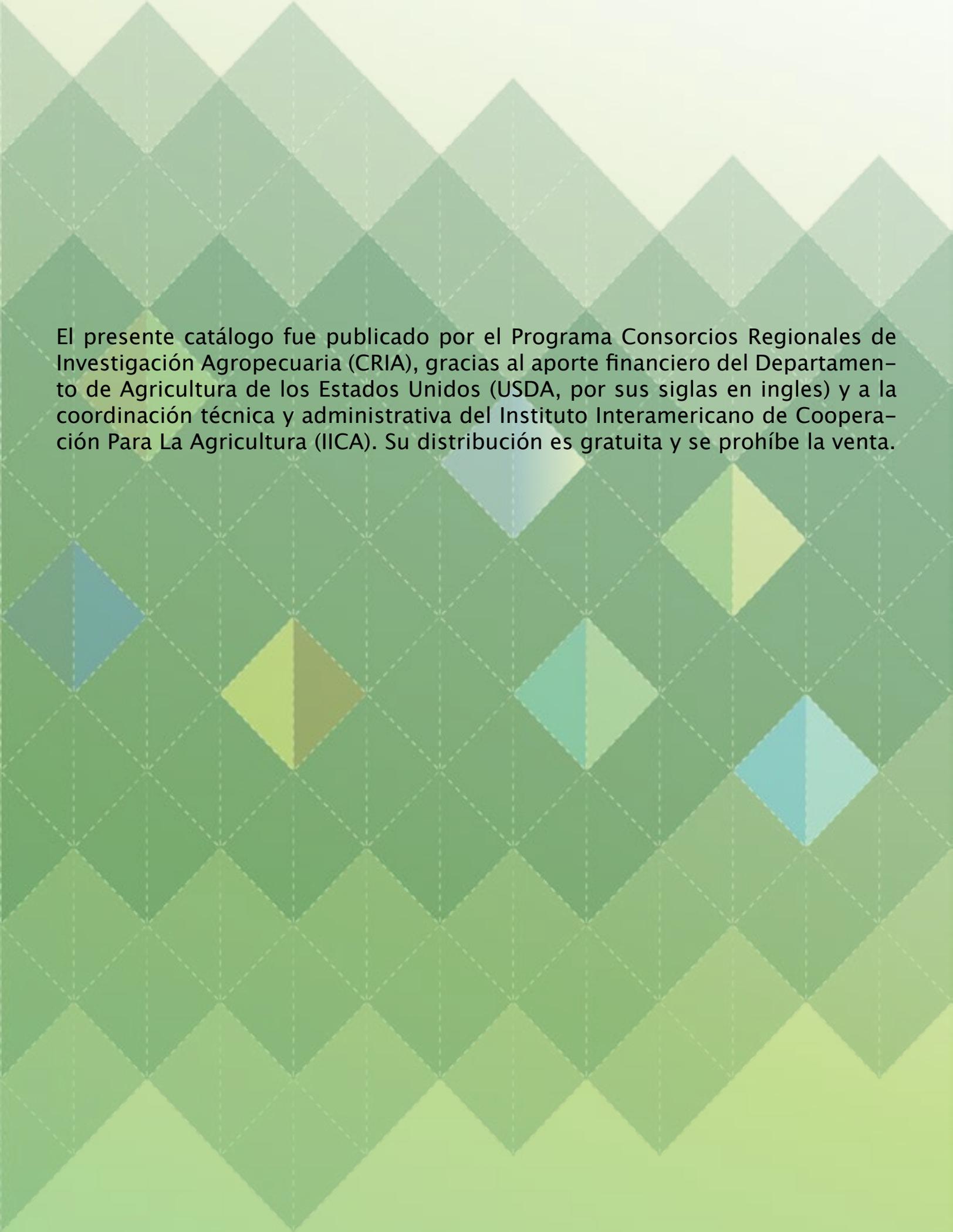
**CRIA**  
*Consortios Regionales de  
Investigación Agropecuaria*



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO GUAMASTET

MINISTERIO DE  
AGRICULTURA,  
GANADERÍA  
Y ALIMENTACIÓN





El presente catálogo fue publicado por el Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA), gracias al aporte financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) y a la coordinación técnica y administrativa del Instituto Interamericano de Cooperación Para La Agricultura (IICA). Su distribución es gratuita y se prohíbe la venta.

## Responsables institucionales

### Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

María Bethzabé Febres Huamán  
Representante del IICA en Guatemala

Claudia Lucía Calderón López  
Especialista en monitoreo del Programa CRIA

Albaro Dionel Orellana Polanco  
Gestor de cadena del Programa CRIA

### Centro Universitario de San Marcos (CUSAM)

Nehemías Juan Rivera Méndez,  
Representante institucional

Fredy Roberto Pérez Monzón,  
Coordinador de la cadena de tomate

### Centro Universitario de Occidente (CUNOC)

Héctor Obdulio Alvarado Quiroa,  
Representante institucional y Coordinador del CRIA occidente

### Centro Universitario de Noroccidente (CUNOROC)

Advany Ottoniel Celada Maldonado  
Representante institucional

### Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA)

Tomas Silvestre García  
Representante institucional

### Diseño y estilo

Elvia Colo  
Comunicadora Programa CRIA

Guatemala, diciembre de 2021

## Presentación

La producción de tomate bajo condiciones protegidas en la región occidental ocupa aproximadamente un área de 47,000 m<sup>2</sup> distribuída en 221 invernaderos y 172 macrotúneles que se encuentran en comunidades dispersas de los municipios de Palestina de Los Altos y San Juan Ostuncalco del departamento de Quetzaltenango; San Pedro Sacatepéquez, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos y Esquipulas Palo Gordo del departamento de San Marcos. Se estima una producción anual de 458.51 tm, la cual se comercializa en los mercados locales.

Las condiciones de producción son muy heterogéneas en cuanto a la experiencia de los productores, el acceso a apoyo técnico y financiero para la producción, la dimension de los invernaderos y macrotúneles, los cultivares utilizados, los planes de manejo agronómico, los rendimientos y la calidad del fruto que se obtiene.

En la cadena de tomate de la región occidental se ejecutaron diez proyectos de investigación de los cuales seis fueron de la fase de generación y cuatro de la fase de validación los cuales se derivaron del diagnóstico para la identificación de la problemática de los diferentes eslabones de la cadena.

Este catálogo de tecnologías validadas es producto de la sistematización de información derivada de las investigaciones realizadas. Pretende ser una herramienta de apoyo para los técnicos, extensionistas y agricultores de los municipios productores de tomate bajo condiciones protegidas de los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos.

Las tecnologías que se comparten buscan la sostenibilidad de la producción y al mismo tiempo mejorar la salud de los consumidores al reducir el uso de agroquímicos y se enfatiza en el uso de microorganismos de montaña. Se espera que con la adopción de las nuevas tecnologías que se describen exista un incremento de la producción y la productividad que se mejore la calidad del fruto de tomate y se reduzcan los costos de producción bajo condiciones protegidas.

## Tabla de contenido

	página
1. Pilonos elaborados con sustratos locales.....	1
2. Híbrido Tabaré injertado sobre el patrón Ipala.....	3
3. Bokashi con microorganismos de montaña (MM).....	4
4. Aplicaciones de ácido salicílico (AS).....	6
5. Anexos	
5.1. Elaboración de microorganismos de montaña, fase sólida (MMS).....	8
5.2. Elaboración de microorganismos de montaña, fase líquida (MML).....	10
5.3. Elaboración de microorganismos de montaña activados (MMA).....	11

# 1

## Pilones elaborados con sustratos locales

### Descripción

Producción de plántulas de tomate mediante el uso de pilones elaborados con sustratos locales a base de tierra negra, estiércol de caballo, harina de roca y MM.

### Materiales

- ▶ Tierra negra
- ▶ Estiércol de caballo
- ▶ Harina de roca
- ▶ MMS

### Forma de preparación y uso

▶ Recolectar los materiales. La tierra negra y el estiércol de caballo, se pueden conseguir en la finca del productor, solamente se deben de cernir. La harina de roca se consigue en las canteras o se pueden obtener a partir de la molienda de rocas (de preferencia rocas color azul). Para elaborar los MMS debe seguirse el procedimiento que se indica en el anexo 5.1.

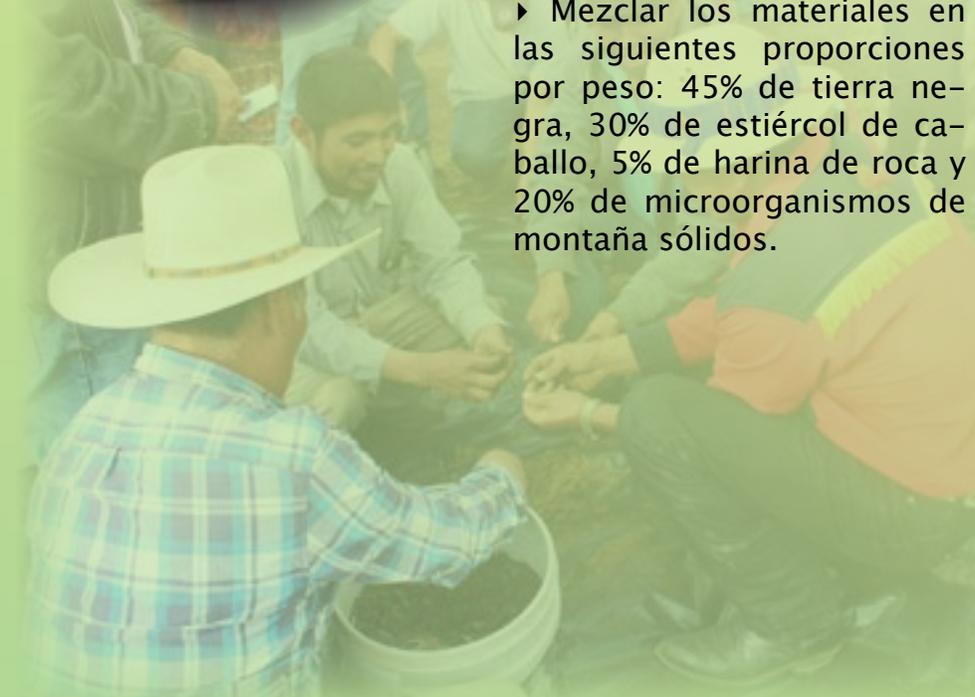
▶ Mezclar los materiales en las siguientes proporciones por peso: 45% de tierra negra, 30% de estiércol de caballo, 5% de harina de roca y 20% de microorganismos de montaña sólidos.

▶ Desinfectar el sustrato mediante solarización, para ello se expande sobre un nylon negro y se tapa con un nylon transparente que cubra todo el sustrato. Lo dejamos al sol por un lapso de 15 días.

▶ Transcurrido ese tiempo se procede a llenar las bandejas de duroport, las cuales han sido previamente desinfectadas sumergiéndolas en una solución con cloro al 3-4% por un período de 24 horas. Se llenan las bandejas con el sustrato y se procede a la siembra colocando una semilla por postura a una profundidad de 5 milímetros.



▶ Las bandejas se colocan en mesas dentro de un invernadero a una temperatura de 20 a 30 °C. Se debe aplicar riego para conseguir una humedad del 60-80%, lo cual se logra regando una vez cada dos días, durante los primeros diez días, posteriormente se riega dos veces al día, preferiblemente en la mañana y en la tarde hasta que las plántulas alcancen un crecimiento y desarrollo adecuado para el trasplante al invernadero definitivo.



## Beneficios

- ▶ Los pilones que se elaboran con materiales locales de fácil acceso.
- ▶ Ofrecen una germinación más rápida.
- ▶ Se obtienen plántulas vigorosas sin daños mecánicos o amarillamientos.
- ▶ Los costos de producción son bajos (el costo de un pilón elaborado con sustratos locales es de Q0.70, mientras que el elaborado a base de peat moss es de Q 0.96 a Q 1.50. Los costos se reducen hasta en un 90% con respecto al valor de un pilón comercial a base de peat moss).
- ▶ Se obtiene un mayor rendimiento. Al comparar el pilón producido con sustratos locales con el pilón de peat moss, se obtiene un rendimiento total de frutos 20% superior y con mayor rendimiento de frutos de primera categoría. Con el pilón elaborado con sustratos locales se obtiene un rendimiento de 1.27 kg/m<sup>2</sup>, mientras que con el pilón tradicional a base de peat moss se obtienen 1.07 kg/ m<sup>2</sup>.

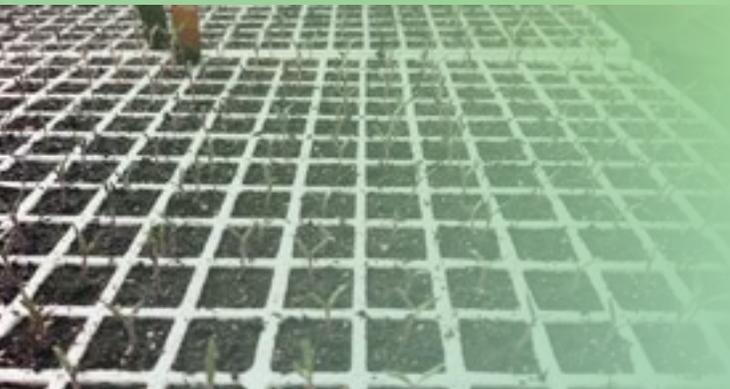


## Requerimiento por unidad de área

Para obtener 10 kg de sustrato deben utilizarse:

- ▶ 4.5 kg de tierra negra.
- ▶ 3.0 kg de estiércol de caballo.
- ▶ 0.5 kg de harina de roca
- ▶ 2.0 kg de MMS

Esta mezcla alcanza para preparar 7000 pilones.



# 2 Híbrido Tabaré injertado sobre el patrón Ipala

## D

### Descripción

Es un híbrido de tomate injertado sobre el patrón Ipala presenta tolerancia a marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum* Biovar 2 raza 3) y geminivirus, con frutos de alta aceptación en el mercado.



## F

### Forma de uso

Utilizar semilla certificada (elaborar los injertos o adquirirlos en las empresas distribuidoras de insumos agrícolas de la región).

El distanciamiento de siembra debe ser el recomendado para el uso de este cultivar.

Al realizar el trasplante, no es necesario desinfectar el suelo para el control de *Ralstonia solanacearum* Biovar 2 raza 3.

## R

### Requerimiento por unidad de área

En un invernadero de 7 metros de ancho x 20 metros de largo con 5 surcos se pueden utilizar dos distanciamientos de siembra.

▶ Distanciamiento de siembra de 0.45 metros entre plantas con un eje, se necesitan 220 pilones.

▶ Distanciamiento de siembra de 0.60 metros entre plantas con dos ejes, se necesitan 165 pilones.

## B

### Beneficios

▶ Se obtienen plantas de tomate con tolerancia a la marchitez bacteriana por lo que se reduce el uso de bactericidas.

▶ Reducción de la presencia de virus transmitidos por mosca blanca (*Bemisia tabaci*), por lo que se reduce el uso de insecticidas.

▶ La inversión se recupera pues el injerto aumenta el rendimiento del cultivo de tomate con una rentabilidad del 30%



# 3 Bokashi con microorganismos de montaña (MM)

## Descripción

Es un abono orgánico fermentado a base de estiércol de gallina, materiales locales y MM, altamente nutritivo, amigable con el ambiente y eficiente por la actividad microbiana principalmente por levaduras, bacterias fotosintéticas, bacterias ácido-lácticas que se recolectan de microorganismos los cuales de manera natural se encuentran en las montañas.

La tecnología se desarrolla en dos etapas.

En la primera etapa se deben preparar los MM. El proceso de elaboración de los MM presenta tres pasos: MMS, MML y MMA (anexos 5.1, 5.2 y 5.3).

La segunda etapa es la elaboración del bokashi, para lo cual se utilizan los materiales y el procedimiento siguiente:



## Materiales

Para elaborar un quintal de bokashi se necesitan:

- ▶ 70 libras de gallinaza
- ▶ 70 libras de Tierra común
- ▶ 37 libras de Broza o tierra de floresta virgen
- ▶ 11 libras de paja, rastrojo o viruta
- ▶ 11 libras de ceniza
- ▶ 08 libras de carbón
- ▶ 11 libras de maíz o afrecho

## Forma de preparación

- ▶ En un lugar techado, con piso de cemento y libre de esorrentías y goteras, se deben disponer los materiales anteriormente mencionados, en capas.
- ▶ Preparar los activadores microbianos; en un recipiente mezclamos con agua el preparado microbiano conformado por:

Un litro de melaza  
0.25 litros de leche  
15 gramos de levadura  
1 litro de MMA, debe quedar totalmente desecha o líquida, sin grumos.

▶ Una vez generadas las capas, mezclar todos los materiales, pasando la pila de un lado al otro; durante ese movimiento, agregar los activadores microbianos: panela, leche, levadura y MMA que se ha diluido en agua. Este compuesto líquido se complementa con agua, hasta lograr el 40% de humedad de las capas preparadas.

▶ Una vez mezclados y humedecidos los materiales, apilar a un metro de altura (esta altura va disminuyendo hasta llegar a 40 centímetros de altura a los 15 días).

▶ La primera semana realizar doble volteo del bokashi para evitar que la temperatura sobrepase los 60°C y así evitar que los microorganismos benéficos se destruyan, agregar un litro de MMA a la mezcla.

▶ La segunda semana se realiza un solo volteo pues la actividad microbiana disminuye y por lo tanto, la temperatura también. En 15 o 17 días el abono estará en condiciones óptimas, al comprobar que la temperatura del bokashi es igual a la temperatura ambiente.

En la forma de preparación se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- ▶ Si la levadura es seca, se debe disolver en agua tibia para activar la bacteria.
- ▶ No utilizar material verde ni fresco en el proceso.
- ▶ Proteger el abono del sol del viento y de las lluvias.
- ▶ Almacenar el abono bajo techo y en un lugar fresco.
- ▶ No guardarlo más de cinco meses porque los nutrientes se degradan o se pierden después de ese tiempo.

## Requerimiento por unidad de área

La dosis recomendada para el cultivo de tomate es de 750 gramos por planta, dividida en 6 aplicaciones de 125 g/planta a los 10 días antes del trasplante, 10 días después del trasplante (ddt) 25 ddt, 40 ddt, 55 ddt y 70 ddt o después de cada cosecha.

La primera aplicación se realiza a una profundidad de 10 centímetros del suelo y se cubre con tierra. Las siguientes aplicaciones, se realizan alrededor de cada planta y se cubre con tierra de nuevo, generando un tipo de "calza". También, se aplican MMA al momento del trasplante, utilizando 1 litro del producto por cada 15 litros de solución.



## Beneficios

- ▶ Aumenta el porcentaje de pegue.
- ▶ Mejora las condiciones físicas del suelo
- ▶ Mejora la disponibilidad de los nutrientes en el suelo como fósforo, potasio, entre otros.
- ▶ Mayor rendimiento y calidad de frutos.
- ▶ Aumenta la producción hasta un 30% al utilizarla en un primer ciclo y hasta un 44% al utilizarla en un segundo ciclo.
- ▶ Disminuye los costos de producción hasta en un 46%

Se realiza un agujero donde se ubica cada plántula de tomate, las aplicaciones de bokashi se hace en la base de tallo y el abono es cubierto con tierra para favorecer la actividad microbiana. Si es posible rociar al suelo MMA combinados con agua sin cloro, en una concentración del 10 % del volumen total a utilizar.

# 4 Aplicaciones de ácido salicílico (AS)

## Descripción

El AS, es una hormona vegetal de origen natural que contribuye a la tolerancia de estrés abióticos. Tiene efectos en el crecimiento, la absorción de iones y su transporte. Desencadena las defensas de la planta contra los patógenos. Se atribuye este efecto debido al aumento de la asimilación del CO<sup>2</sup>, la tasa de fotosíntesis y el aumento de la absorción de minerales. Comercialmente viene en una presentación en polvo.



## Forma de preparación y uso

▶ Utilizar una tapa metálica (gaseosa de vidrio) y con una cuchara pequeña agregar el AS dentro de la tapa hasta completar la mitad (aproximadamente 1.38 gramos de AS)



▶ Colocar el AS en un recipiente pequeño con tapa

▶ Agregar 20 mililitros de alcohol etílico puedes utilizar una jeringa para medirlo, agitarlo hasta que desaparezca el AS.

▶ Luego agregar agua (de lluvia o agua destilada) hasta completar 1 litro, esta es la solución madre.

▶ Para su utilización se mide con una jeringa 1 mililitro (solución madre) por litro de agua, para llenar una bomba de mochila se miden 16 mililitros y se completa la bomba de asperjar con agua únicamente de lluvia o agua destilada, se le agrega un adherente, se agita y ya está lista para aplicar a las plantas de tomate.

▶ Las aplicaciones se realizan a los 7, 14 y 21 días después del trasplante mojando bien el follaje de las plantas (hasta el punto de goteo). Debe aplicarse preferentemente en las horas más frescas de la mañana (entre 6:00 y 8:00 de la mañana)

▶ Primera aplicación para un invernadero de 7x20 metros, se necesita de media bomba, 8 mililitros de ácido salicílico de solución madre.

▶ Segunda aplicación para un invernadero de 7x20 metros, se necesita de 1 bomba de 16 litros, 16 mililitros de AS solución madre.

▶ Tercera aplicación para un invernadero de 7x20 metros, se necesita 1 bomba y media de 16 litros, 24 mililitros de AS solución madre.



## Beneficios

Estimula la planta para aumentar la producción de flores por racimo, por lo tanto también la producción de frutos por racimo, además incrementa la calidad de los mismos y activa las defensas de la planta.



# 5 Anexos

## 5.1. Elaboración de microorganismos de montaña, fase sólida (MMS)

Cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, que de manera artesanal se reproducen en un medio hermético sólido, utilizando microorganismos de montaña, melaza, semolina de maíz y leche.



## Materiales

Para preparar 50 litros se necesitan:

- ▶ Un barril de plástico con cierre hermético
- ▶ 3/4 de saco de MM obtenidos en el bosque.
- ▶ 1/2 saco de semolina (afrecho, arroz o maíz molido).
- ▶ Un litro de melaza que puede sustituirse con 1 tapa de panela o 2 1/2 libras de azúcar morena.
- ▶ Un litro de leche.
- ▶ Suficiente agua no clorada para humedecer hasta el 80% la mezcla.

- ▶ Identificar los MM benéficos (colonias visibles de colores blancos, verdes, anaranjadas o amarillas). Quitar las ramas, hojas u otro material de gran tamaño, para recoger los MM del bosque (flor de tierra).
- ▶ Mezclar. Se vierte primero los MM del bosque, esparciéndola por un piso de cemento o sobre una lona, luego añade la semolina y por último se disuelve la melaza con la leche en un recipiente y se le agrega a la mezcla
- ▶ Voltear los materiales (5 a 6 veces), hasta alcanzar una mezcla homogénea
- ▶ Realizar la prueba del puño para medir el punto de humedad (al apretar el material con el puño debe mantenerse firme, y si es necesario se corrige, añadiendo agua o sólidos, hasta obtener la consistencia correcta).
- ▶ Colocar la mezcla dentro del barril (cada 2 o 3 palas se debe compactar muy bien)
- ▶ Llenar el barril hasta el tope y se cerrará herméticamente para evitar el ingreso de aire. Anotar en el barril la fecha de elaboración y el tipo de producto (MM en este caso)
- ▶ Almacenar el barril por 30 días antes de usarse; debe tener olor a fermento y presentar micelios de color blanco, amarillo o verde. Se puede utilizar hasta por 12 meses después de la apertura.

## Beneficios

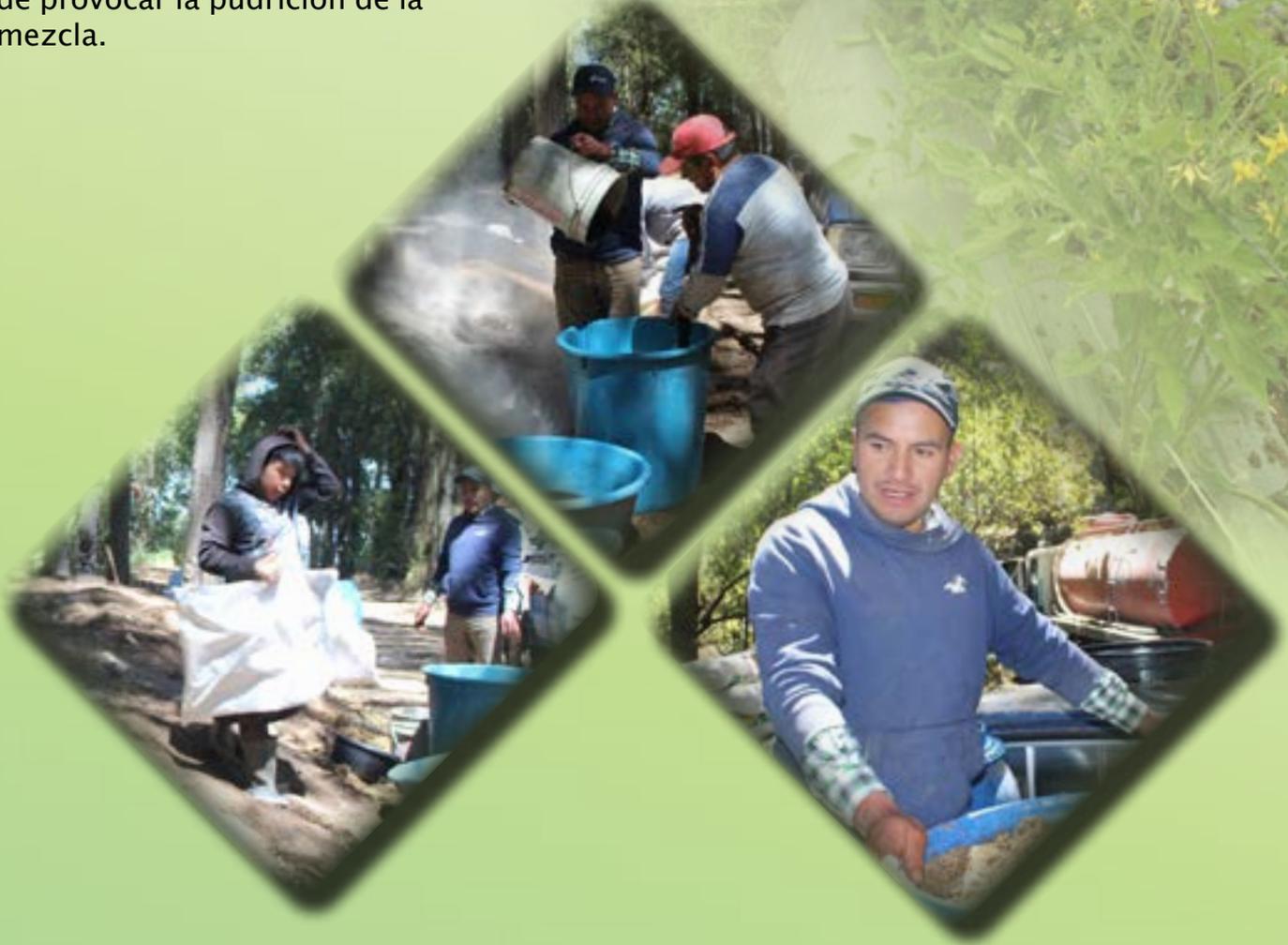
- ▶ Descomponen la materia orgánica y hacen más disponibles los nutrientes que hay en el suelo.
- ▶ Acelera la germinación de semillas.
- ▶ Controla los malos olores y las moscas en fincas pecuarias.

## Procedimiento

- ▶ Recolectar los MM en el bosque. El sitio ideal debe tener diversidad de árboles, con poca o ninguna intervención humana, si es posible la recolección debe hacerse cuando termina la época de lluvias, recolectar cerca de árboles viejos.

# Uso

- Los MMS sirven de base para elaborar los MML.
- La fase líquida favorece la fermentación de los abonos orgánicos tipo bokashi o descomposición de residuos sólidos.
- Se usa para la elaboración de camas nutritivas(2 libras/ m<sup>2</sup>)
- Como insumo para elaboración de pilones.
- Los MMS se pueden almacenar hasta por un año con excelente calidad; siempre y cuando el barril plástico esté protegido para no permitir el ingreso de aire, el cual puede provocar la pudrición de la mezcla.



## 5.2. **E**laboración de microorganismos de montaña, fase líquida (MML)

Cultivo mixto de microorganismos benéficos en forma líquida, contiene MMS melaza, leche y agua.

### **B**eneficios

- ▶ Se usan para la elaboración de otros bioinsumos.
- ▶ Sirven para reciclar nutrientes contenidos en abonos orgánicos como el bokashi y los pone rápidamente a disposición de las plantas.
- ▶ Semilla de microorganismos benéficos que descomponen naturalmente las materias vegetales secas.
- ▶ Inóculo para mejorar la disponibilidad de los nutrientes como el fósforo.

### **M**ateriales

Para preparar 50 litros se necesitan:

- ▶ Un barril de plástico con cierre hermético y en la parte de abajo colocar una llave de paso.
- ▶ Cinco libras de MMS.
- ▶ Un litro de melaza (puede sustituirse por 1 tapa de panela o 2 1/2 libras de azúcar morena.
- ▶ Un litro de leche.
- ▶ Suficiente agua no clorada para completar el volumen del barril.

### **P**rocedimiento

- ▶ Añadir al barril 25 litros de agua.
- ▶ Mezclar la melaza con agua (aproximadamente 2 litros según su densidad), para hacerla más líquida
- ▶ Agregarla al barril.
- ▶ Colocar los MMS en una manta y amarrarla con una pita (como una bolsa de té) que permita la salida de los microorganismos, y colocarlos dentro del barril.
- ▶ Completar el volumen del barril con agua y cerrarlo herméticamente para evitar el ingreso de aire o algún organismo vivo.
- ▶ Dejar fermentar los MML durante 15 días. Transcurrido ese tiempo, se pueden utilizar durante tres meses o más, si tiene un olor agradable.



### 5.3.E laboración de microorganismos de montaña activados (MMA)

Fuerte cantidad de microorganismo benéficos en forma líquida, se utiliza de acuerdo a los días de activación, contiene MML, melaza y agua.

#### Materiales

Para preparar 50 litros, se necesitan:

- ▶ Un barril plástico con cierre hermético y en la parte de abajo colocar llave de paso.
- ▶ 2.5 litros de MML.
- ▶ 2.5 litros de melaza.
- ▶ Cantidad necesaria de agua para completar el volumen del barril, dejando un espacio de 5 cm sin llenar.



### Procedimiento

Mezclar los materiales y dejarlos fermentar por tiempos de acuerdo a la aplicación y uso.

#### Aplicación y uso

Aplicar los MMA de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

##### De cinco a nueve días de activados

Se pueden aplicar al follaje de los cultivos para el control de plagas y enfermedades como por ejemplo, mildius en tomate.

En ese periodo es posible encontrar una fuerte cantidad de hongos y bacterias benéficas que controlan o suprimen las plagas y enfermedades.

##### De 10 a 14 días activados

Se pueden aplicar al suelo para mejorar la actividad microbiológica, directamente con una bomba de mochila o en el sistema de riego.

##### De los 15 días de activados en adelante

Se deben incorporar en la elaboración de bokashi o compost. Además se utilizan para aplicar la semilla de microorganismos benéficos, especialmente las levaduras contenidas en mayores cantidades.

#### Dosis

Los MMA se extraen directamente del recipiente y se aplican con una bomba de mochila de acuerdo a los días de activación.

Días de activación microorganismos	Presencia de	Preferencia de uso
5 a 9 días	Hongos benéficos	Al follaje y suelo
10 a 14 días	Bacterias benéficas hongos	Al suelo
15 en adelante	Predominan levaduras	Bokashi, cama nutritiva, descomposición de residuos sólidos.

## Investigadores principales, asociados y auxiliares

<u>Nombres</u>	<u>Categoría</u>
1. César Ismael López Pérez	Auxiliar
2. Cristian Frank Fuentes López	Auxiliar
3. Dolman Roberto Velásquez Godínez	Auxiliar
4. Eduardo Benjamín López Velásquez	Auxiliar
5. Estuardo Roberto Gonzalez Hernández	Auxiliar
6. Fredy Roberto Pérez Monzón	Investigador principal
7. Greta Ivania Angel Castillo	Auxiliar
8. Henry Giovanni Bravo De León	Investigador asociado
9. Jorge Robelio Juárez González	Investigador principal
10. Juan Manuel Méndez De León	Investigador asociado
11. Leonel Alfredo Orozco Miranda	Investigador principal
12. Lisandro Miguel Castro Rivera	Auxiliar
13. Manolo Gudiel Miranda Orozco	Investigador asociado
14. Mario Alberto De Leon Diaz	Auxiliar
15. Plutarco Emanuel Morales González	Investigador principal



**CRIA**

*Consortios Regionales de  
Investigación Agropecuaria*

Innovación para el desarrollo agrícola y  
el bienestar rural de Guatemala.



MINISTERIO DE  
AGRICULTURA,  
GANADERÍA  
Y ALIMENTACIÓN

