



**Programa Consorcios Regionales
de Investigación Agropecuaria
-CRIA-
REGIÓN OCCIDENTE**

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 las cadenas de frijol, maíz, papa y tomate
del Programa CRIA occidente
Centro Universitario de San Marcos

Nehemías Juan Rivera Méndez
Representante institucional

Fredy Roberto Pérez Monzón
Coordinador de la cadena de tomate

Contenido Técnico

Aplicación de Ácido salicílico:

Investigador principal
Ing. Agr. Plutarco Emanuel Morales González e
Investigador Auxiliar
César Ismael López Pérez.

Bokashi con Microorganismos de Montaña:

Investigadores Principales:
Eduardo Benjamín López Velásquez, Ivan Lennin Montejo e
Investigador auxiliar
Cristian Aldair Vásquez Mazariegos.

Pilones elaborados con sustratos locales:

Investigador Principal Mario de León Díaz e
Investigador auxiliar Dolman Roberto Velásquez Godínez.

Guatemala enero de 2022

PRESENTACIÓN

Este catálogo de tecnologías se ha diseñado con la finalidad de brindar apoyo técnico a promotores, extensionistas y agricultores. Su objetivo es que con la implementación de tecnologías validadas, los agricultores mejoren la calidad, aumenten la producción y reduzcan gastos en la producción de tomate bajo invernadero en la región occidental.

La información y práctica de estas tecnologías que se presentan en este catálogo, han sido validadas en comunidades de San Marcos y Quetzaltenango en el marco del Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria -CRIA-.

Dicho documento pretende ser una herramienta de referencia para los productores de tomate de la región de occidente el cual han sido validadas en campo.

El presente catálogo es publicado con el apoyo financiero del Departamento de Agricultura de Estados Unidos -USDA- a través del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA-, el Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria -CRIA-, y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, por lo que se prohíbe su venta, su distribución será gratuita.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*S. lycopersicum*) es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas. Su sistema radicular es potente, con una profunda raíz principal y numerosas raíces secundarias, además emite con gran facilidad raíces adventicias en el tallo cuando entra en contacto con el suelo. En Guatemala el tomate es una de las hortalizas de mayor consumo y ha alcanzado avanzados niveles de tecnología, cultivándose durante todo el año, esto refleja la importancia del cultivo desde el punto de vista económico. Este cultivo se enfrenta a diferentes dificultades para poder tener una buena producción y por consiguiente una mejor rentabilidad pues los problemas que afectan de forma directa o indirecta, inciden en el óptimo desarrollo fisiológico de la planta.

Todas las tecnologías mostraron tener una buena estabilidad en las diferentes localidades donde se establecieron las parcelas de validación y también mostraron tener una buena aceptación por agricultores y técnicos que fueron participes en todo el proceso de validación.

El presente proyecto tiene como objetivo transferir al equipo de extensión rural del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) las tecnologías validadas en la cadena de tomate región occidental



TECNOLOGÍA: PILONES ELABORADOS CON SUSTRATOS LOCALES

La tecnología consiste en la elaboración de un sustrato a base de harinas de roca, microorganismos de montaña sólidos, tierra negra y estiércol de caballo, todos estos materiales se mezclan y se deja en reposo por una semana para que pueda estabilizarse el sustrato y después pueda ser utilizado (De León, Pérez, Velásquez 2019).

El uso de este sustrato mostró incrementar el rendimiento de tomate en un 20% y una tasa de retorno marginal de 71.36% (De León et al. 2019b).

Zonas de Influencia:

Palestina de los Altos, Quetzaltenango; San Pedro Sacatepéquez, Tejutla, San Miguel Ixtahuacán, Tacaná, San Marcos.

Forma de Uso:

Materiales necesarios para preparar el sustrato de los pilones: Tierra negra, estiércol de caballo, harina de roca y microorganismos de montaña sólidos. Inicialmente se deben recolectar los materiales. La tierra negra y



el estiércol de caballo, se pueden conseguir en la finca del productor, solamente se deben de cernir.

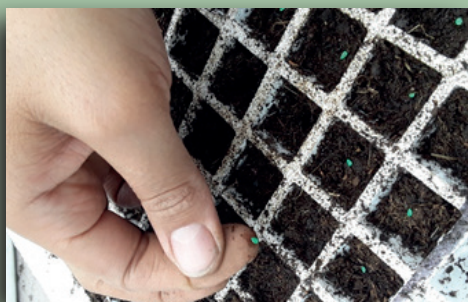
La harina de roca se consigue en las canteras o se pueden obtener a partir de la molienda de rocas (de preferencia rocas color azul). Para elaborar los microorganismos de montaña fase sólida debe seguirse el procedimiento que se indica en el anexo.

Posteriormente se mezclan los materiales en las siguientes proporciones por peso: 45% de tierra negra, 30% de estiércol de caballo, 5% de harina de roca y 15% de microorganismos de montaña sólidos.

Se debe 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 periodo 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.



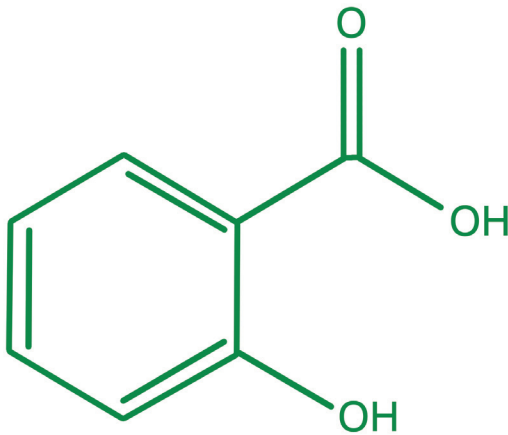
Se debe aplicar riego para conseguir una humedad del 60- 80%, lo cual se logra regando una vez cada dos días, durante los primeros diez días, posteriormente se riega dos veces al día, preferiblemente en la mañana y en la tarde hasta que las plántulas alcancen un crecimiento y desarrollo adecuado para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





TECNOLOGÍA: APLICACIÓN DEL ÁCIDO SALICÍLICO

El ácido salicílico estimula la planta para aumentar la producción de flores por racimo, tiene un efecto de activación de las defensas naturales de la planta.



El ácido salicílico es un regulador de crecimiento que está presente naturalmente en todas las plantas, puede ser extraído de las plantas del género *Salix* o ser producido en laboratorio, su aplicación de manera foliar en la etapa temprana de las plantas de tomate permite el incremento de hasta el 50% en el rendimiento. Su preparación requiere ácido salicílico, alcohol etílico y agua destilada o agua libre de carbonatos, su aplicación se hace a los 7, 14 y 21 días después de trasplante, para obtener el mejor efecto debe de aplicarse en las horas frescas del día (Morales, Miranda, López 2019).



Forma de uso 1:

1. Utilizar una tapa metálica (gaseosa de vidrio) y con una cuchara pequeña agregar el Ácido Salicílico dentro de la tapa hasta completar la mitad, 5 gramos aproximadamente.
2. Luego colocar el ácido salicílico en un recipiente pequeño con tapa.
3. Después agregar únicamente agua de lluvia o agua destilada hasta completar 1 litro, esta es la solución madre.
4. Para su utilización se mide con una jeringa 1 mililitro de 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.
5. Las aplicaciones se realizan a los 7, 14 y 21 días después del trasplante mojando bien el follaje de las

plantas. Debe aplicarse preferentemente en las horas más frescas del día.

6. Primera aplicación para un invernadero de 10*20 metros, se necesita de media bomba, 8 mililitros de ácido salicílico de solución madre.
7. Segunda aplicación para un invernadero de 10*20 metros, se necesita de 1 bomba de 16 litros, 16 mililitros de Ácido Salicílico en solución madre
8. Tercera aplicación para un invernadero de 10 *20 metros, se necesita 1 bomba y media de 16 litros, 24 mili litros de AS Solución madre.



Forma de uso 2:

Si no lo puede preparar de la forma 1, puede solicitar a la carrera de agronomía del Centro Universitario de San Marcos -CUSAM- que le preparen la solución madre, posteriormente proceder con el paso 5, 6, 7 y 8

Zonas de Influencia

Ésta tecnología debe ser utilizada solamente en la región de occidente en los municipios de Tacaná, Tejutla, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, Esquipulas Palo Gordo del departamento de San Marcos y Palestina de los Altos departamento de Quetzaltenango

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.



Costos y cantidad de disolución

El costo de un kilo se encuentra entre Q55.00 a Q70.00 para producir 724,002 litros de disolución listos para aplicarse; el costo de un octavo de litro redondea los Q25.00 con lo que el agricultor puede preparar 125 litros de disolución los cuales pueden ser aplicados al follaje de las plantas de tomate mediante una bomba de aspersión.

Dónde lo puede adquirir?

El ácido Salicílico se puede adquirir en las empresas dedicadas a la venta de productos químicos para laboratorios y farmacias



TECNOLOGÍA: BOKASHI CON MICROORGANISMOS DE MONTAÑA (MM)

LA tecnología combina técnica diversas, cuenta con dos fases por lo que a continuación se explica la manera de reproducir los microorganismos de montaña (MM) y la elaboración del bokashi.

Elaboración de Microorganismos de Montaña Madre, Fase Sólida

El suelo es un sistema vivo por ello, este es el producto más importante y la base de los demás productos

Beneficios

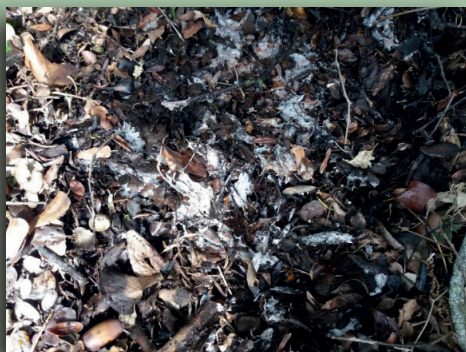
- Descomponen la materia orgánica y hacen más disponibles los nutrientes que hay en el suelo.
- Acelera la germinación de semillas.
- Controla los malos olores y las moscas en fincas pecuarias.

Insumos para 50 litros:

- 3/4 de saco de broza des compuesta.
- 1/2 saco de semolina (afrecho, arroz o maíz molido).
- 1 litro de melaza que puede sustituirse con 1 tapa de panela o 2 1/2 libras de azúcar morena.
- 1 litros de leche.
- **Agua (no clorada)

Equipo

- Un Barril de 200 litros con cierre hermético



Procedimiento

1. **Recolección de tierra de bosque:** El sitio ideal debe tener diversidad de árboles, con poca o ninguna intervención humana, si es posible la recolección cuando termina la época de invierno, recolectar cerca de árboles grandes y viejos.
2. **Identificar Microorganismos benéficos:** visibles colonias blancas, verdes, anaranjadas o amarillas
3. Se quitan las ramas, hojas u otro material de gran tamaño, para recoger la flor de tierra del bosque.



4. **Mezcla:** se vierte primero la brosa descompuesta de bosque, esparciéndola por un piso de cemento o sobre una lona, luego añade la semolina (afrecho) y por último se disuelve la melaza con la leche en un recipiente y luego se le agrega a la mezcla.
5. Se voltean el material de 5 a 6 veces, hasta alcanzar una mezcla homogénea.
6. Se realiza 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.
7. Se coloca dentro del barril, dos o tres palas a la vez, compactando muy bien antes de agregar más material.
8. Se llena el barril hasta el tope y se cierra herméticamente para evitar el ingreso de aire. Se anota en el barril la fecha de elaboración y el tipo de producto (MM en este caso).

9. El barril se almacena por 30 días antes de usarse, se puede utilizar hasta por 12 meses, dependiendo de su calidad como olor a fermento, micelios de color blanco, amarillo o verde.

Uso:

- Base para elaboración de microorganismos de montaña fase líquida
- En fase líquida favorece la fermentación en los abonos orgánicos tipo bokashi o des composición de residuos sólidos.
- Para la elaboración de camas nutritivas
- Como insumo para elaboración de pilones



Los MM se pueden almacenarse hasta por un año 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.

Observaciones:

- Tener un lugar adecuado para su almacenamiento
 - Para la preparación de la panela en líquido se siguieron las recomendaciones de Jairo Restrepo (2007), donde menciona que se debe de usar un litro de agua por cada kilogramo de panela para sustituir la melaza.
- El tratamiento de microorganismos de montaña, este tratamiento presenta tres pasos: madre sólida, madre líquida y activación de microorganismos.



ELABORACIÓN DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA MADRE, FASE LÍQUIDA

Son una mezcla de microorganismos de montaña sólidos, bacterias, hongos, levaduras y otros organismos benéficos, que se utiliza para aplicación directa en las plantas o en el suelo.

Beneficios

- Insumo para la elaboración de otros productos.
- Recicladores de nutrientes contenidos en abonos orgánicos como el bokashi, el humus o materiales orgánicos y los pone rápidamente a disposición de las plantas.
- Semilla de microorganismos benéficos que descomponen naturalmente las materias vegetales secas.
- Inoculo de microorganismo para mejorar la disponibilidad de los nutrientes como el fósforo.

Insumos para 50 litros:

- 5 libras de microorganismos de montaña sólido (MM)
- 1 litro de melaza (puede sustituirse por 1 tapa de panela o 2 1/2 libras de azúcar morena.
- 1 litros de leche
- Agua, cantidad necesaria para completar el volumen del barril



Procedimiento

1. Añadir al barril 25 litros de agua
2. Agregar agua a la melaza (dos litros según su densidad) para hacerla mas líquida y facilitar su mezcla. Agregarla al barril.
3. Colocar los microorganismos de montaña sólidos (MM) en un saco con una pita, o una bolsa de malla, como realizar un tipo té, que permita la salida de los microorganismos, y colocarlos dentro del barril.
4. Completar el volumen del barril con agua y cerrarlo herméticamente para evitar el ingreso de aire o algún organismo vivo.



5. Dejar fermentar los MM líquidos madre y utilizarlo a partir del día 15.
6. Activar los MM Líquidos.



ELABORACIÓN DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA ACTIVADOS

Son una mezcla de Microorganismos de montaña fase líquida, hogos, bacterias, levadura, entre otros.

Insumos para 20 litros

- 1 litro de Microorganismos de Montaña Madre fase líquida 1 litro de panela o 1 litro de melaza
- Agua, cantidad necesaria para completar el volumen del barril, dejando un espacio de 5 cm sin llenar.



Equipo

- barril plástico con capacidad de 20 litros con cierre hermético y en la parte de abajo colocar llave de paso.



Procedimiento

- Mezclar y dejar fermentar por tiempos de acuerdo a la aplicación y uso.

Aplicación y uso

Es importante aplicar los MMA de acuerdo a los días activa dos siguientes:

De cinco a nueve días de activados: Se puede 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 tomate.

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

De los 10 a los 14 días activados: Se pueden aplicar al suelo para mejorar la actividad microbiológica, 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.

De los 15 días en adelante: los MMA se deben incorporar en la elaboración de bocashi o compost, 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 MMA.

Dosis

En hortalizas 30% del volumen a utilizar cada semana (ejemplo para aplicación de microorganismos de montaña activados a una dosis al 5%, o sea, 1 litro de solución madre líquida activada diluido en 19 litros de agua sin cloro)

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

MICROORGANISMOS		
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.



Observaciones:

Los MM son entidades vivientes, por lo que se debe de usar buenas prácticas de higiene, Mantener el recipiente en un lugar limpio.

Los MM necesitan tener alimento, agua y un medio para vivir y prosperar.

Si es posible la boquilla de las bombas aspersoras deben de poseer 4 salidas.

Tiempo de efectividad del compuesto 6 meses, por lo que debe agregarle fecha de realización del MMA.

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.

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.



La calidad de los MMA: color ámbar y un olor a fermento agradable son indicadores de buena calidad de los MMA y pueden ser entonces utilizados con confianza.



BOCASHI CON MICROORGANISMOS DE MONTAÑA.

Es un abono orgánico fermentado a base de estiércol de gallina, materiales locales y microorganismos de montaña, 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.

ICTA (2010), menciona que son varios los tipos de abonos orgánicos que se pueden utilizar en la producción orgánica, algunos ejemplos son: compost, bokashi, biofermentos y los abonos verdes, en todos los abonos la acción de los microorganismos es indispensable para su preparación y funcionamiento.

Restrepo y Hensel (2009), Teoría de la Fertilidad del Suelo: Un suelo no es fértil debido a que contiene grandes cantidades de humus (teoría del humus), o de minerales (teoría de los minerales), o de nitrógeno (teoría del

nitrógeno), sino debido al crecimiento continuo de numerosos y variados microorganismos, principalmente bacterias y hongos, los cuales descomponen nutrientes a partir de la materia orgánica que suministran las plantas y animales y los reconstruyen en formas disponibles para la planta.



El bokashi es una receta japonesa que se utiliza para preparar abono orgánico. La receta original es la siguiente: (Soto 2002) que madura rápidamente: Un saco de gallinaza, un saco de cascarilla de arroz, un saco de semolina de arroz, tres sacos de tierra, dos litros de melaza disuelta en cuatro litros de agua.

Beneficios:

Aumenta el porcentaje de pegue, aumenta la producción hasta un 30% al utilizarse en un primer ciclo y hasta un 44% al utilizarla en un segundo ciclo, disminuye costos hasta en un 46%, mejora las condiciones del suelo, mejora la disponibilidad de los nutrientes en el suelo como fósforo, potasio, entre otros, se ha iniciado a emplear en otros cultivos.



Mayor rendimiento en kg/ha, mayor número de frutos por planta, mayor peso promedio de frutos, mayor calidad nutricional

Insumos para 1 Quintal:

- 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 Salvadillo de Maíz o afrecho.

Procedimiento

1. Para elaborar el bokashi se necesita disponer de un lugar techado, que esté libre de escorrentías y goteras, ideal si tiene piso de cemento.
2. Para hacer las capas debemos de aplicar los materiales de la siguiente manera:
3. Activadores microbianos: En un recipiente mezclamos con agua el preparado microbiano que a continuación se describe, la mezcla debe quedar totalmente desecha o líquida, sin grumos.
4. Activadores microbianos, panela (1 L/45 kg de materia orgánica), leche (1/4 de litro L/45 kg de materia orgánica) levadura (15 gramos/45 kg de materia orgánica). Microorganismos de montaña activados, 1 L/45 kg materia orgánica, aplicado al momento de la elaboración del bokashi.
5. Una vez generadas las capas se mezclará todos los materiales, pa-



sando la pila de un lado al otro; durante ese movimiento se le agregará los activadores microbianos: panela, leche, levadura y microorganismos de montaña que ya habían sido diluidos en agua. Este compuesto líquido se complementa con agua hasta lograr el 40% de hu-



medad.

- Una vez mezclados y humedecidos los materiales, se apilan en más o menos 1 m de altura, esta altura va disminuyendo hasta llegar a 0.4 m de altura.
- La primera semana por lo regular se hace doble

volteo del bokashi para evitar que la temperatura sobrepase los 60°C y así evitar que los microorganismos benéficos se destruyan;

- La segunda semana se genera 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, lo que se verificará al comprobar que la temperatura del bokashi es igual a la temperatura ambiente.

Recomendaciones

- Si la levadura es seca, se debe de disolver en agua tibia s para activar las bacterias.
- No utilizar material verde ni fresco en el proceso.
- Proteger el abono producido 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.

Dosis

- 10 días antes del trasplante 125 gramos
- 10 días después del trasplante 125 gramos
- 25 días después del trasplante 125 gramos
- 40 días después del trasplante 125 gramos
- 55 días después del trasplante 125 gramos
- 70 días después del trasplante 125 gramos.

Requerimiento por unidad de Área:



La dosis recomendada para el cultivo de tomate es de 900 gramos por planta, dividida en 6 aplicaciones de 125 gramos. Las aplicaciones se generan 10 días antes del trasplante, 10 días después del trasplante (DDT), 25 DDT, 40 DDT, 55 DDT y 70 DDT. La

primera aplicación se genera a una profundidad de 10 cm. 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 MM activados al momento del trasplante, utilizando 1L. del producto por cada 15 litros de agua.

Aplicación



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 microorganismos de montaña activados combinados con agua sin cloro, en una concentración del 10 % del volumen total a utilizar.

El programa CRIA es ejecutado administrativamente por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA- en coordinación con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, con fondos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos -USDA-.

