

**FUNDACIÓN
PRODUCE**
Sinaloa A.C.
ENLACE, INNOVACIÓN Y PROGRESO



**GOBIERNO
DEL ESTADO
DE SINALOA**

Manejo integral del cultivo de chile en el sur de Sinaloa



RESULTADOS DE PROYECTOS



Manejo integral del cultivo de chile en el sur de Sinaloa

Juan Alberto Santoyo Juárez¹

Índice

I. Producción de plántulas en invernadero.....	7
II. Fertirrigación.....	12
Uso de fertilizantes en fertirriego.....	14
Fuentes de fertilización nitrogenada.....	17
Fuentes de fertilizantes fosforados.....	18
Fuentes de fertilizantes potásicos.....	19
Fuentes de fertilizantes que aportan calcio.....	20
Fuentes de fertilizantes que aportan magnesio.....	20
Apoyo de análisis de suelo.....	21
Fertilización orgánica.....	21
Abonos orgánicos fermentados.....	22
Abonos orgánicos tipo bocashi.....	24
Biofertilizantes preparados y fermentados a base de estiércol de vaca.....	28
Calidad del agua de riego.....	31
Manejo integrado de plagas en el cultivo de chile.....	35

I. Producción de plántulas en invernadero

En Sinaloa, la producción de plántula de chile es común entre los productores de hortalizas.

En la mayoría de los campos agrícolas de grandes superficies de siembra, así como entre los pequeños productores, las plántulas se producen en invernaderos tecnificados o en estructuras prefabricadas de traspatio, aun cuando existen empresas dedicadas a la producción y venta de plántulas de hortalizas.

Las razones por las que los agricultores se deciden a producir sus propias plántulas son diversas, dentro de éstas se encuentran las siguientes:

Los productores tienen la certeza de que el material que trasplantarán es el que ellos escogieron y, además, que pueden decidir el tamaño de la plántula, de acuerdo a las características que ellos requieren en sus terrenos de trasplante.

Sin embargo, todos buscan obtener plántulas sanas de abundante raíz y tallos gruesos, para que esto suceda se deben de tomar precauciones: Tipo de invernadero, equipo de riego, calidad del agua, tipo de charolas, tipo de sustrato, manejo del agua, fertilización, entre otras.

1. Invernadero

El invernadero debe estar completamente limpio en su interior, así como en los alrededores, libre de malezas y basura; además, se debe revisar la estructura para verificar que no existan zonas oxidadas y, si se requiere, se tiene que pintar.

Es absolutamente necesario saber cuántas charolas caben en cada una de las secciones y, en todo el invernadero.

Verificar, con anticipación, posibles orificios o rasgaduras en el plástico del invernadero y repararlos. Se debe asegurar una buena ventilación.

2. Equipo de riego

Es de vital importancia asegurarse que el equipo de riego se encuentre en perfectas condiciones, por lo que es necesario mover el motor, mangueras y cables para revisar que todo funcione adecuadamente, sin olvidar verificar que las boquillas no estén tapadas y que aspergen de manera uniforme, correcta y en la dirección adecuada.

Después de una revisión cuidadosa, se necesita saber qué cantidad de agua tira el equipo por cada pasada, a esto se le llama calibrar el equipo de riego; esto es necesario para programar los riegos y las fertilizaciones.

3. Calidad del agua

Es fundamental conocer la calidad del agua con la que se riegan nuestras plantas, como son: Calidad química, biológica y física; pH, conductividad eléctrica (cantidad de sales), presencia de carbonatos y bicarbonatos.

Biológicamente, es necesario saber si el agua de riego presenta bacterias u hongos que puedan afectar el desarrollo de la plántula o, bien, la salud humana, por la presencia de *Escherichia coli* o salmonella.

Dentro de las características físicas se deben observar la turbidez, la basura, etcétera.

4. Charolas

Existen en el mercado charolas de diferentes tipos, tamaños y cavidades, de plástico y poliestireno.

Las más comunes son las de poliestireno, por sus características físicas para esta región.

Las hay de diferentes cavidades, pero las más usadas son las de 200 orificios.

El tipo de charola dependerá del tamaño del invernadero y la superficie de terreno que se quiere trasplantar.

Si las charolas ya fueron utilizadas previamente es necesario hacer una desinfección de cada una de ellas antes de usarlas. Para esto, lo más común es utilizar Mect-5, a razón de 1 litro por cada 100 litros de agua y vapor a 80°C.

5. Tierra

Existen en el mercado diferentes marcas de tierra. Un aspecto importante que se debe tomar en cuenta es si la tierra contiene nutrientes o si es una tierra pobre.

Algunos sustratos ya vienen tratados con micorrizas² o, bien, con algún agente biológico.

Una vez que la tierra es desmenuzada y humedecida, las charolas

² Relación entre un hongo y las raíces de una planta, durante esta asociación ambos organismos se benefician.

son llenadas con este sustrato, se le puede agregar 10 ó 20% de vermiculita³, que ayuda a la ventilación de las raíces.

Una charola de 200 cavidades pesa alrededor de 350 gramos, es llenada con 1,300 gramos de tierra, se cubre con 80 gramos de vermiculita y puede absorber 1,300 gramos de agua al saturarla después de la siembra.

6. Vermiculita

La vermiculita es utilizada generalmente para tapar las semillas. Hay tres tamaños, la más común es la número dos.

Una vez selladas las charolas con vermiculita se aplica el riego, cada charola se lleva entre 75 y 100 gramos de vermiculita.

7. Llenado de charolas

En la mayoría de los casos, las charolas son llenadas manualmente, se aprietan con las manos y están listas para realizar los orificios donde será depositada la semilla.

8. Periodo de germinación y emergencia

Una vez que las charolas han sido sembradas y regadas, son depositadas en un lugar sombreado para que inicien su germinación.

El proceso de germinación inicia con la absorción de agua por las semillas. La germinación puede durar hasta seis días, lo que depende de cada semilla.



Germinación de los materiales de chiles picosos.

³ Material mineral.

Durante el proceso de germinación, las charolas deben estar apiladas en estibas, dentro de un cuarto de germinación o en un invernadero.

Se debe detectar el momento justo para extender las charolas en el invernadero, de lo contrario las plántulas pueden alargarse por la falta de luz y no servir.

A los siete días, las plántulas de chile deben colocarse en un invernadero cerrado con malla antiáfida 40x40.

El manejo que se le debe dar a las plántulas en invernadero se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Manejo de plántula de chile en invernadero.

Actividad	Cantidad/Dosis
Aplicación por inmersión de plántulas en mezcla de 0.03 litros de Confidor y 30 litros de agua. Método preventivo de ataque de insectos chupadores.	0.03 litros de Confidor
Aplicación por inmersión de plántulas en mezcla de 0.03 litros de Previcur más 0.03 litros de Derosal en 30 litros de agua. Método preventivo de ataque de enfermedades fungosas.	0.03 litros de Previcur más 0.03 litros de Derosal
Aplicación por inmersión de plántulas en mezcla de fertilizante Fertigro 08-24-00, a una dosis de 0.3 litros y 30 litros de agua.	0.3 litros de Fertigro (08-24-00)

9. Manejo del agua

El agua se debe tratar para el control de bacterias, hongos y materiales sólidos en suspensión.

10. Fertilización

Generalmente se inicia la fertilización cuando se tiene arriba del 90% de emergencia, cuando inicia la aparición de las primeras hojas verdaderas.

Desde el inicio se aplica fósforo, potasio y calcio; una semana después se emplea magnesio y micronutrientes y se aplica enraizador en dos y hasta en tres ocasiones.

El nitrógeno se emplea en dosis muy baja y se incrementa en la última semana.

Las dosis se especifican en gramos o mililitros por litro de agua aplicada.

- Dosis baja: 0.25-0.50 gramos por litro
- Dosis media: 0.50-1.0 gramos por litro
- Dosis alta: 1.0-1.5 gramos por litro

La recomendación, en cuanto a fertilización, es que se aplique el fertilizante en una o dos pasadas de agua y efectuar una aplicación de pura agua para bajar el fertilizante a la zona radicular y evitar quemaduras de hojas.

Los riegos, generalmente, reponen entre 300 y 500 gramos de agua

por charola al día.

11. Manejo de malla-sombra

En el mercado existe malla sombra con diferentes porcentajes de sombra.

En los invernaderos de plántulas de Sinaloa las mallas comunes son del 80% de sombra.

Cuando las charolas llegan al invernadero (charolas sembradas), la malla sombra ya debe estar colocada; permanece así hasta que las plántulas alcanzan los primeros 4 cm de altura, para luego quitarla por periodos cortos y evitar el crecimiento rápido de las plántulas.

Se instala la malla por las mañanas, cuando la temperatura se acerca a los 34°C (entre 10:00 y 11:00 horas) y se quita por las tardes. Cada día se acorta el periodo con sombra hasta quitarla totalmente.

Este proceso es muy importante y requiere de mucha responsabilidad para mover las mallas en las horas más calientes del día.

12. Plántulas terminadas

Las plántulas están listas para salir a plantarse, ya sea al campo, en mallas sombra o invernaderos.

En esta fase, las plántulas deben contar con los siguientes requisitos: Tallos gruesos y fuertes, raíces sanas y abundantes, altura de 13-15 cm, hojas verde claro y deben estar libres de plagas y enfermedades.

El periodo que dura la plántula en invernadero depende del tipo de cultivo, por ejemplo:

- Pepino, de 13 a 16 días.
- Tomate, de 28 a 35 días.
- Chile, de 30 a 40 días.



Plántulas de chiles picosos listas para el trasplante en campo.

II. Fertirrigación

Se entiende por fertirrigación la aplicación en el agua de riego de sustancias nutritivas (iones minerales, compuestos orgánicos, vitaminas, aminoácidos, mejoradores, bioactivadores, hormonas, ácidos, etcétera) necesarias para los vegetales.

Estas sustancias se aplican al agua, en la cantidad, proporción y forma química requeridas por las plantas, según su etapa fenológica⁴, ritmo de crecimiento y acumulación de materia seca, de tal manera que se logren, a corto y largo plazo, altos rendimientos con calidad y el mantenimiento de un adecuado nivel de fertilidad general en el suelo.

El principio básico de la nutrición vegetal balanceada es el monitoreo de los elementos minerales en agua, suelo y planta, para esto se utiliza una serie de análisis y técnicas de nutrición como: Análisis de suelo, análisis de agua, análisis de solución del suelo, análisis foliar, análisis de extracto celular de pecíolo⁵ y análisis bromatológicos⁶, entre los importantes.

Para esto se parte del establecimiento de estándares y concentraciones óptimas para cada tipo de análisis, cultivo y etapa fenológica en donde se requiere la ayuda de un laboratorio especializado, con el que se calibra e interpretan conjuntamente los diferentes tipos de análisis.

Los propósitos básicos del análisis vegetal son la predicción de futuros problemas nutrimentales, el monitoreo para conocer la dinámica nutrimental y el diagnóstico para evaluar las posibles causas de un desarrollo fisiológico restringido por alguna deficiencia, exceso o problema del orden nutrimental.

Es importante mencionar que las antiguas fórmulas de fertilización N-P-K (nitrógeno-fósforo-potasio), generalizadas para todas las condiciones de un cultivo, actualmente ya no se utilizan en cultivos de alto rendimiento.

Ahora, con la existencia del análisis vegetal como técnica de diagnóstico y debido a la gran demanda de información técnica verídica y nacional, referente a la nutrición de cultivos hortícolas, se puede suministrar un abasto continuo y adecuado de nutrimentos minerales esenciales y complementarios, basados en el análisis vegetal, que permite el uso del contenido mineral de las plantas como indicador de su estado nutrimental y fisiológico, lo que está directamente relacionado con la obtención de precocidad, altos rendimientos y buena calidad en las cosechas.

4 De fenología: Registro de la aparición de fenómenos biológicos dependientes del clima, y por tanto, con periodicidad estacional (floración y fructificación de plantas, etcétera).

5 Parte de la hoja que une a ésta con el tallo.

6 De bromatología: Ciencia que estudia los alimentos en cuanto a su producción, manipulación, conservación, elaboración y distribución, así como su relación con la sanidad.

La introducción de este tipo de práctica, combinada con el riego y fertilización, tiene una gran importancia, desde el punto de vista técnico y económico.

Los riegos de alta frecuencia y bajo caudal ofrecen innumerables ventajas, como son aprovechar el flujo de agua para transportar los elementos nutritivos que necesita la planta, como complemento a los que le puede proporcionar el suelo, hasta la zona donde proliferan las raíces.

La entrega directa de fertilizantes, a través del sistema de riego, exige el uso de fertilizantes solubles y sistemas de bombeo e inyectores para introducir la solución nutritiva en el sistema de riego.

Entre los fertilizantes altamente solubles, apropiados para su uso en fertirriego, destacan: Nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, fosfato de amonio, monofosfato de potasio, nitrato de calcio y nitrato de magnesio.

En sistemas intensivos, la solución nutritiva debe incluir calcio, magnesio y micronutrientes (hierro, zinc, manganeso, cobre, boro y molibdeno). El hierro debe ser suministrado como quelato⁷, porque las sales de hierro (sulfato de hierro), son muy inestables en solución y el hierro precipita fácilmente.

En caso de agua duras⁸, se debe tomar en cuenta el contenido de calcio y magnesio en el agua.

Las ventajas más destacables de los riegos localizados se mencionan a continuación:

- Sinergia o interacción positiva entre el agua y los elementos nutritivos.
- Facilidad de aplicación de los fertilizantes, con el consiguiente ahorro de mano de obra.
- Oportunidad de adecuar la aplicación de fertilizantes a las necesidades del cultivo.
- Control de la dosificación y uniformidad de la distribución.
- Mejora la localización de los iones nutritivos a la máxima actividad radical.
- Posibilidad de aplicar otros productos.

Este último punto ofrece, al mismo tiempo, la oportunidad de optimizar los dos factores de mayor incidencia en la explotación agrícola: el agua y los nutrimentos.

Con lo anterior, se consigue mayor eficiencia de la fertirrigación, lo que asegura, a la vez, la conservación del medio ambiente.

La mezcla entre fertilizantes no compatibles y la interacción de los fertilizantes con el agua de riego, especialmente si se trata de aguas duras y/o alcalinas, puede ocasionar la formación de precipitados en el

7 Compuesto químico.

8 La dureza en el agua está determinada por el número de átomos de calcio y magnesio presentes.

tanque de fertilización y la obstrucción de goteros y filtros.

Lo anterior puede evitarse con la elección correcta de fertilizantes y con un manejo adecuado de éstos.

El nitrato de calcio no puede ser mezclado con ningún fertilizante fosforado o sulfatado porque se forma un precipitado de sulfato o de fosfato de calcio; cuando se mezcla sulfato de magnesio con fosfato de amonio forma un precipitado de fosfato de magnesio.

El uso de los tanques de fertilización permite dividir los fertilizantes que interactúan, al separar los fertilizantes con calcio, magnesio y microelementos de los fertilizantes con fósforo y sulfato. Se evita, así, la formación de precipitados.

Se recomienda el uso de fertilizantes de reacción ácida en el sistema de fertirriego para disolver precipitados y destapar los goteros. La inyección de ácido remueve también bacterias y algas.

Luego de inyectar ácido, el sistema de riego y de inyección deberá ser cuidadosamente lavado.

Uso de fertilizantes en fertirriego

En fertirriego se usa gran cantidad de fuentes de fertilizantes, por eso es importante considerar cómo y cuándo se van a distribuir en el tiempo.

Consideraciones en el uso de fertilizantes

Los fertilizantes utilizados en la fertirrigación deben ser sólidos o líquidos y contener uno, dos o tres elementos (simples o complejos).

La distribución de los fertilizantes en el fertirriego depende de la movilidad, método de aplicación, tipo de fertilizante, suelo y la uniformidad del agua en el campo.

Características de los fertilizantes

Solubilidad⁹. La característica principal de los fertilizantes o productos para fertilización es la solubilidad, esto para evitar problemas de obstrucciones por la presencia de impurezas (partículas sin disolver).

La solubilidad es una propiedad importante que se debe tomar en cuenta a la hora de seleccionar los fertilizantes, ya que indica la cantidad máxima que se puede mezclar en un volumen determinado de agua.

En principio, quedan descartados aquellos fertilizantes que contengan aditivos para mejorar su conservación o hacer más lenta su liberación. En este sentido, es preferible usar los fertilizantes obtenidos por cristalización¹⁰.

Debe tomarse en cuenta que al disolver el fertilizante, éste produce

una reacción endotérmica¹¹, lo que provoca un descenso de temperatura de la solución y disminuye la solubilidad.

Pureza. Las impurezas en la solución de fertilizantes pueden proceder del agua de riego (canal, pozo, noria, arroyo, etcétera) o de los fertilizantes aportados o por reacción entre ellos.

Las impurezas pueden ocasionar taponamientos en los emisores (goteros) de riego, principalmente, también en reguladores de presión y filtros, lo que reduce, significativamente, la eficiencia de riego, que se refleja directamente en la disminución de la producción de los cultivos.

Por lo tanto, los fertilizantes usados deben tener un alto grado de pureza, como otra exigencia adicional.

Compatibilidad. La compatibilidad entre los fertilizantes y los iones presentes en el agua de riego es un factor de suma importancia. (Ver Cuadro 2)

Como norma general, el ión sulfato es incompatible con el calcio y los fosfatos.

Salinidad. Otro aspecto fundamental es la concentración de sales, como uno de los criterios más importantes que se deben juzgar del agua de riego.

Al disolver un fertilizante en el agua de riego se modifican algunas características químicas de ésta, aumenta su contenido salino y, por tanto, su conductividad eléctrica.

Por esto, en cada fertilizante hay que determinar la dosis óptima (gramos por litro) que se puede incorporar en el agua de riego.



⁹ Capacidad de una determinada sustancia para disolverse en otra.

¹⁰ Proceso químico.

¹¹ Capacidad de regulación metabólica para mantener la temperatura del cuerpo constante e independiente de la temperatura ambiental.

Cuadro 2

Fertilizantes	U A N - 32	Urea	NH ₄ NO ₃	KNO ₃	Ca NO ₃	Mg SO ₄	NH ₄ H ₂ PO ₄	KH ₂ PO ₄	H ₃ PO ₄	KSO ₄	KCL
UAN-32		+	+	+	+		+	+	+	c	c
Urea	+		+	+	+	+	+	+	+	c	c
Persulfato de amonio (NH ₄ SO ₄)	c	+	c	c	l	+	l	l	l	c	c
Nitrato de amonio (NH ₄ SO ₃)	c	+		+	l	+	+	+	+	c	c
Nitrato de potasio (KNO ₃)	c	+	c		+	c	c	c	c	c	c
Nitrato de calcio (CaNO ₃)	+	+	l	+		l	l	l	l	l	c
Sulfato de magnesio (MgSO ₄)	c	c	c	c	l		+	+	+	c	l
Fosfato monoamónico (NH ₄ H ₂ PO ₄)	+	+	+	c	l	+		c	c	c	c
Fosfato monopotásico (KH ₂ PO ₄)	+	+	+	c	l	+	c		c	c	c
Ácido fosfórico (H ₃ PO ₄)	+	+	+	c	l	+	c	c		c	c
Sulfato de potasio (KSO ₄)	c	c	c	c	l	c	c	c	c	c	c
Cloruro de potasio (KCL)	c	c	c	c	c	l	c	c	c	c	

+ = Se puede mezclar en el momento de su empleo.

l = Incompatible, no se puede mezclar.

c = Compatible, sí se puede mezclar.

Donde: (NH₂)₂CO = Urea; NH₄SO₄ = Persulfato de amonio; NH₄SO₃ = Sulfato de amonio; NH₄NO₃ = Nitrato de amonio; KNO₃ = Nitrato de potasio; CaNO₃ = Nitrato de calcio; MgSO₄ = Sulfato de magnesio; NH₄H₂PO₄ = Fosfato monoamónico; KH₂PO₄ = Fosfato monopotásico; H₃PO₄ = Ácido fosfórico; KSO₄ = Sulfato de potasio; KCL = Cloruro de potasio.

Comportamiento de los fertilizantes en el suelo. Los fertilizantes nitrogenados contienen el nitrógeno en tres formas: Nítrica, amoniacal y ureica o acídica.

La mayor forma de absorción de nitrógeno es la nítrica. Esta forma tiene la desventaja que no queda retenida en el complejo coloidal¹², en comparación con la forma amoniacal, que queda retenida eventualmente, para después transformarse en forma nítrica. Ésta es la que mayor se pierde por la lixiviación¹³.

El fósforo y el potasio son retenidos por el complejo de cambio; sin embargo, al aplicarlos en fertirriego se saturan los sitios de intercambio (zona donde es regada el agua por el gotero) y se logra mayor movilidad y disponibilidad por los cultivos.

Dependiendo de los tipos de suelo, los aportes de los elementos nutritivos tienen que considerar las dosis y frecuencia de aplicación; por ejemplo, en suelos arenosos la pérdida de fertilizantes por lixiviación es mucho mayor que en suelos de textura más fina.

Aspectos a considerar en la selección de fertilizantes. Son varios los factores que se deben considerar en la selección de fertilizantes; entre ellos están los aspectos agronómicos:

- Respuesta del cultivo
- Fuente de nutrimento
- Interacción con el agua
- Aspectos relacionados con el almacenamiento
- Costos

Fuentes de fertilización nitrogenada

Nitrato de amonio. Esta fuente se puede considerar como la de mayor concentración (33.5-34.0%) y de mayor solubilidad y libre de productos insolubles.

El nitrato de amonio reduce la temperatura. Contiene el 50% en forma nítrica y 50% en forma amoniacal; es uno de los productos más apropiados y de los más utilizados para fertirrigación por el aporte de nitrógeno. Tiene un efecto acidificante, por lo que baja el pH del agua.

Las soluciones madre de este producto se preparan en la proporción de una parte de fertilizante por dos de agua, lo que supone, por ejemplo: 50 kg en 10 litros de agua.

Por la presencia del ión amonio puede ser retenido por los coloides del suelo (minimizando la pérdida por lavado) y es absorbido por la planta en medida que se transforma en ión nitrato, mediante el proceso de nitrificación, realizado por las bacterias nitrificantes.

¹² Cuerpo que al separarse en un líquido aparece disuelto por la extrema pequeñez de las partículas en que se divide.

¹³ Proceso de lavado del suelo por la filtración del agua

Sulfato de amonio. Este fertilizante no presenta mucha solubilidad, en comparación con el nitrato de amonio. Aporta nitrógeno en forma amoniacal (20.5%) y azufre (23%).

Su uso en fertirrigación es poco común: Presenta efecto acidificante por la presencia de azufre. Se aprovecha en situaciones de carencia de azufre.

La solución madre se prepara con una proporción de 1 a 4, es decir: 25 kg por cada 100 litros de agua.

Este fertilizante provoca aumentos de conductividad eléctrica extremadamente altos (además de mostrar una riqueza de fotógeno no muy elevada), por lo que su empleo con aguas de riego salinas es poco aconsejable, sobre todo si son ricas en sulfatos.

Urea. Es un producto orgánico que tiene un contenido de nitrógeno de 46%, todo en forma ureica o amídica, misma que debe pasar de iones a amonio y después a nitratos, para que pueda ser absorbida por los cultivos.

Al igual que el nitrato de amonio, la urea también reduce la temperatura. La ventaja de este fertilizante es que no provoca aumento de salinidad en el agua, por lo que no acidifica el líquido.

El empleo de este fertilizante depende de condiciones de humedad, temperatura y tipo de suelo para que se modifique a formas de absorción de nitrógeno, de uno a tres días.

La solución madre se prepara en una relación de 1 a 2, es decir: 50 kg en 100 litros de agua.

La eficiencia de urea depende, muy estrechamente, de las condiciones de aplicación, debido a su extremada solubilidad (riesgo de lavado) y a la posibilidad de volatilización de amonio, cuando se aplica en la superficie de suelos alcalinos.

Solución nitrogenada UAN-32. Esta solución está preparada con una mezcla de nitrato de amonio y de urea, aproximadamente al 50%.

Tiene una densidad de 1.32 gramos por litro; baja incidencia salinizante y su reacción es neutra o ligeramente alcalina.

Este fertilizante presenta el 25% de nitrógeno amoniacal, 25% de nítrico y 50% de ureico, lo que da una gran flexibilidad de uso.

La combinación de las tres formas de nitrógeno en la misma solución presenta ventajas indudables en determinados tipos de fertirrigación y suelos; sin embargo, es algo problemático por el elevado contenido de nitrógeno ureico, cuya transformación a la forma nítrica puede ser lenta en riegos localizados.

Lo anterior es por bajas temperaturas, que limitan los cambios de las formas de nitrógeno a formas aprovechables.

Fuentes de fertilizantes fosforados

Ácido fosfórico. Este producto se usa para la producción de la mayoría de los fertilizantes fosforados. Es el fertilizante líquido más usado en

fertirriego.

Su concentración va de 58% a 65% de P_2O_5 (fosfatos) y una densidad de 1.65 gramos por centímetro cúbico. También puede ser utilizado como acidificante de la solución.

El inconveniente es su difícil manejo; deben tomarse cuidados por el ácido y por la incompatibilidad de este elemento con otros fertilizantes que contengan calcio y magnesio, principalmente.

Fosfato monoamónico. El fosfato monoamónico soluble tiene una elevada concentración de fosfatos y de nitrógeno (12% de nitrógeno y 61% de fosfatos).

Es el fertilizante sólido fosforado más utilizado en fertirriego. Este fertilizante provoca incrementos muy bajos de conductividad eléctrica.

Fosfato monopotásico. Su concentración es de 52% de fosfatos (P_2O_5) y 34% de óxido de potasio (K_2O).

Es un fertilizante con excelentes cualidades físico químicas y nutricionales, pero con un precio muy elevado. También provoca incrementos bajos de conductividad eléctrica.

Polifosfato de amonio. Es un fertilizante líquido. Se obtiene al reaccionar ácido fosfórico con amoniaco, cuyo producto contiene capacidad de "secuestrar" micronutrientes.

Fuentes de fertilizantes potásicos

Nitrato de potasio. Constituye la fuente más utilizada en fertirrigación, ya que aporta el 12% de nitrógeno y 45% de óxido de potasio (K_2O).

Frecuentemente se cubren las necesidades de potasio con el uso exclusivo de este fertilizante.

Con este producto se obtienen incrementos de conductividad eléctrica relativamente elevados.

Este producto tiene reacción neutra e incorpora, en forma de nitrógeno nítrico, aproximadamente 1/3 del contenido de potasio, lo que es una proporción ideal para la absorción de potasio.

Sulfato de potasio. Es el segundo de las fuentes de potasio más ampliamente utilizadas, su concentración es de 50% de óxido de potasio y 17% de azufre, su empleo está dado, principalmente, por carencias de azufre o por necesidades de potasio, sin incrementos del aporte de nitrógeno.

Para preparar una solución madre se usan 10 kg de fertilizante en 100 litros de agua.

Este fertilizante provoca aumentos en la conductividad eléctrica, lo que limita su empleo en aguas con alta salinidad, sobre todo si en ellas predomina el ión sulfato.

Cloruro de potasio. Es un fertilizante barato y con una concentración mayor de K_2O , con 60%, pero con el inconveniente de que aporta 47% de cloro.

Por la presencia de cloruros en agua queda restringido a aguas de

buena calidad, con niveles de cloruro nulos o muy bajos.

No se recomienda usarlo en suelos con altas concentraciones de sales, principalmente cloruros, debido a que puede ser tóxico para cultivos sensibles, como cítricos, vid, fresas, entre otros.

Este fertilizante presenta un efecto más salino que las otras dos fuentes de potasio.

Fuentes de fertilizantes que aportan calcio

Nitrato de calcio. Es un fertilizante muy empleado en fertirrigación. Al aplicar esta fuente se aporta 15% de nitrógeno y 19% de calcio. Al usarse en aguas que aportan calcio, en ocasiones resulta beneficioso ante excesos relativos de sodio, al ser una ventaja para prevenir la degradación de la estructura del suelo.

Contrarresta antagonismos del magnesio o previene fisiopatías (alteraciones fisiológicas), ocasionadas por deficiencias cálcicas, como la pudrición apical de tomates, pimientos y melones, entre otros.

Una pequeña parte de nitrógeno está en forma amoniacal (1%) y 14% en forma nítrica.

Sulfato de calcio (yeso agrícola). Esta fuente de calcio proporciona el 21% de calcio y 16% de azufre.

Es una opción en un momento del ciclo de cultivo que no se requiera de aportar nitrógeno; además, es importante su empleo en suelos donde predominen las concentraciones de sodio (suelos sódicos). Se tiene que considerar su aplicación en aguas que contengan sulfatos.

Es una fuente barata, su solubilidad depende del tamaño de las partículas. Se requiere de equipo especial para su aplicación.

Fuentes de fertilizantes que aportan magnesio

Sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). El contenido de este fertilizante es de 9% de magnesio y 13% de azufre, es la fuente más usada en fertirrigación ante situaciones de carencia de magnesio.

Su uso queda condicionado en aguas que contengan sulfatos, por lo que se tiene que optar por nitrato de magnesio.

Nitrato de magnesio ($\text{MgNO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Fertilizante que contiene 11% de nitrógeno en forma nítrica y 9.5% de magnesio.

Se emplea ante carencia de magnesio en los cultivos, es de rápida absorción por la presencia de nitratos y existe sinergismo entre estos dos elementos.

Época o distribución en el tiempo de la fertilización

La distribución de los nutrimentos a lo largo del desarrollo del cultivo es fundamental, tanto para satisfacer las necesidades de los periodos de mayor exigencia (mayor demanda nutricional) como para la eficiencia de la fertilización y, lo que es más importante: Para reducir el

lavado de los nutrimentos, especialmente nitrógeno en forma de nitratos (lixiviación), que llega a contaminar los mantos acuíferos.

Método de balance y control de la fertilización

Otra técnica usada en cultivos remunerativos es la siguiente: Primero se analiza el suelo y se determina la aplicación de las cantidades y fuentes de fertilizantes necesarios para balancear el estado inicial de la fertilidad del suelo; después se efectúan análisis de suelo (extracto saturado) y del tejido vegetal para detectar las deficiencias o excesos de los elementos nutritivos, con la finalidad de ajustar el programa de fertirriego.

Los criterios de fertilización en los cultivos requieren de una integración de todas o de la mayor parte de las prácticas agrícolas. El manejo del riego y de la fertilización deben estar estrechamente relacionados, en lo posible a la técnica de fertirrigación, lo que asegura un mejor control de estos dos factores.

Apoyo de análisis de suelo

Solución del suelo. En la solución del suelo se encuentran tanto iones nutritivos como nocivos que, en un momento dado, pueden perjudicar el crecimiento normal de los cultivos.

Las plantas absorben dichos elementos, por lo que debe monitorearse la concentración de los iones y tratar de reponer o ajustar el programa de fertirriego, dependiendo de la época fenológica del cultivo.

El extracto de saturación del suelo proporciona información de la disponibilidad real de los nutrimentos en la solución del suelo para la planta.

Análisis foliar. La fertirrigación, en combinación con análisis periódicos de la solución del suelo y tejido vegetal, permite un control en la aplicación de las necesidades de los productos nutritivos, en las cantidades y momentos oportunos, a través de las diferentes etapas fenológicas de los cultivos.

Fertilización orgánica

El uso de los abonos orgánicos tiene su origen desde que nació la agricultura.

Algunos campesinos, cuando escuchan hablar de abonos orgánicos relacionan el nombre con compostas, estiércoles, abono natural, hojas podridas e incluso “basura” de la casa.

Esto es correcto, pero sólo en parte, pues los abonos orgánicos son todos los materiales de origen orgánico que se pueden descomponer por la acción de microbios y el trabajo del ser humano, incluyendo, además, a los estiércoles de organismos pequeños y al trabajo de microbios específicos, que ayudan a la tierra a mantener su

fuerza o fertilidad.

Existen varios tipos de abonos orgánicos, pero todos necesitan casi los mismos ingredientes: Microbios que están en tierra fértil, ellos necesitan su comida bien preparada con materiales secos, ricos en carbono, como la paja y el zacate y/o materiales frescos, ricos en nitrógeno, como el estiércol, los montes verdes y el orín; el agua, que debe ir medida, y el aire.

También se necesita una temperatura alta, que se forma con el trabajo de los microbios cuando tienen todos los materiales para trabajar.

El movimiento agroecológico mundial está creciendo a ritmo acelerado.

La necesidad de frenar la contaminación que causa el sistema de producción agrícola tradicional da impulso y velocidad a este crecimiento.

La humanidad comienza una etapa de revisión profunda de todos sus sistemas productivos. Una etapa de estudio y elaboración de nuevas normas que hagan factible la vida en el futuro.

Es importante generar un gran cambio, y la producción orgánica de alimentos es uno de los pilares donde se apoya este cambio.

Hay que buscar rápidamente nuevas formas de alimentar a la humanidad, con métodos sostenibles y no contaminantes. Ésta es una realidad que no escapa a los gobiernos ni a la gente en general.

Durante los últimos años, la agricultura orgánica ha demostrado ser una de las alternativas más promisorias para el campo mexicano.

Esta agricultura cumple con los objetivos de la sustentabilidad, pues conlleva a la conservación y mejoramiento de los recursos naturales, y a que los productores reciban un mejor ingreso y puedan lograr mejores condiciones de vida.

Este subsector agrícola ha sido el más dinámico en el país, pues en plena crisis económica ha aumentado su superficie sembrada año con año.

La importancia de la agricultura orgánica en México radica en que se encuentra vinculada, en un justo equilibrio, entre lo social, lo ambiental y lo económico.

A diferencia de otras alternativas propuestas para el campo mexicano, como la biotecnología, que solamente puede ser usada en algunas áreas del país y que sólo es accesible a productores con disponibilidad de recursos económicos, la agricultura orgánica es incluyente, pues presenta oportunidades para ser practicada en todas las regiones del país y por todos los tipos de productores, por basarse en tecnologías y recursos locales.

Abonos orgánicos fermentados

La elaboración de abonos orgánicos fermentados se puede entender

como un proceso de semidescomposición aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos, por medio de poblaciones de microorganismos químicos organotróficos, que existen en los propios residuos, mediante condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables, capaz de fertilizar las plantas y, al mismo tiempo, nutrir la tierra.

En el proceso de elaboración de abonos orgánicos fermentados puede decirse que existen etapas bien definidas: Estabilización y maduración.

Estabilización. En esta fase, la temperatura puede llegar a alcanzar, aproximadamente, entre 70 y 75°C, si no se controla adecuadamente, debido al aumento de la actividad microbiana.

Después, la temperatura del abono comienza a caer nuevamente, dado el agotamiento de la fuente energética que retroalimentaba el proceso.

En este momento comienza la estabilización del abono y solamente sobresalen los materiales que presentan una mayor dificultad para su degradación a corto plazo.

Maduración. Aquí la degradación de los materiales orgánicos (que todavía permanecen) es más lenta, para luego llegar a su estado ideal, para su inmediata utilización.

Entre los principales factores que afectan el proceso de elaboración de los abonos orgánicos fermentados destacan:

1. Temperatura. Está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza después de la etapa de la mezcla de todos los ingredientes.

Aproximadamente, después de 14 horas de haberlo preparado, el abono debe de presentar temperaturas que pueden superar fácilmente los 50°C, lo que es una buena señal para continuar con las demás etapas del proceso.

La actividad microbiológica puede ser perjudicada por la falta de oxigenación y el exceso o escasez de humedad.

2. pH (acidez). La elaboración de este tipo de abono requiere que el pH oscile entre 6 y 7.5, ya que los valores extremos inhiben la actividad microbiológica durante el proceso de la degradación de los materiales.

Sin embargo, al inicio de la fermentación, el pH es bajo, pero gradualmente se va autocorrigiendo, con la evolución de la fermentación o maduración del abono.

3. Humedad. La humedad óptima para lograr la máxima eficiencia del proceso de la fermentación del abono oscila entre el 50 y 60% (en peso).

4. Aireación. La presencia del oxígeno o buena aireación es necesaria para que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación del abono.

Se calcula que como mínimo debe existir de 5 a 10% de concentración de oxígeno en los macroporos de la masa.

5. Relación carbono-nitrógeno. La relación teórica e ideal para la fabricación de un buen abono de rápida fermentación se calcula de 1 a 25-35. Las relaciones menores pueden resultar en pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización.

Por otro lado, relaciones mayores resultan en una descomposición y fermentación más lenta y que, en muchos casos, es conveniente.

Abonos orgánicos tipo bocashi

La palabra bocashi proviene del idioma japonés y significa “cocer al vapor los materiales del abono, aprovechando el vapor que se genera de la fermentación aeróbica de los mismos”.

Los materiales que se utilizan se mencionan a continuación, así como el aporte de cada uno de ellos en la fermentación.

1. Carbón vegetal. Mejora las características físicas del suelo, como su estructura, lo que facilita la distribución de las raíces, la aireación y la absorción de humedad y calor (energía).

Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo que funciona con el efecto tipo “esponja sólida”, que consiste en la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles a las plantas, lo que disminuye la pérdida por lavado de éstos en el suelo.

2. Gallinaza o estiércoles. Ricos en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, entre otros elementos.

La mejor gallinaza es la que se obtiene de la cría de gallinas ponedoras bajo techo y pisos cubiertos con materiales secos.

3. Cascarilla de arroz. Mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilita la aireación, la absorción de humedad y filtración de nutrientes.

También beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo que estimula el desarrollo y crecimiento abundante del sistema radical de las plantas, así como la actividad simbiótica con la biología de la rizósfera¹⁴.

Además, es una fuente rica en silicio, que hace que los vegetales sean mucho más resistentes al ataque de insectos y enfermedades.

4. Salvado de arroz. Es uno de los ingredientes que favorecen, en alto grado, la fermentación de los abonos, la que se incrementa con la presencia de vitaminas complejas.

5. Melaza de caña o piloncillo. Es la principal fuente energética para fermentación de los abonos orgánicos.

Favorece la multiplicación de la actividad microbiológica. Es rica

¹⁴ Zona del suelo en contacto más o menos inmediato con las raíces. Posee mayor actividad microbiológica.

en potasio, calcio, fósforo y magnesio; aporta micronutrientes como el boro, zinc, manganeso y hierro, principalmente.

6. Levadura. Es la principal fuente de inoculación microbiológica para la elaboración de los abonos orgánicos fermentados.

Es el arranque o la semilla de la fermentación.

7. Tierra de río. Tiene la función de darle una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad.

Con su volumen aumenta el medio propicio para el desarrollo de la actividad microbiológica de los abonos, también funciona como una esponja, al tener la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente los nutrientes a las plantas, de acuerdo a la necesidad de éstas.

8. Carbonato de calcio o cal agrícola. Su principal función es regular la acidez que se presenta durante la fermentación.

Cuando se está elaborando el abono orgánico, dependiendo de su origen, natural o fabricado, puede contribuir con otros minerales útiles a las plantas.

Se puede sustituir por la ceniza de los fogones.

9. Agua. Homogeniza la humedad de todos los ingredientes que componen el abono.

Propicia las condiciones ideales de la actividad y reproducción microbiológica durante todo el proceso de fermentación, cuando se están elaborando los abonos orgánicos. Para saber si la humedad es la ideal se utiliza la prueba del puño.

10. Local. La preparación de los abonos orgánicos fermentados se debe de realizar en un local que esté protegido del sol, del viento y la lluvia.

El piso, preferiblemente, debe estar cubierto de ladrillo o revestido de concreto o, en todo caso, de tierra bien firme, con canales laterales, de modo que evite, al máximo, la acumulación de humedad en el local donde se elaboren los abonos.

11. Herramientas. Palas, bioldos, cubetas, termómetro, agua, mascarilla de protección y botas.

12. Tiempo de duración para elaborar los abonos. Aproximadamente en 12 ó 15 días; para ello, en los primeros cuatro días de fermentación es necesario revolver el preparado dos veces al día, una en la mañana y otra en la tarde; posteriormente, solamente una vez al día.

Bocashi¹⁵

Ingredientes para preparar 65 bultos

- Veinte bultos de estiércol fresco disponible (de gallina, vaca o de conejo).
- Veinte bultos de cascarilla de arroz o cuatro pacas de avena, cebada o rastrojo picado.

¹⁵ Información tomada de Restrepo R. J., S. Pinheiro y B. Castro 2007. *II Taller Internacional de Agricultura Orgánica*. Guamúchil, Sinaloa, México.

- Veinte bultos de tierra del lugar, sin piedras ni terrones.
- Seis bultos de carbón vegetal en partículas pequeñas. Si no se consigue fácilmente se puede elaborar carbón con tusa de maíz o cascarilla de café.
- Un bulto de cascarilla de arroz, salvado de trigo o de concentrado para vacas.
- Dos libras de levadura de pan granulada, en barra o fermentado de maíz o bocashi ya preparado.
- Dos kilogramos de panela o 4 litros de melaza. Agua (prueba del puño, terrón seco quebradizo, más o menos entre 40 a 50% de humedad).

Modo de preparación

Una vez que se ha determinado la cantidad necesaria a fabricar y se tienen todos los ingredientes necesarios, se escoge un lugar protegido del sol y lluvia, cerca de una toma de agua.

Si no se cuenta con el lugar, el bocashi ya preparado deberá taparse.

Se debe trabajar sobre un terreno plano, de tierra firme o encementado.

1. Los ingredientes se colocan, por capas, en el siguiente orden: Cascarilla de arroz o paja, tierra, estiércol, carbón, cascarilla de arroz o salvado o concentrado.

2. La melaza o panela, disuelta en agua tibia, se diluye en el agua que se va utilizando.

3. El agua se aplica uniformemente (solamente la necesaria), mientras se va haciendo la mezcla de todos los ingredientes. Para una mejor distribución de la humedad es preferible aplicar con una regadera. No

Salvado
Carbón
Estiércol
Tierra
Rastrojo picado



Es recomendable hacer la prueba del puño para verificar la humedad de la mezcla.

Para esto se toma un puño de la mezcla y se aprieta. El punto óptimo es cuando se toma la cantidad en la mano, se aprieta y se forma un puñado que fácilmente se desmorona, al soltarlo deja la mano mojada.

Si al abrir la mano se desmorona, le falta agua; si escurre, ya se pasó de agua. Para corregir el exceso de agua se debe agregar más materia seca.



4. Se recomienda darle 2 ó 3 vueltas a toda la mezcla (o las necesarias) hasta que quede uniforme.

5. Una vez mezclada, se extiende hasta que quede de una altura de 50 cm, máximo. En lugares muy fríos se recomienda, inicialmente, dejarla bien alta para permitir que la fermentación se acelere.



6. Se cubre con costales o lona.

Si el montón se deja sin voltear durante los primeros tres días de la fermentación, el abono tiende a subir a más de 80°C, lo que no se debe permitir.

No es recomendable que la temperatura de la mezcla sobrepase los 50°C; para lograrlo, se recomienda darle dos vueltas los primeros cuatro días (por la mañana y la tarde).

Una buena práctica es rebajar gradualmente la altura del montón, a partir del tercer día, hasta lograr más o menos una altura de 20 centímetros, al octavo día.

A partir del cuarto día se puede realizar una vuelta diaria.

Entre los 12 y 15 días, el abono fermentado ya ha logrado su maduración y su temperatura es igual a la temperatura ambiente, su color es gris claro, queda seco, con un aspecto de polvo arenoso y consistencia suelta.

Característica del bocashi al final: Totalmente seco y sin temperatura.

Manera de usarse:

La cantidad y la forma de aplicarlo son muy variadas, depende del cultivo, sus necesidades y tipo de suelo. En general, citaremos algunos ejemplos de experiencias en su uso.

Para almácigo o semillero. Utilizar una mezcla de bocashi curtido, preferentemente, (de 2 a 3 meses).

Las proporciones varían: Desde 90% de tierra seleccionada con 10% de bocashi, hasta 60% de tierra con 40% de bocashi curtido.

Regularmente, los agricultores realizan pequeños ensayos para determinar la relación óptima.

En el trasplante de plántula. Los agricultores vienen experimentando varias formas de abonar sus cultivos.

a) Abonado directo en la base del hoyo, donde se colocará la plántula. Se cubre el abono con un poco de tierra para que la raíz no entre en contacto directo con el abono.



b) Abonado a los lados de la planta. Sirve para hacer una segunda y tercera abonada de mantenimiento al cultivo y estimula el crecimiento de las raíces hacia los lados.

La cantidad que se utiliza es variable, se puede comenzar con un puño por planta.

c) Abonado directo, alrededor de 2 a 2 ½ toneladas por hectárea, para granos. Ejemplo: Maíz, zanahoria, cilantro en el surco, mezclado con tierra, donde se establecerá el cultivo

En viveros. Se debe usar 90% de tierra y 10% de bocashi con carbón pulverizado.

En trasplantes. Se recomienda usar de 30 a 50 gramos para hortalizas de hojas, de 50 a 80 gramos para hortalizas de cabeza y raíces y de 120 a 150 gramos para tomate, pimiento, chile, entre otros.

Recomendaciones

- * Al aplicarse el abono siempre debe de cubrirse con tierra para evitar que se dañe por el sol.
- * Realice sus propias pruebas de elaboración y manera de aplicación.
- * Tome nota de los resultados y promuévalos.
- * Lo ideal es utilizarlo inmediatamente, si lo va a guardar, es recomendable protegerlo del sol, viento y lluvias bajo techo, de preferencia en costales.
- * No se recomienda almacenarlo por más de tres meses.

Biofertilizantes preparados y fermentados a base de estiércol de vaca

Los biofertilizantes son "súper abonos" líquidos, con mucha energía equilibrada y armonía mineral, preparados a base de estiércol muy fresco de vaca, disuelto en agua y enriquecidos con leche, melaza y

ceniza.

Los biofertilizantes se fermentan por varios días en tambos de plástico, en un sistema anaeróbico y, muchas veces, enriquecido con harina de rocas molidas o algunas sales minerales, como son los sulfatos de magnesio, zinc, cobre, etcétera.

Éstos sirven para sustituir a los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria, que son muy caros y vuelven dependientes a los campesinos y los hacen cada vez más pobres.

Funcionan principalmente en el interior de las plantas: Activan el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas, coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejos, entre otros.

Estos elementos están presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo.

Supermagro

Este abono foliar, de origen brasileño, trabaja con una fermentación anaeróbica (sin aire).

Se requiere un recipiente plástico de 200 litros (aproximadamente), que cierre herméticamente para no permitir la entrada de aire.

Se coloca un niple¹⁶ con manguera, que va a terminar en un balde con agua, esto con el fin de que los gases que se expandan durante el proceso salgan y no entre aire en el tanque.



Recipiente para la preparación de Supermagro.

16 Trozo de tubería, generalmente de reducida longitud.

Ingredientes básicos

Cuarenta kilogramos de estiércol fresco de vaca
 Nueve litros de leche
 Nueve litros de melaza o 4.5 kilogramos de panela

Sales minerales

Tres kilogramos de sulfato de zinc
 Un kilogramo de sulfato de magnesio
 Trescientos gramos de sulfato de manganeso
 Trescientos gramos de sulfato de cobre
 Dos kilogramos de cloruro de calcio
 Un kilogramo de ácido bórico o bórax (se deberá aplicar en dos partes)
 Cincuenta gramos de trióxido de molibdeno
 Cincuenta gramos de sulfato de cobalto
 Cincuenta gramos de sulfato de hierro

Ingredientes complementarios

Doscientos gramos de harina de hueso
 Quinientos gramos de restos de pescado o camarón seco
 Cien gramos de sangre de bovino
 Doscientos gramos de restos frescos de hígado crudo y molido

Manera de prepararse

1. En un recipiente de plástico de 200 litros (con tapa) se colocan 40 kg de estiércol fresco, 100 litros de agua, un litro de leche y un litro de melaza o 500 gramos de panela disuelta en agua tibia. Revolver bien y dejar fermentar por tres días.

2. Posteriormente, cada tres días se disuelve cada uno de los minerales en agua tibia y se agrega un litro de leche y un litro de melaza o 500 gramos de panela. Esta mezcla se integra al fermentado anterior, revolver perfectamente.

3. Los ingredientes complementarios se pueden ir agregando al momento que en que se integran los minerales.

4. Después de haber agregado todas las sales, se completa el recipiente plástico con agua hasta 180 litros (se recomienda no completar el volumen total del recipiente, esto para facilitar la salida de gases de la fermentación), se tapa y se deja fermentar por 30 días, en climas cálidos, y 45 días, en climas fríos.

Modo de usarlo

1. El recipiente se debe proteger bajo techo o bajo sombra de árboles.
2. El recipiente debe quedar herméticamente cerrado.
3. El color final del supermagro es verde pardo, si durante el pro-

ceso toma una coloración violeta o morada y olor putrefacto, está mal y deberá desecharse.

4. Se puede envasar en recipientes oscuros y guardar en lugares frescos.

Recomendaciones

Para frutales, se recomienda usarlo al 2%; para hortalizas, al 4%, con intervalos de 10 hasta 20 días. Para tomate y otras hortalizas de frutos aéreos se recomienda usarlo al 4%, con intervalos semanales.

Calidad del agua de riego

La calidad del agua está definida por algunas características físicas y biológicas.

Para el caso de aguas utilizadas en la agricultura, su calidad sólo está en función de características físicas y químicas, principalmente de estas últimas.

Considerando lo anterior, el agua de riego varía en su calidad, lo que depende del tipo y cantidad de sales disueltas.

En la medida en que el contenido de sales se incrementa, varios problemas se presentan en los suelos y en las plantas, por esto es necesario implementar prácticas especiales de manejo, para mantener en niveles aceptables los rendimientos de los cultivos.

Los problemas asociados con las sales son modificados por el suelo, el clima, el cultivo, así como la experiencia y el conocimiento del productor.

Los problemas del suelo y de los cultivos utilizados, como base para evaluar la calidad del agua, son los relacionados con la salinidad, velocidad de infiltración, toxicidad y otros inconvenientes.

Salinidad. La salinidad se define como la concentración de sales minerales disueltas, presentes en agua o suelo, referidas a una unidad de volumen o de peso.

Todas las aguas de riego contienen sales disueltas, cuyo tipo y cantidad dependen de su origen y del curso que hayan seguido antes de su utilización.

Los principales solutos¹⁷ son los cationes Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^+ y los aniones Cl^- , O_4^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} y NO_3^- .

La salinidad del agua se mide en términos de conductividad eléctrica. Representa la cantidad total de sales inorgánicas disueltas en el agua.

Este problema se presenta cuando las sales se acumulan en la zona de la raíz, tal concentración causa una disminución del rendimiento, debido a que el cultivo no puede extraer suficiente agua del suelo, lo que ocasiona un estrés hídrico o falta de agua.

¹⁷ Sustancia disuelta en líquido.

Debido a ello, el cultivo reduce su crecimiento y las plantas presentan síntomas de marchitamiento y coloraciones verde-azuladas en el follaje. Estos síntomas varían con la etapa de crecimiento de la planta y son más notorios en las primeras etapas.

El control de la salinidad tiene como finalidad mantener buenos rendimientos en cultivos; esto puede hacerse de diferentes maneras, ya sea por separado o en conjunto:

- Lixiviar las sales, es decir, profundizarlas fuera de la zona de raíces antes que se concentren en niveles perjudiciales para los cultivos. Se recomienda realizar esta técnica en épocas frías.
- Mantener, en todo momento, una disponibilidad suficiente de agua en la zona de raíces.
- Contar con un adecuado sistema de drenaje que mantenga el nivel freático bajo. Si el drenaje es adecuado, la profundidad de lámina de agua requerida para la lixiviación se hace menor. Las lluvias pueden producir excelentes efectos de lixiviación si se cuenta con drenajes adecuados.
- La nivelación de los terrenos, la aplicación de riegos más frecuentes, la fertilización adecuada, empleo de abonos orgánicos y las siembras oportunas facilitan también el manejo de la salinidad.
- Cambiar de cultivo cuando las demás alternativas resultan demasiado costosas.



Velocidad de infiltración. La infiltración de agua en los suelos varía considerablemente.

Ésta depende de la calidad del agua y de otros factores del suelo, como estructura, textura, grado de compactación, contenido de materia orgánica y características químicas.

Cuando la velocidad de infiltración es muy baja, puede ocurrir que el agua infiltrada no baste para cubrir las necesidades del cultivo.

Los problemas más frecuentes relacionados con una infiltración baja suelen producirse cuando el sodio se incorpora al suelo y deteriora su estructura; los agregados del suelo se dispersan en partículas pequeñas que tapan o sellan los poros y evitan que el agua pueda circular e infiltrarse con facilidad.

El efecto contrario lo producen el calcio y el magnesio, por lo que para evaluar realmente el problema que puede generar un exceso de sodio hay que saber, también, la cantidad de calcio y magnesio que hay en el suelo.

Una alta salinidad aumenta la velocidad de infiltración, mientras que una baja salinidad o una proporción alta de sodio sobre el calcio la disminuyen.

Los problemas de infiltración ocasionados por la mala calidad del agua ocurren en los primeros centímetros y están ligados con la estabilidad estructural del suelo y el contenido de sodio, en relación al calcio.

Cuando los cultivos son regados con agua de altos contenidos de sodio, éste se acumula en los primeros centímetros de profundidad.

Existen varios procedimientos para evitar o corregir los problemas de infiltración debido a la mala calidad del agua de riego.

- Con la incorporación de productos que modifiquen la composición química del agua o del suelo.
- Al incorporar materia orgánica al suelo, de esta forma se mejora su estructura, lo que facilita la infiltración.
- Prácticas de riego para atenuar los problemas de infiltración, como regar con frecuencia y a dosis bajas y evitar los riegos de gravedad, procurando el riego por aspersión en los suelos arenosos y por goteo en los suelos arcillosos.

Toxicidad. Los problemas de toxicidad ocurren cuando ciertos elementos (iones) del suelo o del agua son absorbidos por las plantas y acumulados en sus tejidos, en concentraciones lo suficientemente altas como para producir daño y reducir su productividad.

La magnitud de este daño depende de la cantidad de iones absorbidos y de la sensibilidad de las plantas.

Los cultivos perennes son los más sensibles.

En general, los daños en cultivos sensibles ocurren a concentraciones iónicas relativamente bajas.

El boro, aun en concentraciones relativamente bajas, es un elemento

muy tóxico para las plantas.

Debido a que el boro tiende a acumularse en el suelo, es necesario establecer sus niveles, en relación con el tipo de cultivo de que se trate.

El ión bicarbonato es importante, también, por su tendencia a precipitar el calcio del suelo en forma de carbonatos.

Los carbonatos rara vez se encuentran en el agua, pero los iones de bicarbonato pueden representar una considerable proporción de los aniones¹⁸ presentes en el agua.

Se recomienda que los niveles de carbonatos sean menores a 2.4 miliequivalentes por litro (meq/L) y, preferiblemente, menores de 1.25 meq/L.

Los daños por los iones tóxicos se manifiestan como quemaduras en el borde de hojas y clorosis¹⁹ en su área intervenal, y si la acumulación de iones es lo suficientemente elevada, se produce una disminución de rendimientos e, incluso, la muerte de la planta.

Los iones de mayor importancia son el cloro, el boro y el sodio. Los problemas de toxicidad se pueden presentar aun y cuando las concentraciones de estos iones sean bajas.

En clima cálido, o durante la parte más calurosa del año, la acumulación de iones tóxicos es más rápida para un mismo cultivo durante la estación más fría del año, en donde los síntomas visuales son mínimos o no existen.

Los síntomas de toxicidad también pueden manifestarse cuando los iones tóxicos son absorbidos por las hojas que se han mojado por la aplicación de agua por aspersión.

El sodio y el cloro son los iones que se absorben mejor por las hojas.

Otros problemas. Existen otros problemas relacionados con la calidad del agua, que aparecen con suficiente frecuencia y, por lo tanto, se justifica mencionarlos.

- Alta concentración de nitrógeno en el agua de riego, que provoca el excesivo crecimiento vegetativo, retraso de la maduración de los cultivos y la tendencia a encamarse.
- Altos contenidos de bicarbonatos, yeso o hierro en el agua de aspersión, lo que provoca manchas en las hojas y frutos.
- Irregularidades frecuentes provocadas por pH inadecuado del agua de riego.

Si no se utiliza equipo de filtración adecuado, la presencia de sedimentos minerales y sustancias orgánicas en suspensión pueden causar serios problemas en los sistemas de riego, como obstrucción

¹⁸ Ion (sea átomo o molécula) con carga eléctrica negativa, esto es, con exceso de electrones.

¹⁹ Enfermedad de las plantas que se manifiesta por el color amarillento que adquieren sus partes verdes.

de compuertas, obstrucción de emisores de goteo y aspersión y daños a los sistemas de bombeo.

Manejo integrado de plagas en el cultivo de chile

Desde que inició la agricultura, el hombre ha tenido que luchar contra plagas y enfermedades que acaban con la gran mayoría de los cultivos.

Los monocultivos modernos en los que se utilizan insumos químicos perjudican, con frecuencia, la biodiversidad a nivel genético, de especies y de ecosistemas.

Por lo tanto, los costos y efectos colaterales de la agricultura convencional, que actualmente se está practicando en la mayor parte del planeta, ya están teniendo consecuencias muy adversas en los humanos, animales y el medio ambiente.

Es por eso que debemos promover un conjunto de acciones orientadas a la obtención de rendimientos agrícolas sostenidos durante largo tiempo, para esto se requiere considerar a la agricultura como un ecosistema y, como tal, la agricultura debe de orientarse no sólo a la obtención de altos rendimientos, sino a la optimización del sistema completo.

La agricultura moderna, con el monocultivo, fertilización intensiva, variedades productivas, etcétera ha favorecido el desarrollo de plagas y enfermedades.

Esto se ve incrementado con cultivos intensivos, donde las técnicas agrícolas obligan la productividad de los cultivos y crean mayor susceptibilidad a los ataques de insectos y patógenos.

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un control en el que se combinan medidas biológicas, culturales, ambientales y químicas, con el objetivo de minimizar el efecto nocivo en el medio ambiente.

Un aspecto importante en el MIP es el control biológico, por la liberación de insectos, ácaros, hongos y bacterias para controlar las plagas que afectan los cultivos.

De esta manera, el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, definido por su propio nombre, es la integración de los diferentes tipos de control en una estrategia común, donde se consideran no solo criterios económicos, sino también ecológicos.

Control biológico. El control biológico de las plagas agrícolas se practica desde tiempos remotos.

El caso más antiguo de control biológico se realizó en China, en el año 324 antes de Cristo (a. C.), en donde comunidades enteras se dedicaban a reproducir colonias de hormigas depredadoras para el control de una oruga desfoliadora y de un escarabajo barrenador en cítricos.

En 1989 se registró el primer caso exitoso de control biológico: El control de una escama algodonosa (*Icerya purchasi* Maskell) con el

depredador *Rodolia cardinales* (Mulsant), en California, Estados Unidos.

A partir de este caso hubo gran desarrollo de esta forma de control de plagas.

Sin embargo, con la aparición del compuesto químico DDT²⁰, el control biológico entró en una fase de letargo, debido a que se llegó a pensar que los insecticidas serían la solución final para el control de plagas.

Con el conocimiento de los efectos adversos de los plaguicidas sintéticos, principalmente la contaminación del medio ambiente y sus repercusiones en la salud del ser humano, el control biológico y otros mecanismos de control de plagas han vuelto a tomar impulso.

Los enemigos naturales u organismos benéficos, a los que se hace referencia, son los parasitoides, depredadores, patógenos y los competidores o antagonistas.

Depredador. Es un animal que se alimenta de otros, a los que se denomina presas, que generalmente son más pequeños que los depredadores.

Son de vida libre, tanto en estado inmaduro como de adulto, ambos buscan activamente la presa.

Parasitoide. Es una clase especial de depredador, aunque se les incluye en la categoría parásito.

Generalmente son del mismo tamaño que los organismos que atacan, a los que se les conoce como hospederos; se desarrollan dentro o sobre ellos y casi siempre provocan su muerte.

El estado larvario es parasítico y el adulto es de vida libre. Cada parásito consume un solo individuo para completar su ciclo de vida.

Patógenos. Es un microorganismo parasítico que provoca una enfermedad, que frecuentemente mata al hospedero. El parasítico se alimenta y desarrolla dentro o fuera del hospedero.

Los patógenos benéficos para el humano son los entomopatógenos: patógenos que atacan insectos.

Competidores o antagonistas. Es un organismo que afecta las poblaciones de las plagas por exclusión competitiva, en forma física o mediante sustancias que secretan.

Con su presencia reducen o inhiben la habilidad de adaptación de las especies plaga.

Se trata de microorganismos incluidos dentro de los entomopatógenos, pero con diferentes formas de acción.

Plagas de importancia económica en el cultivo de chile

Dentro de las plagas más importantes en el cultivo de chile se encuentra la mosquita blanca, pulgones, trips, picudo del chile, gusanos defoliadores, entre otros.

²⁰ Compuesto principal de los insecticidas.

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci* y *B. argentifolii*)

Esta plaga es una especie cosmopolita que se encuentra en los cinco continentes, aunque es originaria del oriente asiático.

Desde hace algunos años está desplazando a *Trialeurodes vaporariorum*, por la gravedad de sus daños.

Es una especie que puede parasitar más de 200 géneros botánicos, pertenecientes a 63 familias de plantas diferentes; sin embargo, estudios realizados en 2007 reportan que el número de especies de plantas parasitadas por esta plaga suma 506, pertenecientes a 84 familias.

La mosquita blanca se desarrolla en un amplio rango de hospederas, las que incluyen más de 500 especies de cultivos y malezas.

Se estima que este insecto transmite alrededor de 40 enfermedades en vegetales y cultivos de fibra en todo el mundo.

De las diferentes especies de mosquita blanca identificadas hasta el momento, sólo tres son reconocidas como vectores de virus en plantas, entre ellas *Bemisia tabaci* (Genn.).

La severidad de los daños causados por virus transmitidos por mosquita blanca fue reconocida en Sinaloa a principios de los 80.

A principios de 1983, en este mismo estado, se identificó el virus “chino del tomate”, hoja rizada de la calabaza, enanismo necrótico del tomate, mosaico dorado del frijol, hoja rizada del algodón y amarillamiento infeccioso de la lechuga.

En la temporada hortícola 2005-2006 se identificó, por primera vez, el TYLCV (*Tomato Yellow Leaf Curl Virus* o virus del rizado amarillo) en Sinaloa, éste ha ocasionado pérdidas económicas aun no cuantificadas.

Los altos niveles poblacionales de este insecto y la incidencia de enfermedades virales nos han llevado a una contingencia fitosanitaria en todo Sinaloa, por lo que es necesario tomar medidas que ofrezcan una alternativa para prevenir y controlar problemas ocasionados por la mosquita blanca, conjugando diversas estrategias, dentro de un esquema de manejo integrado de plagas.

Algunas de estas estrategias incluyen:

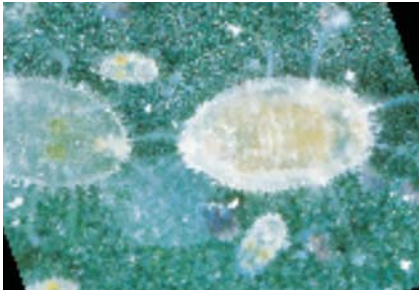
- a) Uso racional de insecticidas
- b) Eliminación de fuentes de inóculo²¹ del virus
- c) Fechas de siembra óptimas
- d) Programas de control biológico
- e) Uso de bioinsecticidas
- f) Evaluación de áreas de riesgo e incidencia
- g) Destrucción de socas

²¹ Sustancia que se utiliza para introducirse en un organismo para, generalmente, provocar una enfermedad.

Géneros y especies de mosquita blanca

Trialeurodes vaporariorum.

- Es un insecto pequeño, de color blanco, de alrededor de 1.5 mm de largo.
- Las plantas se cubren con mosquitas blancas de cuatro alas blancas, de aspecto ceroso.
- Las pupas²² son ovaladas, la parte superior plana, con filamentos que emergen desde arriba.



Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

Bemisia tabaci.

- Las moscas adultas son de cuatro alas y de alrededor de 1.5 mm de largo.
- La identificación y diferenciación de los adultos de *B. tabaci* y *T. vaporariorum* se realiza en base a la posición de las alas. *T. vaporariorum* tiene las alas horizontales, mientras que *B. tabaci* las tiene inclinadas sobre el cuerpo.
- Las ninfas²³ son fáciles de diferenciar. *T. vaporariorum* tiene todo el perímetro lleno de pelos o setas, mientras que *B. tabaci* contiene como máximo siete pares de setas.



²² Estado por el que pasan algunos insectos en el curso de la metamorfosis, que los lleva del estado de larva al de adulto.

²³ Etapas inmaduras de insectos que, a diferencia de las larvas, son similares a los adultos, de los que difieren por la falta de madurez y otros detalles, como la ausencia o pequeñez de las alas, además del tamaño



Mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Bemisia argentifolii (conocida como mosca blanca de la hoja plateada).

- Esta especie es la que causa mayores pérdidas económicas para los productores.
- La pupa es ovalada, blanquecina y de cuerpo blando. Un extremo de la pupa pende de la superficie de la hoja.
- Las hembras adultas miden alrededor de 0.96 mm y los machos adultos alrededor de 0.82 mm.

Son de color amarillo, más intenso que el de otras moscas blancas. Mantienen las alas a un ángulo de 45°, lo que les da la apariencia de ser más delgadas.



Mosca blanca hoja plateada (*Bemisia argentifolii*).

Control biológico

El control biológico se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Control biológico natural
- Control biológico inducido: Liberación de insectos entomófagos²⁴, mediante la multiplicación y liberación de parásitos y depredadores (crisopas y coccinélidos), producidos en laboratorios específicos.
- Insecticidas biológicos (hongos)

²⁴ Animal que se alimenta principalmente de insectos.



Insectos entomófagos

Tanto los adultos como las ninfas tienen una gran cantidad de enemigos naturales, como parasitoides, depredadores y patógenos.

Dentro de los parasitoides están unas avispas muy pequeñas que parasitan las últimas fases ninfales de la mosca blanca.

Entre los depredadores tenemos las crisopas, coccinélidos, chinches, tijeretas y arañas que se alimentan de ninfas, también hay insectos que capturan moscas adultas al vuelo.

Los enemigos naturales se encuentran en el campo, en forma natural, por lo que debemos conservarlos.

Para conservarlos se deben tomar todas las medidas preventivas, procurar tenerlos en cantidades suficientes y evitar usar el control químico a base de insecticidas de gran espectro de acción.

El parasitismo natural de ninfas de mosca blanca es efectivo, siempre y cuando el uso de insecticidas sea reducido.

Depredadores

Estos organismos consumen insectos (llamados presa) durante toda su vida.

Estos agentes de control biológico se alimentan de un amplio rango de presas.

Insectos como el león de los áfidos (*Chrysoperla* sp.), la catarinita (*Hippodamia convergens*) y ácaros de la familia Phytoseiidae son de los agentes más importantes para el manejo de las plagas.

De estos grupos, los de la familia Chrysopidae (*Chrysoperla carnea*, *Chrysopa nigricornis*, *Chrysopa oculata*...) se caracterizan por alimen-

tarse de presas con cuerpo blando, como pulgones, ninfas de mosca blanca, larvas pequeñas de lepidópteros, escamas blandas, escamas armadas y araña roja.



Hippodamia convergens.



Chrysoperla carnea. Este agente llama la atención por su abundancia y amplio rango de hábitats, lo que lo califica como uno de los depredadores más frecuentes y colectados en campo.

En México, este depredador se reproduce en seis insectarios, con una producción anual de 28.9 millones, con dosis de liberación que oscilan desde 2,500 hasta 25,000 huevecillos o larvas por hectárea, aunque normalmente se liberan 10,000 huevecillos o larvas por hectárea.



Chrysoperla carnea.



Chrysoperla carnea.

Chinches depredadoras



Geocoris ater.



Geocoris punctipes.



Geocoris pallens.

*Orius spp.**Orius spp.**Navis spp.*

Parasitoides

Los parasitoides se caracterizan por desarrollarse como parásitos internos (endoparásitos) o externos (ectoparásitos), éstos destruyen a su huésped.

Los adultos son de vida libre, la hembra adulta es la que busca al huésped y lo parasita.

Para el adulto, la alimentación es normalmente con néctares o secreciones de mielecillas de plantas y de los áfidos, dieta que permite una mayor longevidad y fecundidad de las hembras.

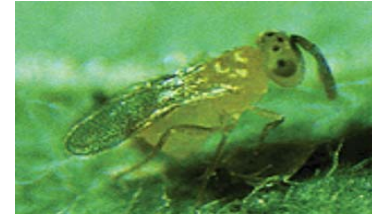
En México, la infraestructura de insectarios reproductores de organismos benéficos de cultivos es de aproximadamente 43, que son operados por Comités Estatales de Sanidad Vegetal y empresas de la iniciativa privada.

***Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae).** Esta especie parasitoide es la más eficiente, como control biológico, bajo condiciones de invernadero alcanza niveles sobre el 95% de eficacia a las siete semanas de su liberación.

Parasita a todos los estadios ninfales de mosca blanca. La fase más eficiente es la tercera, que es el estado ninfal.

Una avispa (*Encarsia formosa*) parasita a una ninfa de mosca blanca.

Eretmocerus spp. Las hembras ovipositan debajo de la ninfa (primer a cuarto estadio) y completan su desarrollo dentro del huésped, lo que toma entre 18 y 25 días, aproximadamente.

Avispa (*Eretmocerus spp.*) adultaNinfa de mosca blanca parasitada por *Eretmocerus spp.*

Entomopatógenos

El control microbiano se basa en la utilización de microorganismos causantes de enfermedades infecciosas y letales en los insectos, con la finalidad de reproducir los niveles poblacionales de las plagas.

Los principales grupos de microorganismos son: hongos, bacterias, virus, nematodos y protozoarios, que se pueden producir y comercializar a manera de bioinsecticidas.

Hongos entomopatógenos. Microorganismos que atacan insectos y ácaros.

Juegan un rol importante dentro de la biodiversidad, pues a partir de ellos se obtienen productos biológicos, llamados bioinsecticidas, que son utilizados para controlar los insectos plaga en los cultivos.

Variedad de insectos y otros organismos plaga que son capaces de hospedar los hongos entomopatógenos: Áfidos, moscas blancas, escamas, larvas de escarabajos y de mariposas, trips y ácaros.

En la actualidad, a nivel mundial, se buscan nuevas estrategias de control de plagas, donde los hongos entomopatógenos despiertan el interés como agentes potenciales de control biológico de insectos plaga.

Los hongos entomopatógenos constituyen una alternativa de control biológico, como insecticidas microbiales, por sus características biológicas y modo de acción, ya que éstos pueden inducir la formación de epizootias²⁵.

Los insectos infectados por la aplicación inicial del patógeno mueren y la enfermedad se dispersa a través de la población de insectos, a medida que los insectos muertos liberan nuevamente el inóculo.

De esta forma las epizootias pueden continuar hasta que existan insectos nuevos disponibles y las condiciones ambientales sean apropiadas.

²⁵ Enfermedad contagiosa que ataca a un número inusual de animales al mismo tiempo y lugar y se propaga con rapidez.

Su acción y eficiencia suelen ser independientes de los hábitats alimentarios del hospedante, pues infectan al insecto a través del integumento²⁶; características que hacen factible su uso en el control de insectos chupadores, huevecillos, pupas y adultos de todas las órdenes taxonómicas.

Dentro de estas especies se encuentran cepas de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *M. flavoviride*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *P. farinosus*, *Lagenidium giganteum*, etcétera.

Algunas de esas especies son producidas masivamente y comercializadas para el biocontrol de plagas agrícolas.

En muchas partes del mundo son aplicadas en grandes extensiones de cultivos; por ejemplo, en China se producen anualmente 3,000 toneladas de *Beauveria bassiana* para el control de barrenadores en cereales.

En Brasil, se aplica *Metarhizium anisopliae* en más de 100,000 hectáreas para el biocontrol de la mosca pinta o salivazo en caña de azúcar, así como en pastos; asimismo, este hongo también se utiliza para el control de gallina ciega y chapulines.

En Sinaloa, se usa *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana* para el control de mosquita blanca.

En Guanajuato, se utiliza *Metarhizium anisopliae* para controlar plagas del suelo.

En las regiones cafetaleras se considera como una alternativa potencial la utilización de *B. bassiana* para el control de la broca de café.

En la actualidad, se están produciendo hongos entomopatógenos por métodos semiindustriales, lo que propicia la obtención de biopreparados en base a *Beauveria* spp., *Metarhizium* spp., etc.

Factores que favorecen la acción de los hongos entomopatógenos. Los hongos entomopatógenos requieren de una humedad alta para poder infectar a su hospedero, por lo que las epizootias naturales son más comunes durante condiciones de humedad abundante.

La eficacia de estos hongos, contra los insectos plaga, depende de los siguientes factores:

- Especie y/o cepa específicas del hongo patógeno
- Etapa de vida susceptible del insecto
- Humedad alta (de 80 a 100%) y temperatura entre 25 y 30°C
- Uso racional y selectivo de agroquímicos durante el ciclo del cultivo, o fuera de él, para evitar perjudicar la acción del hongo entomopatógeno

Modo de acción. Los hongos invaden el cuerpo del huésped, penetran a través de la cutícula.

Una vez dentro, los hongos se multiplican rápidamente y se dispersan a través del cuerpo.

La muerte del huésped es ocasionada por la destrucción de tejidos

²⁶ Capa externa protectora de un órgano en formación.

y, ocasionalmente, por toxinas producidas por los hongos.

Una vez que el huésped muere, los hongos emergen de su cuerpo para producir esporas, las que, llevadas por el viento, lluvia o por otros insectos pueden expandir la infección.



Picudo parasitado por hongos entomopatógenos.

Síntomas observados en el insecto. Los insectos infectados dejan de alimentarse y realizan movimientos lentos; pueden morir relativamente rápido, en unos cuantos días.

Los cuerpos de los insectos muertos pueden ser encontrados sobre el follaje.

Los insectos muertos por hongos varían en su apariencia. Pueden estar cubiertos totalmente por el micelio del hongo o, en algunas ocasiones, el micelio²⁷ emerge de las articulaciones y segmentos del cuerpo.

Poco después de la muerte, el insecto se endurece, se vuelve quebradizo y se momifica.

Disponibilidad en el mercado. Para hacer un mejor aprovechamiento de los hongos entomopatógenos, existen formulaciones o preparaciones biológicas llamadas bioinsecticidas.

Se encuentran disponibles muchas especies de patógenos. Por ejemplo *Metarhizium* actúa sobre picudo o barrenillo del chile, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Cladosporium herbarum* y *Paecilomyces fumosoroseus* contra ninfas y adultos de mosquita blanca.

Seguridad en el empleo de hongos entomopatógenos. Los hongos entomopatógenos no causan ningún daño a los animales domésticos ni al hombre.

La seguridad en el uso de hongos entomopatógenos la demuestran los productos comerciales ya existentes en nuestro país.

Ventajas de los hongos entomopatógenos

- No contaminan el ambiente
- No representan un peligro para insectos benéficos, aves ni para mamíferos, incluido el hombre
- No son fitotóxicos²⁸

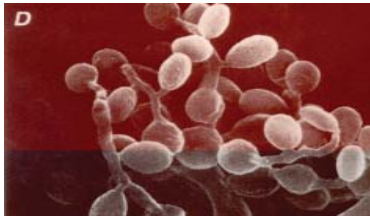
²⁷ Estructura de filamentos que constituye la fase vegetativa de un hongo

²⁸ Sustancias orgánicas o minerales dañinos para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

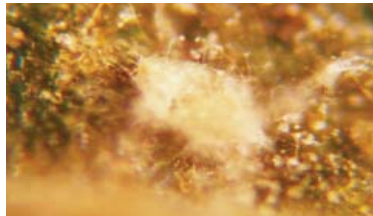
- No generan resistencia
- No dejan presencia de residuos tóxicos en los alimentos

***Beauveria bassiana*.** Es un hongo que provoca la muerte de los insectos por micosis²⁹. Cuando las esporas que produce se ponen en contacto con los insectos plaga, emiten, en la superficie del cuerpo, un tubo germinativo que, por acción mecánica y enzimática, penetra al interior del insecto, lo invade y coloniza sus órganos.

Al ocurrir esto, el insecto muere, su cuerpo se endurece y el micelio del hongo brota a través de las articulaciones y cubre al insecto con una capa blanca, de apariencia algodonosa.



Hifas de *Beauveria Bassiana*.



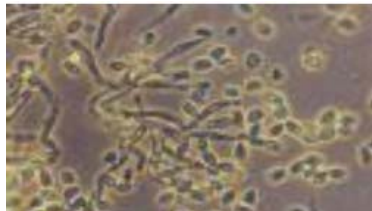
Crecimiento de *Beauveria Bassiana*.

***Metarhizium anisopliae*.** Con este hongo, los insectos afectados toman una coloración verdosa, producto del crecimiento y esporulación³⁰ del hongo en la superficie del insecto.

La forma en que actúa es: Al contactar con el insecto lo penetra e invade.

En este hongo actúan sustancias tóxicas que se producen en el interior del insecto y ayudan a un efecto más drástico.

Otra característica es que produce epizootias de forma eficiente, si las condiciones ambientales de humedad y temperatura son favorables.



Hifas de *Metarhizium anisopliae*.



Crecimiento de *Metarhizium anisopliae*.

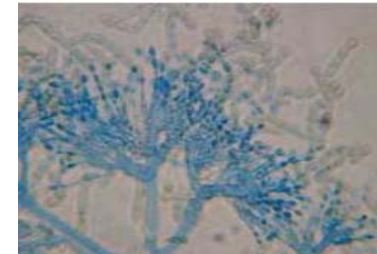
29 Infecciones en el cuerpo humano o animal provocadas por un hongo

30 Reproducción mediante esporas.

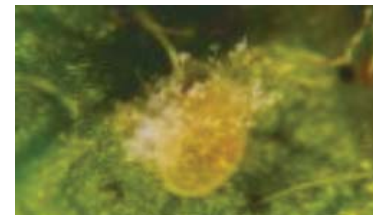
***Paecilomyces fumosoroseus*.** Una vez adheridas, las esporas germinan y empiezan a penetrar a través de la cutícula, gracias a una combinación de presión mecánica y acción enzimática, que va degradando esta estructura externa.

Dentro del insecto, los hongos empiezan a crecer rápidamente y a producir toxinas que les permiten evadir la respuesta inmune del insecto y que, en muchos casos, son la causa directa de la muerte del hospedero.

Una vez que el hongo ha consumido todos los nutrientes y tejidos del insecto, emerge y produce esporas, para continuar con el ciclo patogénico.



Hifas de *Paecilomyces fumosoroseus*.



Ninfas de mosca blanca muertas por *Paecilomyces fumosoroseus*.

Bibliografía

Arciniega, R. J. 2007. "Uso óptimo de los fertilizantes en fertirriego", en *Memoria curso de fertirrigación y nutrición vegetal en hortalizas*. Fundación Produce Sinaloa, A. C. Culiacán, Sinaloa, México, pp. 51-61.

Ávalos, M. J. 2007. "Producción de plántulas en invernadero", en *Producción de plántulas de chile en invernadero*. Fundación Produce Sinaloa, A. C. Culiacán, Sinaloa, México, pp. 7-11.

Bojorque, F. 2008. *Identificación de factores que aumentan la eficiencia de nutrientes*, en www.hortalizas.com/es/noticias/ca_fertirriego.html

Cortez, M. E.; J. R. Camacho B. y J. L. Meza G. 2008. "Control biológico de insectos plaga por conservación de enemigos naturales", en *Memoria curso de agricultura orgánica*. Fundación Produce Sinaloa, A.C. Culiacán, Sinaloa, México, pp. 7-15

Jiménez, B. J. L. *Agricultura protegida*. Mundi Prensa. Madrid, España, pp. 128-144.

Lira, S. R. H. 2007. *Agricultura sustentable y biofertilizantes*. Universidad

Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México, México, pp. 12-22.

Lira, S. R. H. 2007. *Bioplaguicidas y control biológico*. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México, México, pp. 3-8.

Meneses, Miguel. *El concepto de calidad del agua*. Universidad Nacional. San José, Costa Rica, pp.1-10.

Parra, T. S. 2005. "Calidad de agua para la agricultura", en Memoria *Fertirrigación en hortalizas*. Fundación Produce Sinaloa, A. C. Culiacán, Sinaloa, México. pp. 21-26

Restrepo Rivera, Jairo, Sebastiao Pinheiro y Bernardo Castro Medina 2007. Memoria del II Taller de agricultura orgánica. Fundación Produce Sinaloa, A. C. Culiacán, Sinaloa, México, pp. 17-20.

Ruiz Baena, Natividad 2008. *La salinidad del agua de riego y del suelo*. Universidad de Córdoba. Córdoba, España, pp.1-5.

Teorema ambiental 2008. *Fertirriego, vanguardia en producción y calidad de cultivos*, en: www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=45&id_art=2085