

MANUAL DE CONTROL  
PREVENTIVO Y PROTOCOLO  
DE MANEJO  
AGROECOLÓGICO DEL  
PICUDO DEL AGAVE

---

# Manual de control preventivo y protocolo agroecológico de control del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*)

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Oficinas registradas: Bonn y Eschborn

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40 53113 Bonn, Alemania

Dag-Hammaskjöld-Weg 1-5 65760 Eschborn, Alemania

T +49 228 4460-0 C info@giz.de

I www.giz.de

Proyecto Acción del Sector Privado para la Biodiversidad - PBAB

Responsable/Editor

Proyecto Acción del Sector Privado para la Biodiversidad - PBAB

Elaboración del documento, diseño y créditos fotográficos:

Fulvio Gioanetto; M. José Rodríguez, Área de Consultoría y Desarrollo de Proyectos, Universidad del Medio Ambiente, México.

Por encargo del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU)

Este proyecto forma parte de la Iniciativa Internacional de Clima (IKI).

El Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) apoya esta iniciativa por una decisión adoptada por el parlamento alemán.

GIZ es responsable del contenido de esta publicación.

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:



Ministerio Federal  
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza  
y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania





## CONTENIDO

	PAG
<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS GENERALES .....</b>	<b>6</b>
<b>I. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA DE LA INTERVENCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>Cronograma de actividades de la IAP .....</b>	<b>13</b>
<b>II. MANUAL DE CONTROL PREVENTIVO Y PROTOCOLO AGROECOLÓGICO DE MANEJO DEL PICUDO DEL AGAVE (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>).....</b>	<b>15</b>
2.1 Biología del picudo del agave ( <i>Scyphophorus acupunctatus</i> ).....	15
2.2 Sistema de transmisión y propagación de la pudrición en el agave.....	16
2.3 Ciclo de plagas/enfermedades.....	17
2.4 Ciclo biológico del picudo.....	18
<b>3.0 CONTROL BIOLÓGICO DEL PICUDO DEL AGAVE.....</b>	<b>22</b>
3.1. Uso de enemigos/insectos naturales.....	22
3.2 Aplicación de hongos entomopatógenos.....	24
3.3 Esquema de reproducción de organismos entomopatógenos.....	27
<b>4. PRACTICAS Y PROCEDIMIENTOS DEL PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN.....</b>	<b>29</b>
4.1 Muestreo para detectar presencia de microorganismos indeseables en el suelo.....	29
4.2 Preparación y dilución de los hongos antes de ser aplicados.....	30
4.3 Elaboración de las trampas para picudo y uso de feromonas.....	30
<b>5. PREPARACIÓN DE TRAMPAS PARA CAPTURA DEL PICUDO EN PLANTACIONES DE AGAVE.....</b>	<b>36</b>

<b>6. TECNICAS DE TRAMPEO.....</b>	<b>38</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>43</b>
<b>Anexo 1. Manual de elaboración de Insumos orgánicos, biofertilizantes e</b>	
<b>insecticidas .....</b>	<b>43</b>



## Antecedentes

El picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*) es un insecto altamente perjudicial en diversas agaváceas, se encuentra ampliamente distribuido en agaves silvestres y cultivados de la República y se considera como la principal plaga de importancia económica en la industria del tequila, mezcal, pulque y henequén (Ruíz-Montiel et al., 2003; Servín et al., 2006; Pérez y Rubio, 2007).

A la fecha se tiene documentado que ha causado daños de hasta 40 % en el cultivo del henequén en Yucatán, un 30 % de agave pulquero en los estados de Hidalgo, Tlaxcala y México y causa un 24.5% de daño en agave tequilero en el estado de Jalisco (Valdés-Rodríguez et al., 2004; Solís et al., 2001).

Para promover la producción de agave y sus productos derivados amigable con la biodiversidad es necesario aplicar prácticas de manejo de plagas que no dañen al medio ambiente ni pongan en riesgo la salud de los productores. Para abordar este problema es necesario llevar a cabo un análisis y una intervención adecuada. Así, se ha generado un protocolo de actuación que permitiera controlar la situación con la plaga que afecta a tantos productores. A continuación, se presentan los resultados de la intervención llevada a cabo en el Valle de Teotihuacan y se describen prácticas de control preventivo y protocolo agroecológico de manejo del Picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*)



## OBJETIVOS GENERALES

Se presenta y se desarrolla una propuesta y/o protocolo de intervención para el manejo y control del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*) mediante la implementación de un abordaje agroecológico, que contempla el diagnóstico participativo/sistémico del problema y el acompañamiento a los productores de Maguey de la región de Teotihuacan, que adicionalmente, permite mediante la debida transferencia y co-creación del conocimiento, la apropiación del abordaje propuesto y de la fabricación, con materiales locales, de los insumos requeridos para su control en el tiempo.



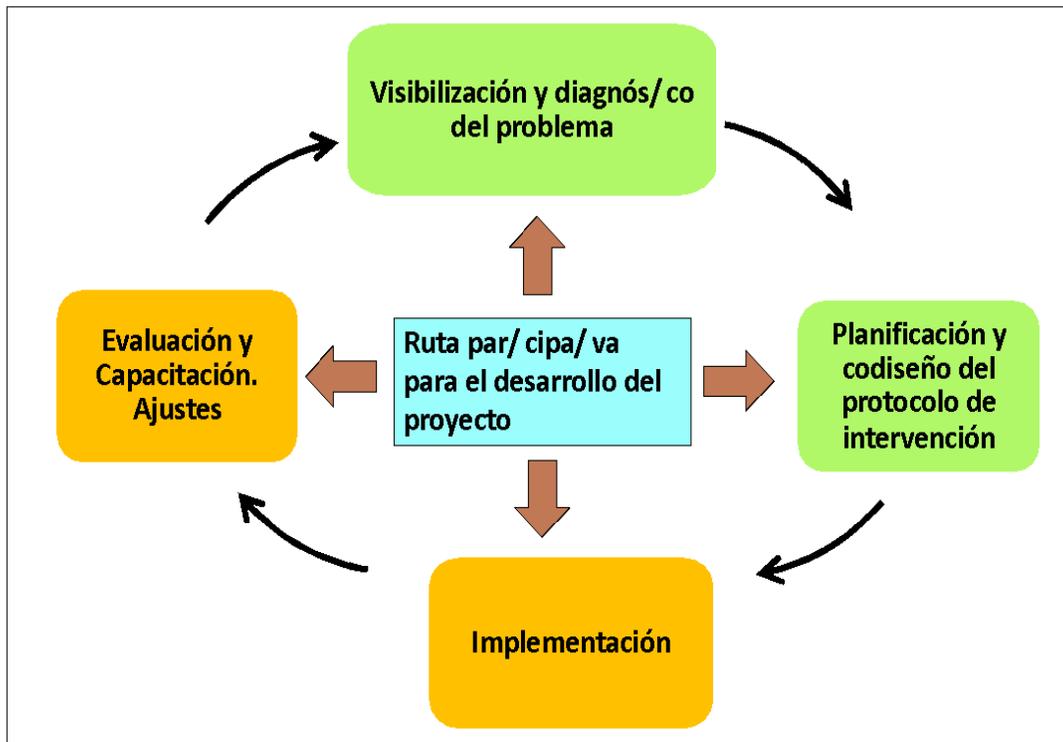
## DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA DE LA INTERVENCIÓN

El proceso de intervención y acompañamiento que se implementó consistió de una serie de fases y actividades participativas y secuenciales que permitieron, no solo co- diagnosticar el problema que se presenta, sino también la co-elaboración de un protocolo de intervención y su respectivo acompañamiento durante el proceso de aplicación en campo, así como su posterior seguimiento, mediante la participación de las distintas organizaciones que hacen vida en la región

La secuencia del proceso implementado puede ser tipificado metodológicamente como un proceso de Investigación Acción Participativa (IAP), entendido como un proceso participativo y democrático llevado a cabo con la propia población local (participativo), de recopilación y sistematización de información, análisis, conceptualización, planificación, ejecución y evaluación. (Lewin, 1994). Para ello, se integraron 24 productores de la región de San Martín Tepetitla y Teotihuacán, quienes durante 3 sesiones de codiseño y trabajo de campo, se integraron a un proceso de desarrollo pudiendo completar un proceso de co-investigación y desarrollo que solo puede ser caracterizado como de IAP aplicado a la agroecología.



El proceso de IAP, implementado siguió la siguiente ruta diagramática



#### FASES IMPLEMENTADAS EN LA IAP:

##### Fase 1. Diagnóstico

- Se desarrolló un diagnóstico participativo con los productores de la organización, que permitió entender los orígenes y contextos locales ambientales y productivos en la aparición de la plaga
- Se realizó un grupo focal y 8 entrevistas a profundidad con miembros de la organización de productores que permitió dimensionar la naturaleza y aspectos particulares de la afectación del insecto, así como sus causas, bases de designación y condicionantes particulares a algunos predios

## Fase 2. Diseño del protocolo de intervención

- Se Identificaron los elementos clave de la plaga y su relación medioambiental que permitió desarrollar un protocolo de intervención sistémico para el control biológico.
- Se seleccionaron las plantas locales y las sustancias, así como el abordaje más pertinente a la variedad de picudo presente en la zona
- Se fortaleció el intercambio de experiencias entre los productores y el equipo acompañante de la UMA, para favorecer la transferencia de tecnología y las nuevas prácticas de gestión.
- Las actividades participativas con los productores y la observación participante permitieron el flujo de información y los ajustes requeridos.
- Se hicieron recorridos de campo y se tomaron muestras para la identificación de los hongos y bacterias presentes en el suelo local, los cuales serían posteriormente reproducidos en un laboratorio y usados para desarrollar un coctel de hongos benéficos en las aplicaciones a las plantas.



### Fase 3. Implementación

- Se implementó el protocolo de control en las plantaciones pilotos señaladas, basado en el abordaje sistémico de control biológico conservativo.
- Se prepararon mochilas de la mezcla de hongos previamente reproducidos (*Bauveria bassiana* y *Metarrizum*) y se aplicaron a una parcela piloto.
- Se hizo entrega, a cada productor, de una muestra semilla de los microorganismos presentes en la región, y se generó la posibilidad que cada quien pudiera reproducir estos hongos, para aplicarse a partir de esta muestra semilla, de esta manera romper la dependencia con la compra de hongos externos.
- Se dirigió el proceso de la preparación de las bio-sustancias con el grupo de productores, desarrollando el insecticida orgánico que se usaría en las trampas.



- Juntamente con los productores presentes, se procedió a capacitarlos en la fabricación de las trampas y el uso de las feromonas de atracción.
- Se hizo un recorrido de campo y se dejaron instaladas trampas de feromonas (1 trampa por hectárea). Adicionalmente, se aplicó a cada planta de la parcela piloto una rociada rigurosa de la mezcla de hongos benéficos.
- Como etapa final de la implementación, se dio una charla sobre el modelo de Investigación Acción Participativa y se transfirió a los productores la responsabilidad de co-participar y monitorear la implementación que se ha codiseñado.
- Los productores se comprometieron en llevar registro de las trampas y tomar nota del número de insectos en las trampas y cambiar las feromonas para seguir manteniendo operativas las trampas.
- Se dejaron signadas 4 parcelas de estudio y muestreo con productores capacitados y co-investigando
- Finalmente se implementó un taller de capacitación para la fabricación de insumos e instalación de una estación de preparados. El proceso de apropiación fue comprobado *in situ*.



#### Fase 4. Evaluación y seguimiento

- Dentro de las actividades de evaluación desarrolladas, se pidió a los 4 representantes de los predios bajo co-investigación, que nos dieran sus apreciaciones cualitativas y cuantitativas.
- Los resultados fueron convincentes. Al respecto, todos indicaron que la implementación en cada predio resultó en gran número de picudos dentro de las trampas. El número fue variable y solo 2 productores recabaron que en una trampa había siete insectos y, en la otra, nueve insectos. Los demás solo señalaron que había un número similar de insectos atrapados. T
- Todos señalaron que las trampas son efectivas para atraer picudos, pero que no estaban seguros respecto a la concentración del insecticida. Ya que evidenciaron insectos aún vivos. Se les sugirió que subieran la concentración y pasaran a alternar insecticidas, es decir, que elaboraran otros bioinsecticidas con chicalote y tabaquillo. No solo de Higuierilla.
- Todos coincidieron que la práctica fue muy efectiva y se compara positivamente con el uso de malatión (Insecticida de gran toxicidad y afectación humana).
- No hay dudas respecto al protocolo y a la preparación tanto de las trampas con feromonas, ni de los bio- insecticidas a base de hierbas locales. (se anexa, Práctica de elaboración), lo cual nos hace concluir que el proceso de codiseño y apropiación del Proyecto se ha dado con muy buena transferencia y apropiación.



**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN ACCIÓN PARTICIPATIVA**

		<b>CRONOGRAMA PROYECTO MAGUEY-GIZ</b>						
		2021						
<b>ACTIVIDAD</b>		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	
	1. Entrevista preliminar con actores clave del proyecto - Contextualización territorial							
<b>FASE 1</b>	2. Diagnóstico participativo con la Unión de productores : Grupo focal - Observ. Particip.							
	2.1 Reconocimiento de predios							
	2.2 Entrevistas a profundidad y sistematización de la información							
	2.3. Planteamiento del protocolo sistémico de control de la plaga							
<b>FASE 2</b>	3. Plan de establecimiento							
	3.1 Implementación y aplicación del protocolo de manejo y control							
	3.2 Taller de capacitación y apropiación del Know how							
<b>FASE 3</b>	4. Manejo, Evaluación y reajustes							
	Entrega de informe final							



## II. MANUAL DE CONTROL PREVENTIVO Y PROTOCOLO AGROECOLÓGICO DE MANEJO DEL PICUDO DEL AGAVE (*SCYPHOPHORUS ACUPUNCTATUS*)

### 2.0 Biología del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*)

- El daño inicial de *S. acupunctatus*, en las plantas de agave, se observa por la presencia de secreciones gomosas, con un exudado marrón oscuro, viscoso y pegajoso cerca de pequeñas perforaciones en las hojas y con un olor muy característico (DGSV-CNRF, 2017). Los imagos barrenan desde la base de la penca hasta el centro del agave (aunque se han encontrado perforaciones en la parte superior de la penca), formando galerías de ~1 cm de diámetro. Las hembras utilizan las pencas perforadas para la colocación de los huevecillos en los tejidos húmedos.



Figura 1. Daños causado por el picudo en las pencas del maguey

- Al eclosionar, las larvas se alimentan de la piña y del cogollo, dejando su excremento y microbiota (Cuervo-Parra et al. 2019). La generación de canales de diferentes tamaños, además del hábito alimenticio de las larvas y el contenido de azúcares puede causar la pudrición y muerte de las plantas por la apertura a diversos microorganismos, devastando grandes extensiones de la plantación afectada.

## 2.2 Sistema de transmisión y propagación de la pudrición en el agave

- De los picudos que se recolectan en campo, el 25% presentan áfidos (pulgones) que se observaron en grupos de entre 1 a 5 en la cavidad ventral de *S. acupunctatus*, es decir, el picudo es un agente mecánico transmisor de otros insectos perjudiciales a l agave.
- Los pulgones son fitófagos que se alimentan del floema mediante un aparato picador-chupador bucal. El daño que causa la presencia de los áfidos, son el debilitamiento de la planta, como consecuencia de la succión del floema y pérdida de nutrientes, además, son importantes vectores de virus, ya que mientras se alimentan inyectan saliva a la planta (Dedryver et al. 2010).



Figura 2. Mostrando a un Picudo que es albergue y agente mecánico de arrastre de otros áfidos

- Muchas especies de pulgones establecen relaciones simbióticas con hormigas, u otros coleópteros, que se alimentan de la melaza producida por los pulgones, quienes, a su vez se benefician de la protección que éstas les ofrecen frente a ciertos depredadores (Martínez, 2011). El cuidado de los pulgones por las hormigas suele ser facultativo, lo que implica que las hormigas mantienen grupos de insectos fitófagos que se alimentan del floema sin renunciar a sus prácticas depredadoras y carroñeras adicionales (Billick et al. 2007). Las plantas de agave son ricas en nutrientes y carbohidratos, lo cual permite que se conviertan en una fuente de alimento para diferentes insectos

### 2.3 Ciclo de plagas/enfermedades

- El *S. acupunctatus* provoca daño mecánico a la planta de agave, al construir galerías dentro de la parte baja de las pencas de maguey y en la piña). Estos daños facilitan la infección de diferentes microorganismos a la planta hasta pudrirla desde dentro. En un trabajo se aislaron 90 cepas de microorganismos de la podredumbre de *A. salmiana*, de las cuales solo una mostró producción de celulasa (Pérez-España 2019).
- Otros estudios han identificado bacterias, levaduras, algas y hongos filamentosos en la podredumbre del *A. tequilana*. Entre las bacterias identificadas se encuentran: *Pseudomonas paucimobilis*, *Erwinia spp*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pantoea agglomerans* y *Pseudomonas fluorescens*; las levaduras: *Candida moris*, *C. famata*, *C. glabrata* y *rhodotorula mucilaginosa*; el alga *Prototheca sp* y los hongos: *Aspergillus niger*, *Kluyveromyces marxianus*, *Pichia amethionina var amethionina* y *Fusarium oxysporum* (Velázquez 2006).



Figura 3 . Distintas fases del condicionamiento y podredumbre interior del agave, consecuencia del picado y su cohorte de acompañantes

- Este último provoca la enfermedad de marchitez y pudrición del cogollo en agave azul, y se observa principalmente en suelos resecos (Bernal 2001), mientras que la bacteriosis se incrementa con la humedad (Burton y Wiggington, 1970; Pantoja-Haro 2020).

#### 2.4 Ciclo biológico del picudo

- El picudo está presente durante todo el año, y es capaz de atacar plantas de cualquier edad, incluso plantaciones recientes de manera directa o indirecta la muerte de las plantas o disminución en la calidad de la piña.
- El adulto es un escarabajo de color negro brillante de consistencia dura que mide entre 2 y 3cm. El aparato bucal es alargado en forma de pico El adulto se encuentra tanto en la base de las pencas como dentro de las piñas barrenadas, y en cualquier época del año, aunque incrementa su movilidad a partir de la época de lluvias y se mantiene así hasta los meses de octubre y noviembre .Encontrándose en las plantas de agave un gran número de ejemplares debido a su hábito de agregación.



Figura 4. Distintas fases de crecimiento del Picudo

- La hembra pone de 25 a 50 huevecillos. Los huevecillos miden de 1.3 a 1.7 milímetros. El periodo de incubación es de 3 a 7 días.
- El adulto completa su ciclo en unos 125 días, dependiendo de las condiciones ambientales.



Figura 5. Huevo del picudo del agave.

- La larva es de color blanquecino, robusta, sin patas y la cabeza café oscuro, con abdomen segmentado y estriado. También presentan dos apéndices localizados en la extremidad del abdomen de la larva.
- La etapa como larva tiene una duración promedio de 108 días y se le localiza al interior de la piña formando galerías. A medida que avanza el desarrollo de la larva, esta forma cocones para pupar dentro de la piña o cerca de la base de la planta. Esta etapa dura de 12 a 14 días.
- **La Larva** es robusta, sin patas y con la cabeza café oscuro (Figura 4). El resto del cuerpo es de color blanco cremoso y de textura suave. Las larvas en completo desarrollo miden 18 mm. El último segmento abdominal es curvado hacia arriba y posee dos proyecciones carnosas conocidas como “urogonfis” (Lock, 1962; Ramírez-Choza, 1993b).



Figura 6. Larva del picudo del agave.

**La Pupa.** Esta etapa del desarrollo la realiza en cocones dentro de la piña (Figura3) o en el suelo cerca de la base de la planta. En las primeras horas la pupa es de color entre amarillo y café. Después adquiere una coloración café oscuro; los paquetes alares, patas y pico “rostrum” se pueden ver a los lados y bajo la superficie del cuerpo (Lock, 1962; Ramírez-Choza, 1993b).



Figura 7. Pupas del picudo del agave.

**El picudo adulto** mide 15 mm de longitud, es negro o en algunas ocasiones rojizo, aplanado dorsalmente. Las antenas están insertadas en la base del rostrum. El funículo antenal es de seis segmentos, el segundo segmento no es de la misma longitud que el tercer segmento, mientras que el segmento terminal es dos veces más ancho o tan amplio como su longitud. El mazo antenal es compacto con la parte apical esponjosa y retraída, cóncava, no visible lateralmente (Figura 4).

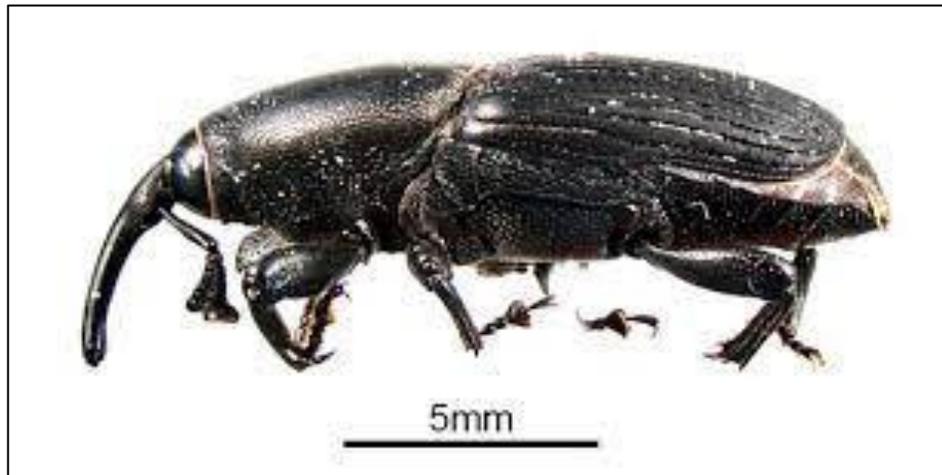


Figura 8. Picudo adulto

### 3. CONTROL BIOLÓGICO DEL PICUDO DEL AGAVE

Considerado que el cultivo del agave pulquero establece un agroecosistema más o menos estable (8-10 años para obtener cosecha), es conveniente el uso y conservación de enemigos naturales como una buena opción para reducir el problema del picudo. Para lograr mejores resultados en la implementación del control biológico de manera conservativa, se requiere conocer cuales especies están presentes y que plagas los atacan, así como cuales lo hacen mejor y bajo qué condiciones (Rodríguez 1995; Barrera 1999).

#### 3.1. Uso de enemigos/insectos naturales

- Se han identificado algunos enemigos naturales básicamente depredadores del picudo como *Abenimus lerris* (Familia: *Histeridae*), en Tanzania, *Hololepta cuadridentata* y el hidrofílido *Dactylosternum subdepressum* (Lap.) (Ramírez 1993).



Figura 9 . Parasitoides: *Alienoclypeus insolitus* (*Braconidae*)

- Entre otros organismos también, se encuentran los depredadores de larvas como *Hololepta* spp., *Placodes ebeninus* Lewis, *Lioderma yucateca* Marseul y *L. cacti* Marseul. Mientras que en el caso de parasitoides existe *Alienoclypeus insolitus* Shenefelt (Hymenoptera: Braconidae). Para el control de adultos se recomiendan los hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium* spp., y los nemátodos: *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema* spp. (Álvarez, 2000; Pacheco, 2002; Espinosa et al., 2005; Aquino et al., 2006; Hueso et al., 2006; González et al., 2007a).

### Enemigos naturales del Picudo del agave

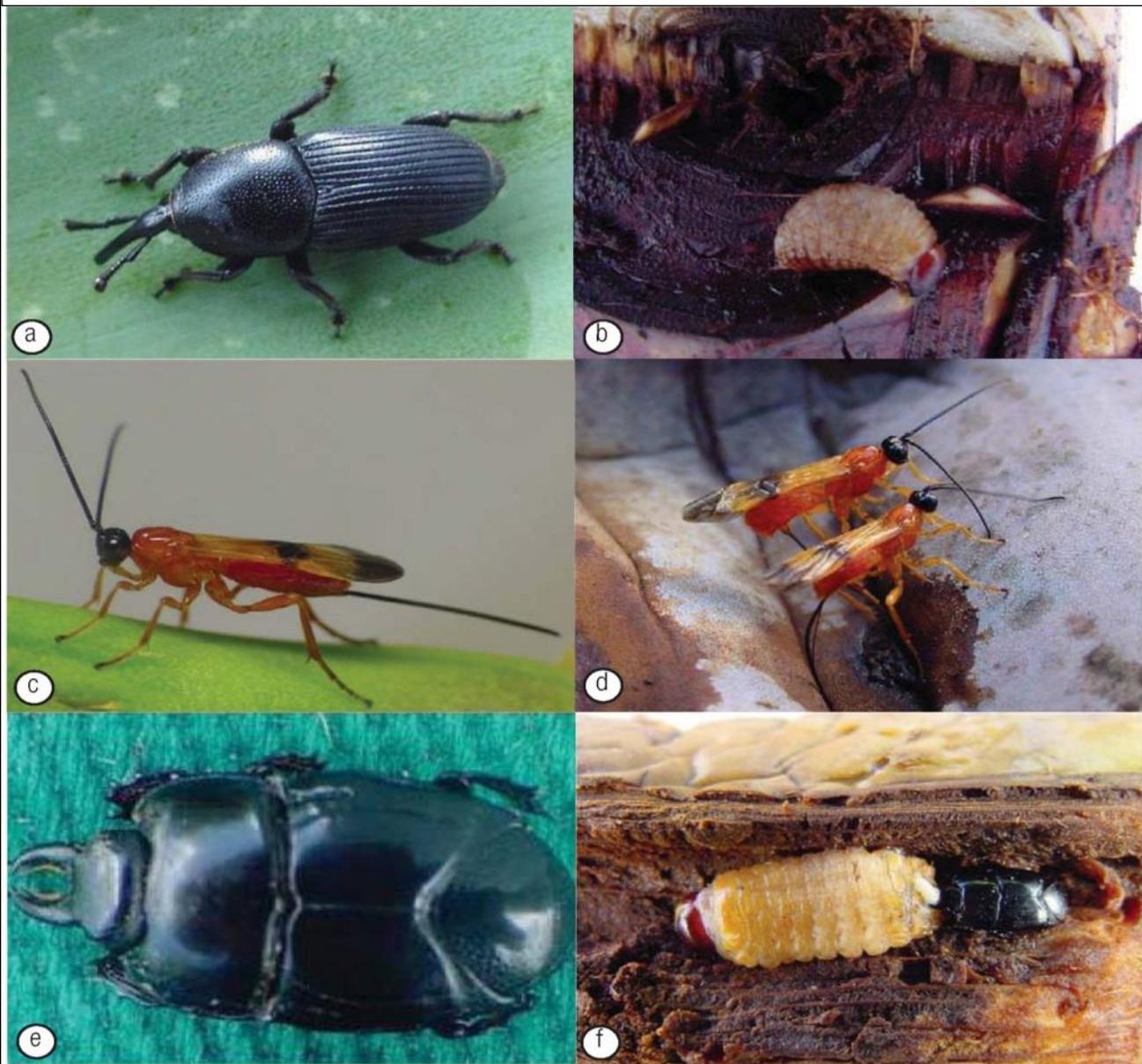


Figura 10 . *Scyphophorus acupuntatus* y dos de sus enemigos naturales. a) Adulto y b) Larva de *Scyphophorus acupuntatus*; c) Hembra de *Cyclaulacidae sp.*; d) Hembras de *Cyclaulacidae sp.* ovoparasitando; e) Adulto de *Hololofta quadridentata*; f) Adulto de *Hololofta quadridentata* depredando una larva de *Scyphophorus acupuntatus*

### 3.2 Aplicación de hongos entomopatógenos

- Los hongos entomopatógenos han demostrado tener potencia para infectar y matar a cualquier insecto en alguna de sus fases del ciclo biológico y aunque no producen un efecto inmediato como los productos químicos, una vez establecido en un ambiente dado puede sobrevivir, incrementarse, infectar y matar a los insectos. Estos agentes de control biológico son importantes reguladores de insectos; sin embargo estos dependen una gran medida de una amplia gama de factores que influyeron en su establecimiento y éxito como estrategia de manejo ya que el desarrollo de enfermedades se lleva a cabo entre el hospedaje el patógeno y el ambiente (McCoy 1988).
- La mayoría de los hongos entomopatógenos son considerados muy virulentos, comparados con otros organismos debido a que estos tienen un periodo corto de vida. Los hongos entomopatógenos pueden causar infección en cualquier etapa de desarrollo del insecto, siendo la cutícula el principal punto de contacto, la cual es la primera barrera física con la que se encuentran los hongos al momento de llevarse a cabo la adhesión de la espora (Roberts, 1981)



Figura 11. Acción de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metharrizium anisoplae* en el *S. acupuntatus*

- En la mayoría de los casos, la infección del insecto ocurre por la penetración directa del tubo germinativo al integumento. En condiciones microclimáticas adecuadas, esto puede suceder 2 días después del contacto con el cuerpo del insecto y a medida

que el micelio penetra, la quitina es disuelta o digerida parcialmente (Cole y Kendrick, 1981)

- En Mexico, *Hololepta* spp., *Placodes ebeninus* Lewis, *Lioderma yucateca* Marseul y *L. cacti* Marseul son organismos depredadores de larvas de picudo del agave.
- El parasitoide *Alienoclypeus insolitus* Shenefelt (Hymenoptera: Braconidae) también es útil como método complementario en el control de esta plaga.
- Finalmente, para el control de adultos de picudo del agave, se recomienda utilizar hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii*, y los nemátodos: *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema* spp.

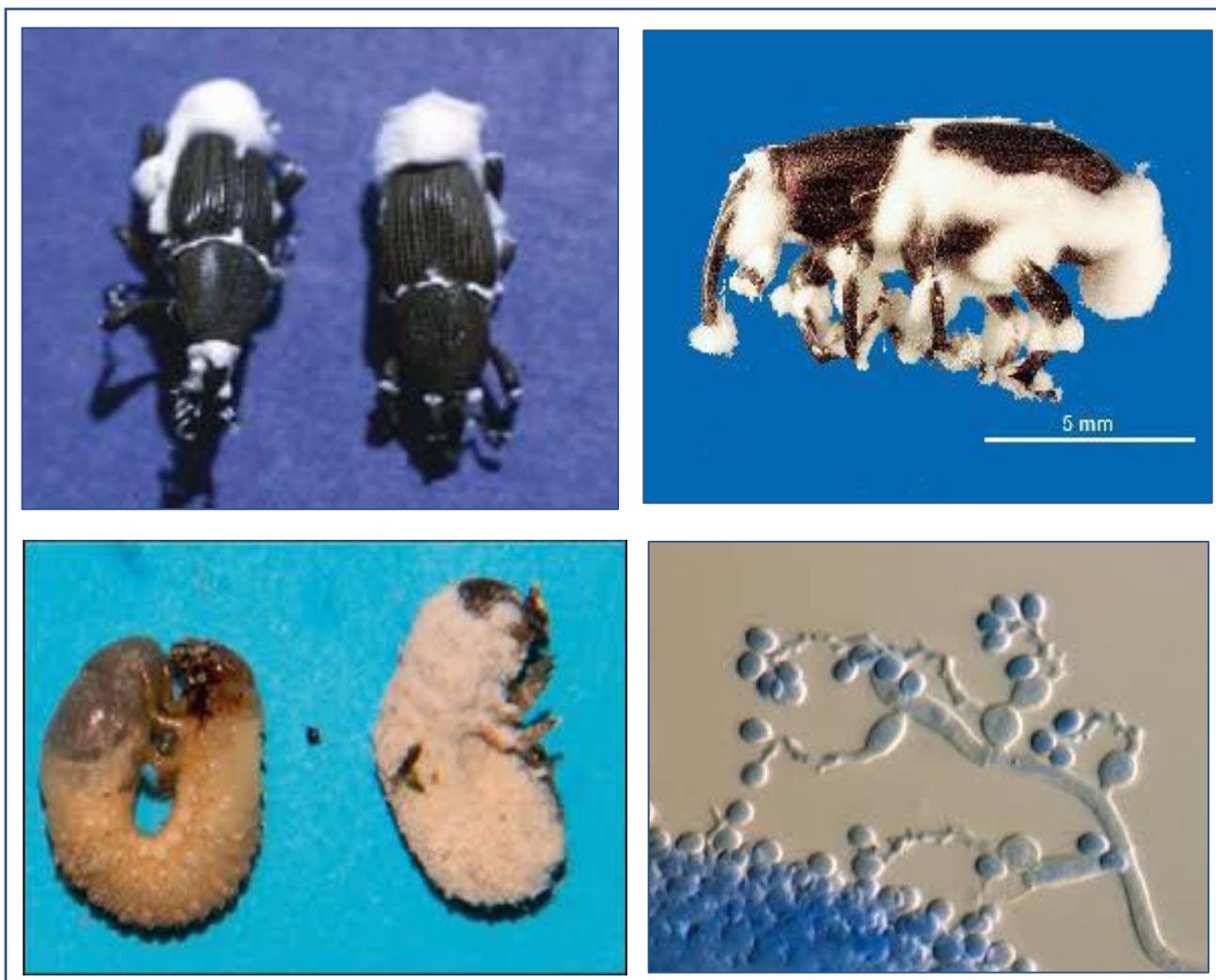


Figura 12. Infección del *S. Acupuntatus* en sus distintas fases con *B. Bassiana* y *Metarrhizium*

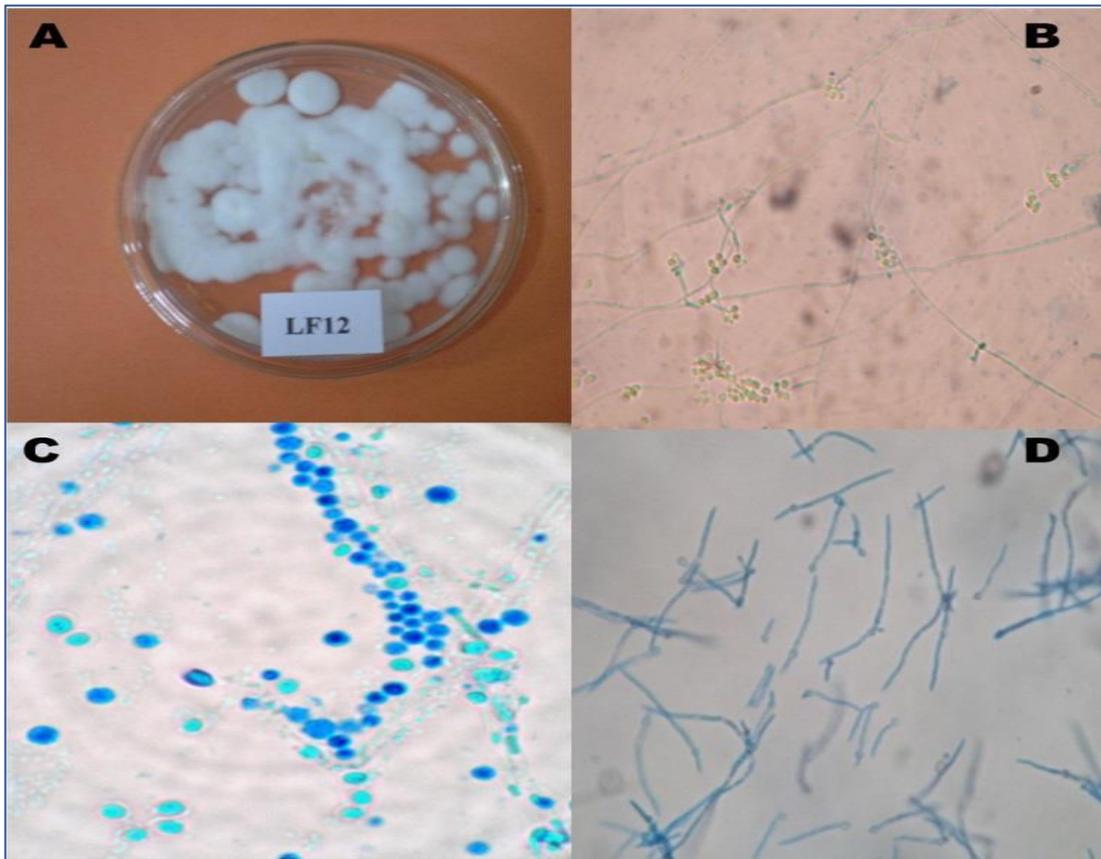


Figura 13. Aislamiento y propagación de *Beauveria bassiana*



Figura 14. Diferentes fases de infección del insecto con *Verticillium lecanii*

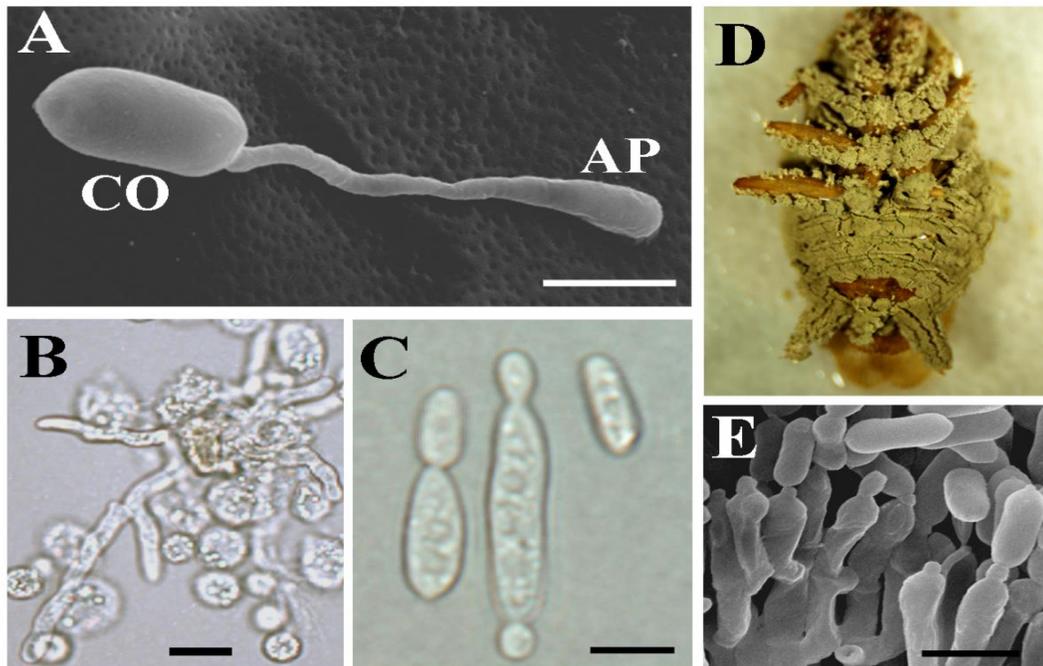


Figura 14. Morfología y actuación del *Metharrizium anisoplae*

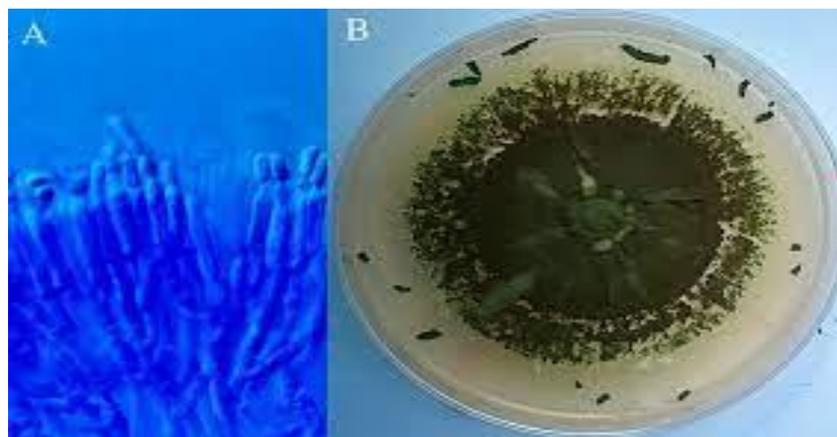


Figura 15. Cepas de *Metharrizium anisoplae*

### 3.3 Esquema de reproducción de organismos entomopatógenos

La producción de hongos entomopatógenos se basa en la multiplicación masiva del hongo y sus estructuras reproductivas en un sustrato natural. Hasta la fecha se han evaluado diferentes tipos de sustratos naturales, principalmente arroz, trigo, maíz, frijol y soya, pero lo más utilizados son arroz y trigo.

El proceso de desarrollo del hongo entomopatógeno conlleva varias etapas desde el aislamiento hasta su uso, las cuales deben tener una secuencia determinada. De acuerdo con Campbell (1989), la secuencia general para el aislamiento y estudio de agentes de

control biológico es la siguiente: 1) Aislamiento e identificación del organismo, 2) Pruebas de eficacia y estabilidad, 3) Pruebas de seguridad ambiental, 4) Preservación de cepas, 5) Posibilidades de formulación, 6) Pruebas sobre estabilidad de almacenamiento, 7) Evaluación del costo del producto, 8) Investigación de mercadeo, comercialización y distribución del agente del control biológico.

### Procedimiento implementado

- A partir de las muestras de tierra de 200gr que se tomaron en los predios en la etapa previa, se procedió a lavarlas con ácido fenólico al 3%.
- Después de una dilución seriada se contaron las ufc/gr, como la densidad fue baja, se agregaron ufc  $10^8$  de la empresa Pakalifa y Zarheagros para hacerlas más efectivas y virulentas.
- Posteriormente se mezclaron en un medio PDA y se agregó melaza

En el campo se diluyeron 200 ml de la mezcla hongos (*Beauveria* y *Metarrizum*) de este medio de cultivo, en 10 lts de agua para la aplicación en bombas de 20 lts.



Figura 16. Secuencia general para el aislamiento y reproducción de los hongos entomopatógenos

#### 4. PRACTICAS Y PROCEDIMIENTOS DEL PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN

El uso excesivo de plaguicidas provoca efectos negativos en el suelo, el agua y el ambiente. Además, ha contribuido a aumentar los problemas de plagas debido al desarrollo de resistencia y a la destrucción de los enemigos naturales. Muchos plaguicidas también afectan la salud de las personas.

Para reducir estos efectos se procura la implementación de sistemas agrícolas sostenibles, basados en el conocimiento de las relaciones entre los cultivos, el ambiente y los organismos presentes en el campo. Una de las alternativas es el uso de organismos entomopatógenos, los cuales tienen la capacidad de reducir las poblaciones de plagas.

##### 4.1 Muestreo para detectar presencia de microorganismos indeseables en el suelo

###### a) Antes de plantar

- Deben tomarse seis submuestras del sustrato que se usará para establecer a los hijuelos en el invernadero. Éstas se deben mezclar para obtener una muestra compuesta de 2 kg, la cual será enviada al laboratorio de diagnóstico fitosanitario aprobado y determinar la ausencia de *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Thielaviopsis paradoxa*, *Cercospora agavicola* y *Pectobacterium carotovora*.

###### b) Durante el desarrollo del cultivo

###### **Examen visual**

- Personal con experiencia en la materia examinará el cultivo a los 3 meses, después del establecimiento de plántulas, para constatar que no existe material propagativo con síntomas causados por *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Thielaviopsis paradoxa*, *Cercospora agavicola* y *Pectobacterium carotovora*.

###### **Diagnóstico de laboratorio**

- Personal con experiencia en la materia tomará una muestra de 50 plántulas de cada invernadero en producción. La muestra se tomará y enviará a un laboratorio de diagnóstico fitosanitario aprobado, para constatar la ausencia de *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Thielaviopsis paradoxa*, *Cercospora agavicola* y *Pectobacterium carotovora*.
- El envío deberá hacerse en un empaque térmico que evite el deterioro y contaminación de la muestra, estas deberán enviarse en bolsas *ziploc*, las cuales se envolverán en papel estraza o periódico, se colocará en neveras con sus respectivos geles refrigerantes para mantener una temperatura entre 5-12 °C.

#### 4.2 Preparación y dilución de los hongos antes de ser aplicados

Las cepas seleccionadas de *Beauveria bassiana* y *Metharrizium anisoplae* de origen local (cfr proceso señalado) en medio de cultivo PDA mezcladas con cepas de las empresas Pakalifa y Prodeni se diluyeron en la proporción de 200gr en 10 lts de agua para su aplicación.

PDA significa papa/dextrosa /agar. No debe realizarse ni papas cocidas, ni con algas (agar). Debe ponerse el medio de cultivo de laboratorio.

#### 4.3 Elaboración de las trampas para picudo y uso de feromonas

La estrategia de instalar trampas en el predio tiene como finalidad monitorear y controlar el picudo del agave, por lo que esta acción se lleva a cabo durante todo el año, considerando que esta plaga ataca al agave en cualquier época del año. Cabe mencionar que estudios de investigación han mostrado que las mayores incidencias de picudo se presentan durante el periodo de mayo a septiembre (periodo de lluvias), por lo que el trampeo debe intensificarse en ese periodo a fin de tener mejores resultados.



Figura 17. Elaboración participativa de trampas

- Las trampas pueden ser prefabricadas o elaboradas por el productor y deben cumplir con las siguientes especificaciones técnicas: elaborada en plástico de color blanco, que tenga orificios que permitan la entrada de picudos, así como una estructura interna para colocar la feromona y evitar que esta quede expuesta a la lluvia.
- Se utilizarán trampas específicas con las siguientes opciones:
  - a) Trampa con feromona específica para picudo del agave (2-metil-4-octanona sola o en combinación) más cebo alimenticio (trozos de piña de agave + insecticida botánico).
  - b) Trampa con solo cebo alimenticio (trozos de piña + insecticida botánico)

En esta oportunidad se ha utilizado la opción mixta de hacer trampas con feromonas y adicional se ha incorporado en su interior cebo alimenticio (trozos de pencas de maguey + insecticida botánico)



Figura 18. Elaboración participativa de trampas. Aplicación Insecticida orgánico

## Componentes de la trampa

### 1) Feromona de agregación

Las feromonas son sustancias químicas que son liberadas por un organismo y que causan una respuesta conductual o fisiológica en otro organismo de la misma especie (Karlson y Lusher, 1959) y son liberadas en el ambiente como una forma de comunicación. En el caso de los insectos, se ha logrado identificar la estructura química de aproximadamente 700 feromonas (Klassen *et al.*, 1982); comercialmente se venden cerca de 80, principalmente de plagas agrícolas, la mayor parte de ellas están constituidas por mezclas de diferentes compuestos, muchos de los cuales tienen un peso molecular bajo (de 80 a 300 g/mol) (Silverstein, 1984).

Las feromonas regulan un gran número de funciones en los insectos tales como el apareamiento, oviposición y defensa (Tumlinson y Teal, 1987); pueden afectar tanto la fisiología como el comportamiento de los insectos, y las feromonas que afectan el comportamiento son las más usadas para el manejo de los insectos plaga. Este tipo de feromonas son clasificadas de acuerdo con su función, por ejemplo: feromonas de atracción sexual, agregación, alarma, ruta y reclutamiento, entre otras; sin embargo, no todas tienen posibilidades de ser usadas en sistemas de trampeo. La mayor parte de ejemplos están relacionados con feromonas de atracción sexual y feromonas de agregación, es decir señales para que se junten como colonias (Barrera *et al.*, 2006).



Figura 19. Instalación de las feromonas atrayentes en la trampa

## 2) Atrayente alimenticio

El atrayente alimenticio utilizado es preparado con piña de agave o penca de agave. Existen varias estrategias o atrayentes del picudo, las formas de preparación son las siguientes:

- a) En un recipiente de 200 litros se vacían 100 litros de agua y 5 litros de melaza, se agregan trozos de piña de 0.5 kilogramos aproximadamente hasta llenar el recipiente y se deja reposar por cinco a siete días para que se fermente el material vegetal (Figura 11).



Figura 20. Preparación del atrayente alimenticio para el trampeo del picudo del agave.

El segundo sistema consiste en sustituir el líquido azucarado, por una sustancia tóxica al insecto, que en este caso se elabora con un extracto de hierbas locales: higuierilla, tabaquillo y chicalote (cardo santo).



Figura 21. Preparación del insecticida orgánico para el trapeo del picudo del agave.

Hemos optado por esta opción, ya que no solo se reducen costos de producción, si no también está hecha con materiales y hierbas locales, que todos conocen y manejan. (La práctica de elaboración de estas sustancias tóxicas orgánicas, se describe en el anexo 2). La preparación debe incluir:

- Debemos asegurarnos de que la planta esté fresca: (350-400grs)
- Desmenuzar /machacar la planta
- Poner a hervir por 1 hora o en su defecto, introducir en un bote con 1 lts de alcohol (90º) o aceite vegetal o acetona (asegurarse de que sea inolora)
- Filtrar la sustancia hervida luego de enfriarse
- Diluir 1 lt de sustancia en 60 lts de agua.
- Guarde y señale claramente el frasco contentivo de la sustancia ya que son tóxicos muy poderosos
- Asegurarse de usarlo completamente, ya que en agua la sustancia es de corta vida (en otros solventes tiene mayor duración)
- Guardar en un lugar fresco



Figura 22. Filtrado de la decocción de hierbas en la elaboración de insecticidas



Figura 23. Instrucciones para la dilución del insecticida orgánico



Figura 24. Envasado y etiquetado correcto de los insecticidas

##### 5. PREPARACIÓN DE LAS TRAMPAS PARA CAPTURA DEL PICUDO EN PLANTACIONES DE AGAVE (Basado en las prácticas recomendadas de SENASICA /SAGARPA 2016):

Contando con una trampa específica para picudo del agave se procede de la siguiente manera:

- Construir una trampa con botes de plástico duro, abriendo orificios a una altura adecuada en la parte inferior del bote, a una altura de 10 cm, a fin de poder enterrar a esa profundidad el bote que quede a nivel del suelo.
- En tanto no se tenga el semioquímico específico, se corta material vegetal de agave en trozos de piña de plantas sana o con daño irreversible (enfermas) y/o hijuelos no aprovechables.
- Se colocan los trozos (alrededor de 200 gr) en una bolsa de plástico. Este material funciona como cebo y complementa a la feromona específica. Se incorpora al interior de la trampa el cebo alimenticio y se cuelga la feromona en la tapa del bote, con un alambre.
- Se asperja o se vierte un buen chorro con la solución de insecticida botánico de higuerrilla, tabaquillo y/o chicalote al material vegetal que se introdujo en la bolsa a la dosis recomendada.



Figura 25. Preparación de los envases para las trampas



Figura 26. Detalles de la instalación de las feromonas

## 6. TECNICAS DE TRAMPEO

- Cuando el trapeo se realice con fines de monitoreo se colocará una trampa específica para picudo del agave en superficies de 0.1 y hasta 10 hectáreas, en función de las características agroecológicas del sitio de ubicación del predio y de la incidencia del picudo, en plantaciones de 0 y hasta 4 años de edad. Para efectos de control se colocarán de 1 a 3 trampas por hectárea. Cuando se trate de predios menores a una hectárea, se deberá obtener el número total de trampas a colocar utilizando una regla de 3, considerando que el número total de trampas es de 3. Es importante que las trampas se coloquen a una distancia mínima de 100 metros entre ellas.
- La revisión y mantenimiento de las trampas se realizará cada 15 días y el cambio de la feromona debe realizarse de acuerdo con lo indicado en la ficha técnica.
- Con la finalidad de que en la campaña las trampas tengan condiciones homogéneas y se obtengan resultados homogéneos para su análisis, se debe utilizar trampas con cebo alimenticio a una distancia mínima de 100 m entre ellas y la feromona debe contener el compuesto 2-metil-4-octanona a una concentración mínima de 300 mg.
- Es importante que el productor utilice equipo de protección (gafas protectoras, guantes y mascarilla) al momento de revisar las trampas y efectuar el cambio de cebo alimenticio



Figura 26 y 28. Aplicación de la mezcla de hongos e instalación de las trampas en el predio



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, M. J. C. 2000. Patogenicidad comparada de los hongos *Verticillium* spp. y *Beauveria* spp., en el picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleóptera: Curculionidae). Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 86 p.

Aquino, B. T., J. Ruiz V. y M. A. Iparraguirre C. 2006. Control biológico del picudo negro (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) con nemátodos y entomopatógenos en Agave en Oaxaca, México. Revista UDO Agrícola. 6: 92-101.

Aquino, B. T., M. A. Iparraguirre C. y J. Ruiz V. 2007. *Scyphophorus acupunctatus* (=interstitialis) Gyllenhal (Coleóptera: Curculionidae). Plaga del agave mezcalero: Pérdidas y daños en Oaxaca, México. Revista UDO Agrícola. 7: 175-180.

Barrera, J. F., P. Montoya y J. Rojas. 2006. Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. *In*: Simposio sobre Trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. J.F Barrera y P. Montoya (eds.). Sociedad Mexicana de Entomología y el Colegio de la Frontera Sur. Manzanillo, Colima, México. p. 1-16.

Barrios, A. A., R. Ariza F., J. M. Molina M., H. Espinosa P. y E. Bravo M. 2006. Manejo de la fertilización en magueyes cultivados (*Agave* spp.) de Guerrero, INIFAP. Campo Experimental IgGonzález, H. H. 2004. Principales plagas del agave. *In*: Avances de la Investigación en el Agave Tequilero. Editorial Ágata. Guadalajara, Jalisco, México. p. 181-233.

González, H. H., J. F. Solís A., C. Pacheco S., F. J. Flores M., R. Rubio C. y J. Rojas de L. 2007a. Insectos barrenadores del agave tequilero. *In*: Manejo de Plagas del Agave Tequilero (H. González H., J. I. Del Real L. y J. F. Solís A. (eds.). Colegio de Postgraduados y Tequila Sauza S.A. de C.V., Zapopan, Jalisco, México. p. 39-67.

Lewin, K. (1992), "La investigación-acción y los problemas de las minorías", en AA.VV., La investigación-acción participativa. Inicio y desarrollo, Biblioteca de Educación de Adultos, nº 6, Ed. Popular, Madrid, pp. 13-25.

Monzon, A (2000). Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica . No. 63 p . 95 - 103 .

Pacheco, S. C. 2002. Efectividad biológica de los entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. y *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sor., sobre el picudo del agave tequilero *Scyphophorus acupunctatus* Gyll. en Atotonilco, Jalisco. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 53 p.

Pérez, S. P. 1980. Principales problemas fitosanitarios del maguey pulquero (*Agave atrovirens* Karw.) en la Mesa Central de México. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 61 p.

Ramírez-Choza, J. L. 1993a. Plagas del henequén y su control. *In*: Henequén. Barrera H., J. A. y R. Díaz P. (eds.) Centro de Investigación Regional del Sureste. INIFAP-SARH. Mérida Yucatán, México. p. 29.37

Terán Vargas, A.P. y Azuara Domínguez, A.(2013). EL PICUDO *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal Y SU MANEJO EN EL AGAVE TEQUILERO (*Agave tequilana* F.A.C. Weber) VARIEDAD AZUL. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAB)

Solís-Aguilar, J. F., H. González-Hernández, J. L. Leyva- Vázquez, A. Equihua-Martínez, F. J. Flores-Mendoza y A. Martínez-Garza. 2001. *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, plaga del agave tequilero en Jalisco, México. *Agrociencia* 35(6): 663-670.

Solís, A. J. F., J. C. Rojas., J. S. Bernal y H. González H. 2006. La academia en la problemática fitosanitaria del agave tequilero: Manejo de Plagas. *In*: Estado actual del manejo de plagas y enfermedades del agave tequilero: Memorias Simposio Prioridades Fitosanitarias de *Agave tequilana* Weber var. Azul. J. S. Bernal, A. Orozco H., J. I. Del Real L. y H. González H. (eds.). Manzanillo, Colima. p. 89- 115.

Terán-Vargas, A., A. Azuara-Domínguez, P. Vega-Aquino, J. Zambrano-Gutiérrez, and C. Blanco. 2012. Biological effectivity of insecticides to control the Agave weevil, *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleóptera: Curculionidae), in Mexico. *Southwest. Entomolo.* 37(3): 1-7.

Tumlinson, J. H., and P. E. A. Teal. 1987. Relationship of structure and function to biochemistry in insect pheromones system. *In*: Prestwich, G. D. y G. J. Blomquist (Eds.), *Pheromone Biochemistry*. Academic Press, New York. p. 3-21.

Universidad Nacional Agraria. 2000. Producción y Uso de Hongos Entomopatógenos para el control de plagas agrícolas. Managua, Nicaragua. En prensa. 49 p.

Valdés-Rodríguez, S., J. L. Ramírez-Choza, J. Reyes-López, y A. Blanco-Labra. 2004. Respuesta del insecto max *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleóptera: Curculionidae) hacia algunos compuestos atrayentes del henequén. *Acta Zool. Mex.* 20(3): 157-166.

Valdés E., M. E., L. Aldana LL., R. Figueroa B., M. Gutiérrez O., M. C. Hernández R. and T. Chavelas M. 2005. Trapping of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleóptera: Curculionidae) with two natural baits in a field of *Polianthes tuberosa* (Liliales: Agavaceae) in the state of Morelos, Mexico. Florida Entomol. 88(3): 338-340.

Valdés, E. M. E., M. C. Hernández, M. Gutiérrez, and L. Aldana Llanos. 2010. Determination of the life cycle of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleóptera: Curculionidae) under laboratory conditions. Florida Entomologist 93(3): 398-402.

Valenzuela, Z. A. G. 1994. El agave tequilero, cultivo e industrialización de México. 3<sup>a</sup> edición. Editorial Mundi Prensa. México, D. F. 215 p.

Vega, A. P., A. P. Terán V., J. Zambrano G., J. San Juan L. y A. Azuara D. 2011. Diagnóstico regional de plagas y enfermedades del *Agave tequilana* Weber var. azul. In: 21°

## ANEXO 1.

### MANUAL DE ELABORACION DE INSUMOS ORGÁNICOS, BIOFERTILIZANTES E INSECTICIDAS

#### 1) BIOFERTILIZANTES

##### SUPER MAGRO

1. Una Cubeta de estiércol fresco de vaca.
2. Agregar 40 litros de agua.
3. 2 Kg de micros solubles (fermil soluble, son más económicos que otras marcas).
4. 2 Kg de harina de hueso o de cascara de huevo.
5. 10 Lts de leche, suero o pulque.
6. Diluir en 20 Lts de agua 4 Lts de mezcla.
7. 2 Kg de cal hidra o harina de roca.
8. Agregar 40 Lts de agua.
9. Dejar tapado e ir agregando o incorporando cada tercer día 2 Kg de Micros (fermil) hasta llegar a la adición 10 (30 días), una vez completada la cantidad señalada se rellena de agua hasta completar 200 Lts (se agregan 100 Lts de agua y se tapa bien por un lapso de un mes (30 días más), periodo en el que Súper Magro estará listo para utilizarse.

Una vez envasado tiene un ciclo de duración o caducidad de aproximadamente 1 año, esto varia también en base a las temperaturas de cada zona agrícola.

NOTA: El recipiente tambo o tambor tiene que tener la capacidad de 200 Lts de agua, ya que se pretende rellenar con un volumen de 100 Lts más lo que se valla incorporando y una condición es que tiene que ser de color negro, verde o azul porque si es blanco afectara la microbiología que fermentaran a los ingredientes.

##### BIOL PRODUCCION 1.2.3

1. 20 Kg de estiércol fresco (vacuno, porcino, ovino).
2. Agregar 30 Lts de agua.
3. Diluir 4 Lts de Melaza, piloncillo o azúcar en otros 20 Lts de agua.
4. 1/2 Kg de levadura de cerveza (en barra o polvo).
5. Agregar 20 Lts de agua.
6. 20 Kg de ceniza o harina de roca.

7. Agregar 40 Lts de agua.
8. 4 Lts de leche, suero o pulque.
9. 2 Kg de cola de caballo lo más picado que se pueda.
10. Agregar 20 Lts de agua.
11. 2 Kg de neem, pericón, ortiga, florifundio, chicalote, cempoal o cempasúchil, higuierilla. Cualquiera de estas hierbas lo más picada que se pueda y si se consiguen 2 o 3 se pueden incorporar, pero si es 1 es más que suficiente.
12. 2 Kg de alfalfa, frijol, haba, chícharo, tamarindo, guaje, guamúchil. Cualquiera de estas leguminosas lo más picada que se pueda y si se consiguen 2 o 3 se pueden incorporar, pero si es uno es más que suficiente.
13. En los últimos 20 Lts de agua se diluyen en este orden lo siguiente:
  - 1 Cubeta de Gallinaza o 5 Lts Guano
  - 4.800 Kg de Sulfato de Fosforo.
  - 9.000 Kg de Sulfato de Potasio.
  - 1.000 Kg de Nitrato de Calcio.
  - 1.000 Kg de Sulfato de Magnesio.
  - 1.000 Lt de Citoquim.
14. Revolver y que se mezcle bien.
15. Si se tiene un biodigestor (se le hace una abertura a la tapa y se coloca una manguera la cual se introduce en una botella con agua, cuando deje de burbujear estará listo) a este método se le conoce como anaerobio o brasileño, pero si no se cuenta con dicho sistema se tapa y cada 48 horas (2 días) se revuelve por espacio de 15 a 20 minutos en un intervalo de 30 a 45 días (método aerobio) según sea la zona donde se hacen ya que por temperatura puede variar respecto a los días en que ya esté listo.

Una vez envasado tiene un ciclo de duración o caducidad de aproximadamente 1 año, esto varia también en base a las temperaturas de cada zona agrícola.

NOTA: El recipiente tambo o tambor debe tener la capacidad de 200 Lts de agua, ya que se pretende rellenar con un volumen de 150 Lts más lo que se valla incorporando y una condición es que tiene que ser de color negro, verde o azul porque si es blanco afectara la microbiología que fermentara a los ingredientes.

### **BIOL FLORACION Y AMARRE O CUAJADO 2.3.2**

1. 20 Kg. de estiércol fresco (vacuno, porcino, ovino).
2. Agregar 30 Lts. de agua.
3. Diluir 4 Lts. de Melaza, piloncillo o azúcar en otros 20 Lts de agua.

4. 1/2 Kg de levadura de cerveza (en barra o polvo).
5. Agregar 20 Lts. de agua.
6. 20 Kg. de ceniza o harina de roca.
7. Agregar 40 Lts. de agua.
8. 4 Lts de leche, suero o pulque.
9. 2 Kg. de cola de caballo lo más picado que se pueda.
10. Agregar 20 Lts. de agua.
11. 2 Kg de neem, pericón, ortiga, florifundio, chicalote, cempoal o cempasúchil, higuierilla. Cualquiera de estas hierbas lo más picada que se pueda y si se consiguen 2 o 3 se pueden incorporar, pero si es 1 es más que suficiente.
12. 2 Kg de alfalfa, frijol, haba, chícharo, tamarindo, guaje, guamúchil. Cualquiera de estas leguminosas lo más picada que se pueda y si se consiguen 2 o 3 se pueden incorporar, pero si es uno es más que suficiente.
13. En los últimos 20 Lts de agua se diluyen en este orden lo siguiente:
  - 1 Cubeta de Gallinaza o 5 Lts Guano
  - 4.800 Kg de Sulfato de Fosforo.
  - 6.000 Kg de Sulfato de Potasio.
  - 1.000 Kg de Nitrato de Calcio.
  - 0.600 Kg de Sulfato de Boro o Bórax.
  - 1.000 Lt de *Citoquim*.
14. Revolver y que se mezcle bien.
15. Si se tiene un biodigestor (se le hace una abertura a la tapa y se coloca una manguera la cual se introduce en una botella con agua, cuando deje de burbujear estará listo) a este método se le conoce como anaerobio o brasileño, pero si no se cuenta con dicho sistema se tapa y cada 48 horas (2 días) se revuelve por espacio de 15 a 20 minutos en un intervalo de 30 a 45 días (método aerobio) según sea la zona donde se hacen ya que por temperatura puede variar respecto a los días en que ya esté listo.

Una vez envasado tiene un ciclo de duración o caducidad de aproximadamente 1 año, esto varia también en base a las temperaturas de cada zona agrícola.

NOTA: El recipiente tambo o tambor debe tener la capacidad de 200 Lts de agua, ya que se pretende rellenar con un volumen de 150 Lts más lo que se valla incorporando y una condición es que tiene que ser de color negro, verde o azul porque si es blanco afectara la microbiología que fermentara a los ingredientes.

### **BIOL DESARROLLO VEGETATIVO 3.2.1**

1. 20 Kg de estiércol fresco (vacuno, porcino, ovino).
2. Agregar 30 Lts de agua.

3. Diluir 4 Lts de Melaza, piloncillo o azúcar en otros 20 Lts de agua.
4. 1/2 Kg de levadura de cerveza (en barra o polvo).
5. Agregar 20 Lts de agua.
6. 20 Kg de ceniza o harina de roca.
7. Agregar 40 Lts de agua.
8. 4 Lts de leche, suero o pulque.
9. 2 Kg de cola de caballo lo más picado que se pueda.
10. Agregar 20 Lts de agua.
11. 2 Kg de neem, pericón, ortiga, florifundio, chicalote, cempoal o cempasúchil, higuierilla. Cualquiera de estas hierbas lo más picada que se pueda y si se consiguen 2 o 3 se pueden incorporar, pero si es 1 es más que suficiente.
12. 2 Kg de alfalfa, frijol, haba, chícharo, tamarindo, guaje, guamúchil. Cualquiera de estas leguminosas lo más picada que se pueda y si se consiguen 2 o 3 se pueden incorporar, pero si es uno es más que suficiente.
13. En los últimos 20 Lts de agua se diluyen en este orden lo siguiente:
  - 1 Cubeta de Gallinaza o 5 Lts Guano
  - 4.800 Kg de Sulfato de Fosforo.
  - 3.000 Kg de Sulfato de Potasio.
  - 1.000 Kg de Sulfato de Zinc.
  - 1.000 Kg de Sulfato de Fierro.
  - 1.000 Kg de Sulfato de Magnesio.
  - 250 ml de *byozime*.
14. Revolver y que se mezcle bien.
15. Si se tiene un biodigestor (se le hace una abertura a la tapa y se coloca una manguera la cual se introduce en una botella con agua, cuando deje de burbujear estará listo) a este método se le conoce como anaerobio o brasileño, pero si no se cuenta con dicho sistema se tapa y cada 48 horas (2 días) se revuelve por espacio de 15 a 20 minutos en un intervalo de 30 a 45 días (método aerobio) según sea la zona donde se hacen ya que por temperatura puede variar respecto a los días en que ya esté listo.

Una vez envasado tiene un ciclo de duración o caducidad de aproximadamente 1 año, esto varia también en base a las temperaturas de cada zona agrícola.

NOTA: El recipiente tambor debe tener la capacidad de 200 Lts de agua, ya que se pretende rellenar con un volumen de 150 Lts más lo que se valla incorporando y una condición es que tiene que ser de color negro, verde o azul porque si es blanco afectara la microbiología que fermentara a los ingredientes.

**BIOL GENERAL**

1. 20 Kg de estiércol fresco (vacuno, porcino, ovino).
2. Agregar 30 Lts de agua.
3. Diluir 4 Lts de Melaza, piloncillo o azúcar en otros 20 Lts de agua.
4. 1/2 Kg de levadura de cerveza (en barra o polvo).
5. Agregar 20 Lts de agua.
6. 20 Kg de ceniza o harina de roca.
7. Agregar 40 Lts de agua.
8. 4 Lts de leche, suero o pulque.
9. 2 Kg de cola de caballo lo más picado que se pueda.
10. Agregar 20 Lts de agua.
11. 2 Kg de neem, pericón, ortiga, florifundio, chicalote, cempoal o cempasúchil, higuerrilla. Cualquiera de estas hierbas lo más picada que se pueda y si se consiguen 2 o 3 se pueden incorporar, pero si es 1 es más que suficiente.
12. 2 Kg de alfalfa, frijol, haba, chícharo, tamarindo, guaje, guamúchil. Cualquiera de estas leguminosas lo más picada que se pueda y si se consiguen 2 o 3 se pueden incorporar, pero si es uno es más que suficiente.
13. Agregar los últimos 20 Lts de agua.
14. Revolver y que se mezcle bien.
15. Si se tiene un biodigestor (se le hace una abertura a la tapa y se coloca una manguera la cual se introduce en una botella con agua, cuando deje de burbujear estará listo) a este método se le conoce como anaerobio o brasileño, pero si no se cuenta con dicho sistema se tapa y cada 48 horas (2 días) se revuelve por espacio de 15 a 20 minutos en un intervalo de 30 a 45 días (método aerobio) según sea la zona donde se hacen ya que por temperatura puede variar respecto a los días en que ya esté listo.

Una vez envasado tiene un ciclo de duración o caducidad de aproximadamente 1 año, esto varía también en base a las temperaturas de cada zona agrícola.

NOTA: El recipiente tambo o tambor debe tener la capacidad de 200 Lts de agua, ya que se pretende rellenar con un volumen de 150 Lts más lo que se vaya incorporando y una condición es que tiene que ser de color negro, verde o azul porque si es blanco afectaría la microbiología que fermentaría a los ingredientes

## **2. EXTRACCION DE ACIDOS HUMICOS**

(Agente quelatante; complemento de fertilizante orgánico o químico) sirve para adelantar / inducir floración, desarrollar defensas naturales de la planta-fitoalexina, para que el café absorba mejor los nutrientes

1. **Reacción alcalina** (con sosa caustica/hidróxido de potasio)

1kg. Humus de lombriz (o turba o tierra de bosque o estiercol o leonardita)

20-60 litros agua

200 gr sosa caustica

**Humatos (abajo)**

**Humitos (arriba, flotando)**

2. **Reacción acida** (con ácido muriático o cítrico o fosfórico)

1 kg. humatos

60-80 lts agua

200 ml ácido muriático

**Ácido fúlvico (arriba, flotando)**

**Ácido húmico (abajo)**

Se aplica

1 kg/litro diluido en 100 litros de agua

## **3. EXTRACCION DE MICROORGANISMOS BENEFICOS EM1 (HONGOS FIJADORES, HONGOS FOTOSINTETICOS, HONGOS ANTAGONICOS**

(*Etrichoderma ssp.*, *Lactobacillus*, actinomicetos, *Bacillus subtilis*, *B. megatherium*, *Bioma verticillium lecanii*)

- Se compra en paquetes de 250-300 grs / 1ha = 1.500 gramo
  - Se consigue 1 kg de tierra de mantillo tamizada (sin hojas, ramitas, piedras, etc y se mezcla con 80 -100 litros de agua
1. Poner la tierra tamizada en agua en un tambo
  2. Agregar 1 kilo de semolina de arroz/ de avena / pulpa de café ¿????
  3. Agregar 500 gr de melaza de caña de azúcar
  4. Agregar 250-300 gr de yogurt natural *yakult*

5. Agregar 300 gr de levadura de pan (ej. nevada)
6. Dejar en tambo durante 2-3 días en la sombra
7. Agregar 2 litros de agua oxigenada al 30% (peróxido de hidrogeno grado alimenticio)
8. Tapar
9. Dejar el “cultivo de microorganismos” durante 10-12 días
10. Aplicar 100-150 ml en 10 litros de agua directamente a la base de la planta
11. . Aplicar la parte solida directamente a la base del cafeto (ca 100-150 gr por planta).

El líquido debe aplicarse y no guardarse. El sólido si puede guardarse en espacio fresco

#### **4. ELABORACIÓN DE INSECTICIDAS ORGÁNICOS**

- 1) En agua
- 2) En otros solventes

La elaboración del insecticida botánico se realiza con higuera (*Ricinus comunis*), cardo santo (Argemone Mexicana) y tabaquillo (*Nicotiana glauca*)

- Se recolecta entre 350/400 grs promedio de planta entera fresca y se desmenuza o trocea muy finamente, eliminando las hojas o las partes dañadas o secas. Así como las que presenten algún tipo de hongos o enfermedades en sus hojas
- Se pone a cocer durante 15/20 minutos hasta que la planta quede bien cocida y el proceso de decocción se evalué como satisfactorio.
- Se filtró con un cedazo manual y la parte liquida se dejó enfriar. Una vez lista se diluyó en la proporción de 1lt en 60 lts de agua y se colocó en una mochila de aspersion.
- Debe usar toda la disolución preparada, ya que a los 3 días pierde su poder.

Para poder conservar el insecticida botánico y extraer los alcaloides, también puede prepararse con maceraciones hidroalcohólicas de las plantas.

- Colocando 350/400 de la planta entera fresca finamente desmenuzada en 1 lt de alcohol a 70.º
- Se deja macerar esta formulación en frasco y recipientes reciclados durante un mes, previamente etiquetados con fecha de elaboración y nombre de la planta
- Después de 30 días se filtra el contenido y se aplica 1lt diluido en 60 lts de agua
- Aplicar con Mochila



a) Cardo Santo



b) Higuerilla



c) Tabaquillo

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:



Ministerio Federal  
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza  
y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

