

A close-up photograph of a plant stem, possibly a corn cob, showing a pest (likely a caterpillar or grub) feeding on the plant tissue. The pest is yellowish-brown with a dark head and is positioned on the right side of the stem. The background is a blurred green and white.

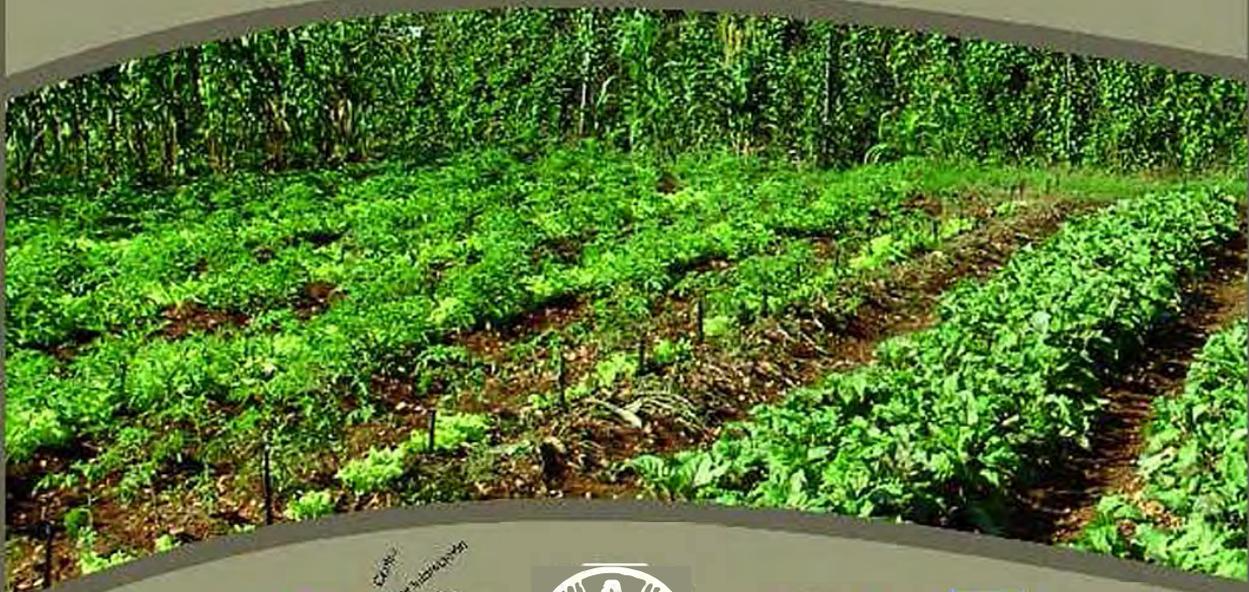
# **SUPRESIÓN DE POBLACIONES DE PLAGAS EN LA FINCA MEDIANTE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS**

**Preguntas y respuestas para facilitar  
el Manejo Sostenible de Tierras**





La Impresión de esta publicación ha sido financiada a través del Proyecto "Fortalecimiento de capacidades para el planeamiento, la toma de decisiones, los Sistemas Regulatorios y la Sensibilización/MST en ecosistemas degradados, del Programa de Asociación de País para el apoyo al Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía".



Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal

# **SUPRESIÓN DE POBLACIONES DE PLAGAS EN LA FINCA MEDIANTE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS**

**Preguntas y respuestas para facilitar  
el Manejo Sostenible de Tierras**

*Luis L. Vázquez Moreno*

***Luis L. Vázquez Moreno***

*Ingeniero Agrónomo, Doctor en Ciencias Agrícolas,  
Doctor en Ciencia e Investigador Titular  
Entomología, Manejo de Plagas y Agroecología*

Supresión de Poblaciones de Plagas en la Finca mediante prácticas agroecológicas.  
Preguntas y respuestas para facilitar el Manejo Sostenible de Tierras.  
Primera edición, 2011

Edición, diseño y composición:

Eduardo Martínez Oliva

Corrección:

Oseida N. Hernández Hernández

Para la presente edición:

© INISAV , 2011

ISBN: 978-959-287-030-7

# CONTENIDO

PRESENTACIÓN	5
INTRODUCCIÓN	7
I. ENTENDER POR QUÉ HAY POBLACIONES DE PLAGAS EN LA FINCA	10
2. MANEJAR LA FINCA COMO SISTEMA	33
3. DIVERSIFICAR PLANTAS PARA REDUCIR POBLACIONES DE PLAGAS EN LA FINCA	49
4. PROTEGER Y MANEJAR LOS REGULADORES NATURALES DE PLAGAS	61
5. UTILIZAR MATERIAL DE SIEMBRA DE CALIDAD	81
6. MANEJAR EL SUELO PARA SUPRIMIR POBLACIONES DE PLAGAS	92
7. MANEJAR EL CULTIVO PARA REDUCIR ATAQUES DE PLAGAS	105
8. REALIZAR CONTROL ECOLÓGICO CUANDO SEA NECESARIO	118
9. EVALUAR PARA SABER LOS RESULTADOS Y TOMAR LAS DECISIONES	172
GLOSARIO DE TÉRMINOS	204
BIBLIOGRAFÍA	229



# PRESENTACIÓN

El Manejo Sostenible de Tierras (MST) es un modelo de trabajo adaptable a las condiciones de un entorno específico, que permite el uso de los recursos disponibles en función de un desarrollo socio económico, que garantiza la satisfacción de las necesidades crecientes de la sociedad, el mantenimiento de las capacidades de los ecosistemas y su resiliencia.

El manejo de plagas sobre bases agroecológicas, en el contexto del MST, constituye la estrategia más promisoría para lograr fincas supresoras de plagas, proceso que es parte de la transformación de los sistemas agrícolas de intensivos o convencionales a agroecológicos.

De esta forma, el manejo de plagas se integra al manejo del sistema de producción (finca) y del sistema agrícola (región), que es un enfoque sistémico en la sanidad de los cultivos, en contraposición con los métodos clásicos de control y manejo de plagas, que se limitan al nivel del campo cultivado.

Precisamente, como parte del MST, los problemas fitosanitarios son de gran importancia y tienen implicaciones sobre la calidad e inocuidad de los alimentos, la salud de las personas y los animales domésticos, así como la conservación de la biodiversidad, entre otros aspectos económicos, sociales, tecnológicos y medioambientales.

Con el presente documento, que está escrito para entender y hacer, nos proponemos contribuir a la adopción de este nuevo enfoque, en que la sanidad de los cultivos se logra como parte de la salud ambiental y de la sostenibilidad de la tierra, mediante procesos contextuales y al alcance de los propios agricultores, todo lo cual tiene una gran sustentación científica nacional e internacional y constituye un cambio importante en la innovación tecnológica agropecuaria.

Precisamente en Cuba, donde las políticas agrarias y medioambientales han favorecido la innovación local y han promovido la sostenibilidad, se observan cambios trascendentales en los sistemas agrícolas, todos con una importante contribución a la reducción de los problemas de plagas, entre otras ventajas.

Proponemos a los técnicos y los agricultores, que son los principales protagonistas en la transición de la agricultura intensiva a la sostenible, que estudien el presente documento con visión integral y de futuro, pues se ha demostrado que la producción agropecuaria no debe realizarse únicamente con enfoque productivista, sino que se debe adoptar el Manejo Sostenible de Tierra como estrategia de trabajo.



# INTRODUCCIÓN

Lo que se identifica tradicionalmente como plagas, enfermedades y malezas son organismos que se han convertido en factores limitantes de la producción agropecuaria, al ocasionar daños de determinada magnitud a las plantas cultivadas y los animales de crianza, expresados en gastos por prácticas de control y manejo, disminución de rendimientos, afectación de la calidad y restricciones de mercados, entre otras afectaciones que repercuten sobre el agricultor y el sistema de comercialización.

Esto significa que el concepto de plagas es económico-social y abarca a todos los organismos, que se manifiestan de manera nociva, sean ácaros, insectos, nemátodos, moluscos, roedores, aves, phytomonas, hongos, bacterias, virus, micoplasmas, plantas arvenses y parasíticas, entre otros, que han coevolucionado con dichas plantas, pero que sus poblaciones se han incrementado como consecuencia de malas prácticas agrícolas, , y por tanto se han convertido en lo que internacionalmente se conoce como plagas.

Por ello, la lucha contra las plagas agrícolas constituye una de las principales preocupaciones de la mayoría de los agricultores, sobre todo en los últimos años que se han incrementado las críticas científicas y sociales a los errores del enfoque de controlar las plagas con productos plaguicidas, lo que se conoce internacionalmente como “protección” y “defensa” de cultivos, tecnología que fue desarrollada desde la II Guerra Mundial y que caracterizó el llamado período de la “revolución verde”, que ha sido muy criticada, principalmente porque contribuye a lo que se llama “ciclo vicioso” de los plaguicidas, al crear una alta dependencia de estos productos por parte de los agricultores.

Así surgió y ha adquirido importancia el manejo integrado de plagas (MIP), que tiene como ventaja principal la integración del control biológico, el manejo fitogenético y las prácticas culturales, entre otros componentes, que junto con el monitoreo de poblaciones para tomar las decisiones contribuye a reducir el uso de los plaguicidas sintéticos (Andrews y Quesada, 1989); aunque, la experiencia ha demostrado que el manejo integrado de plagas es más propicio para sistemas de producción de monocultivos a gran escala, conocidos como intensivos, donde los problemas de plagas son mayores y la integración de los plaguicidas sintéticos con otros métodos se realiza sobre la base de monitoreos o señalización por técnicos especializados (Vázquez, 2008).

Para sistemas de producción diversificados, como son los sistemas campesinos, es más ventajoso el manejo agroecológico de plagas (MAP), cuya etapa superior es el manejo agroecológico de la finca (MAF), en que los arreglos de cultivos y el resto de las plantas que se realizan en la finca, así como otras prácticas agroecológicas, tienen efectos sobre la ocurrencia de plagas y favorecen la actividad de los reguladores naturales, ventajas que contribuyen a los incrementos productivos y la disminución de los efectos negativos del cambio climático, entre otros factores (Vázquez, 2010).

Precisamente, el enfoque y los principios seguidos en el manejo agroecológico de la finca, como sistema de producción, están sustentados en la agroecología como ciencia de la complejidad, que ofrece las bases y procesos adecuados para transformar los sistemas agrícolas (Altieri, 1991, 1994, 1996 a, b; Altieri y Nichools, 2007; Waage, 1991), en que el manejo de plagas se basa en actuar sobre las causas y no en atacar las plagas directamente, y reconoce que la producción agropecuaria es contextual, en que el rol de los agricultores no es solamente producir según normas e instructivos nacionales, sino innovar para adoptar las tecnologías adecuadas a las características de sus fincas y generar prácticas mediante procesos de experimentación de agricultores, donde los técnicos no son simples transmisores de tecnologías o captadores de informaciones, sino facilitadores de procesos de educación e innovación local (Vázquez, 2004, 2010; Vázquez y Fernández, 2007).

Con el presente documento nos proponemos ofrecer los elementos esenciales en el manejo de la finca, que es el hábitat de las plagas y sus reguladores naturales; también se incluyen las experiencias acumuladas en prácticas de conservación de la biodiversidad funcional (reguladores o enemigos naturales de plagas), las prácticas agronómicas con efecto fitosanitario y los principales métodos de control ecológico existentes y al alcance del agricultor, entre otros contenidos útiles para el manejo agroecológico de la finca.

Es decir, más que enseñar cómo se realizan las prácticas agroecológicas, nos proponemos sustentar sus efectos fitosanitarios, ya que nuestros agricultores son expertos en estos sistemas de producción y tienen nivel cultural y preparación técnica para entender lo que estamos compartiendo y adoptarlo bajo las condiciones particulares de sus fincas, por ello el contenido temático se ha estructurado según los propósitos siguientes:

1. Entender por qué hay plagas en la finca.
2. Manejar la finca como sistema.
3. Diversificar plantas para reducir poblaciones de plagas en la finca.

4. Proteger y manejar los reguladores naturales de plagas.
5. Utilizar material de siembra de calidad.
6. Manejar el suelo para suprimir poblaciones de plagas.
7. Manejar el cultivo para reducir afectaciones nocivas por plagas.
8. Realizar control ecológico cuando sea necesario.
9. Evaluar para saber los resultados y tomar las decisiones.

Está elaborado en forma de preguntas y respuestas, con el propósito de facilitar una lectura amena y simular un intercambio.

También con el presente material nos proponemos contribuir al “Sistema Biofincas”, que es una etapa avanzada en la supresión de plagas, ya que se logra que la finca sea más compleja respecto a la biodiversidad que la habita y sus interacciones.

# 1. ENTENDER POR QUÉ HAY POBLACIONES DE PLAGAS EN LA FINCA

Como preparación previa para entender los contenidos básicos de las prácticas agroecológicas supresoras de plagas en la finca, es fundamental conocer los antecedentes sobre la fitosanidad y otros elementos básicos sobre el “control” y manejo de plagas agrícolas, así como interpretar por qué dichos organismos se han convertido en “plagas”.

## ¿CUÁLES SON LAS CAUSAS QUE MOTIVAN QUE LAS PLANTAS CULTIVADAS ESTÉN ENFERMAS O ESTRESADAS?

En un sentido amplio, las plantas pueden estar afectadas por un organismo, por la acción de elementos climatológicos, por calidad del suelo o por la tecnología de cultivo, entre otros factores que contribuyen a que se encuentre estresada o enferma.

Muchos especialistas tienen una concepción más amplia respecto a lo que se considera una planta enferma; en cambio, en la práctica fitosanitaria solo se considera enferma a la planta que ha sido invadida por un hongo, una bacteria, un virus, un nemátodo, entre otros microorganismos.

En realidad una planta enferma se considera que es una condición anormal en su fisiología, morfología y neurología, que altera o desequilibra una o varias funciones del vegetal, motivado por la interacción dinámica de diferentes factores.

Una planta enferma no puede expresar al máximo sus funciones fisiológicas de acuerdo con su potencial genético, como son: división, diferenciación y desarrollo normal de la célula, absorción de agua y minerales del suelo y traslocación de estos a través de la planta, fotosíntesis y traslocación de los productos fotosintéticos a áreas de utilización o almacenamiento, metabolismo de compuestos sintetizados, reproducción y almacenamiento de alimento para sobrevivencia o reproducción.

Esto quiere decir que la enfermedad no es solo una propiedad de la planta como tal, sino que es producto de su interacción con el agroecosistema y sus diversos componentes, por ello el cultivo de plantas también hay que hacerlo bajo el enfoque de la salud ambiental.

Lo anterior sugiere que una planta enferma muestra determinados síntomas y que estos pueden ser causados por diferentes agentes, algunos de origen microbiológico como los insectos, los ácaros, los moluscos, etc., otros de origen microbiológico como: los hongos, las bacterias, etc., también de origen botánico (plantas parasíticas, sustancias alelopáticas, etc.), los de origen atmosférico o efectos del clima e incluso del suelo, y los causados por el propio hombre en el proceso tecnológico del cultivo de las plantas u otros.

Entonces, una planta enferma puede o no manifestar síntomas o manifestarlos tardíamente o en determinado momento con posterioridad al comienzo de la enfermedad, incluso expresarlos en la producción de biomasa (rendimientos).

El agricultor debe entender que una planta puede estar enferma por diversas causas, que puede o no manifestar síntomas y que los daños pueden o no ser importantes, por lo que antes de realizar una intervención con un plaguicida para “controlar” dicha enfermedad o afectación, debería analizar las causas y los factores que contribuyeron y esto es precisamente lo que se pretende con el manejo agroecológico de la finca.

## **¿CUÁLES SON LOS TIPOS DE ORGANISMOS QUE HABITAN EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS Y SUS PRINCIPALES INTERACCIONES?**

Vale aquí citar que en la naturaleza existe un flujo de energía, que es nombrado también metabolismo del sistema, que se desarrolla en un equilibrio dinámico y que está compuesto por organismos que tienen diferentes funciones, todos con disímiles relaciones, que son:

- **Productores:** Los vegetales que por fotosíntesis transforman la energía solar en energía química (materia orgánica). Algunos de estos vegetales el hombre los cultiva (agricultura, silvicultura, etc.) para su alimentación y otros usos.
- **Consumidores:** Los que consumen estos vegetales, directa o indirectamente. Por supuesto, aquí están incluidos muchos organismos como el hombre, los animales domésticos, los insectos, los microorganismos fitopatógenos, etcétera.
- **Digestores:** Tienen la función de descomponer los sobrantes y restos de la actividad de los consumidores para lograr que reciclen (animales, microorganismos).

Lo anterior indica que naturalmente estos organismos necesitan de las plantas al igual que el hombre y que es posible lograr la convivencia

(entiéndase equilibrio) mientras no se introduzcan factores que lo alteren, lo que está representado por monocultivo en espacio y tiempo, uso de agroquímicos, alta mecanización de las plantas cultivadas, etcétera.

Lo real es que las interacciones entre los diferentes organismos con las plantas hay que interpretarlas integralmente (holísticamente), porque son diversos los organismos que necesitan de las plantas para su sustento (consumidores y descomponedores), porque los vegetales son una importante fuente de energía para la vida animal y microbiana. De igual forma, muchos organismos considerados como beneficiosos (polinizadores, micorrizas, biorreguladores, etc.) necesitan de las plantas para su sustento.

Incluso, como veremos más adelante, las propias plantas necesitan de la materia orgánica que se deriva de su descomposición para su nutrición. Y no menos importante es que las plantas contribuyen al saneamiento del aire, favorecen el clima en general y el microclima en particular, entre otras ventajas ambientales.

Esto significa que existen consumidores económicos, que son el hombre y los animales domésticos básicamente, porque necesitan elevar las producciones de los vegetales para garantizar su alimentación. Estos son los que más contribuyen al desequilibrio en los agroecosistemas.

También hay consumidores para la sobrevivencia, que son el resto de los organismos (animales y microorganismos) que necesitan total o parcialmente de los vegetales para su alimentación o sobrevivencia, estén cultivados o no. Estos generalmente se desequilibran cuando se incrementan las producciones para los consumidores económicos.

Partiendo de lo anteriormente analizado, en el contexto la finca y los campos cultivados, el agricultor debe tener presente estas relaciones, para lograr un sistema de producción lo más diversificado posible, de manera tal que existan posibilidades para los consumidores y descomponedores.

Precisamente, en los sistemas agrarios de producción sostenible sobre bases agroecológicas, en que se propician las interacciones entre los diferentes organismos para lograr una sinergia benéfica, dichos organismos no alcanzan regularmente la categoría de plagas como tal, pues se persigue lograr ese equilibrio para dar oportunidades a todos los organismos y no permitir intervenciones que alteren el sistema.

## ¿QUIÉNES SON LOS ORGANISMOS QUE PUEDEN CAUSAR PLAGAS EN LOS CULTIVOS?

Se han denominado como organismos causales de plagas (OCP) u organismos nocivos a las plantas cultivadas (ONPC) aquellos que necesitan de las plantas que se cultivan para su alimentación, los que viven en los tejidos de dichas plantas y los que conviven o las acompañan y que cuando se incrementan sus poblaciones pueden ocasionar afectaciones a dichas plantas.

Los efectos de estos organismos pueden ser variados, pues algunos se alimentan de partes de la planta ocasionándoles lesiones en sus tejidos, como son los insectos (figura 1.1.), ácaros, roedores, aves; otros, en cambio, constituyen microorganismos que causan patologías o enfermedades, como los hongos (figura 1.2.), las bacterias y otros; los hay que compiten con las plantas cultivadas por el espacio o los nutrientes, como las arvenses (figura 1.3.), entre otros. También la importancia de algunos de estos organismos radica en que son vectores, transmisores o portadores de microorganismos que causan enfermedades a las plantas.



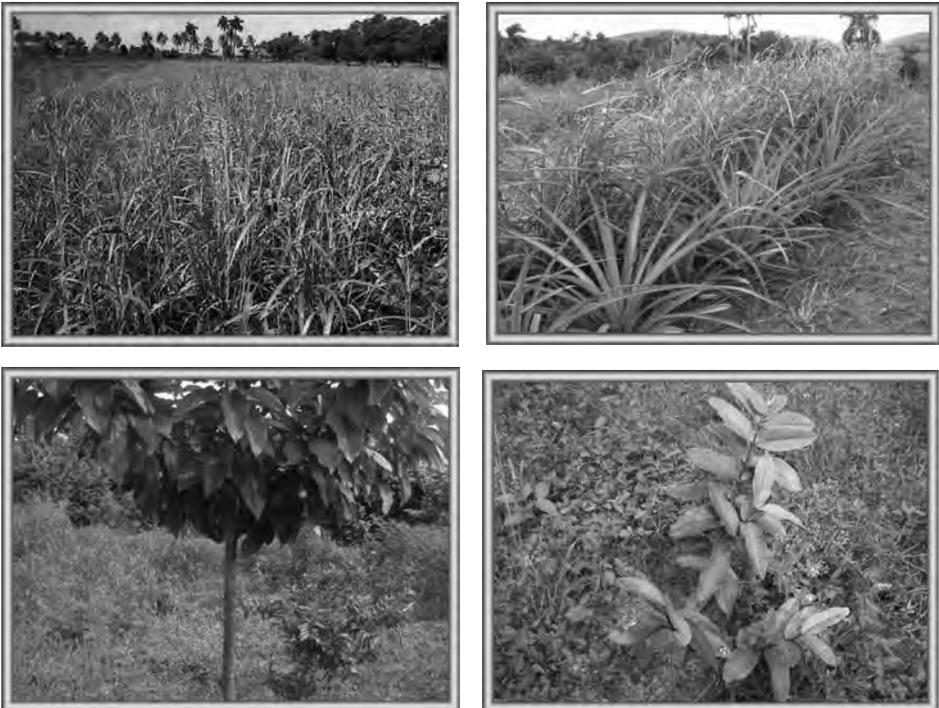
**Figura 1.1.** Algunas lesiones causadas por insectos en plantas cultivadas muestran la magnitud de sus daños. De izquierda a derecha: tetuán del boniato (*Cylas formicarius*), polilla de la col (*Plutella xylostella*), gusano de la mazorca del maíz (*Helicoverpa zea*).

Desde el punto de vista ecológico, los herbívoros, los fitoparásitos y los fitopatógenos necesitan de las plantas para su alimentación o supervivencia, todo esto es parte de las complejas interacciones que existen en los ecosistemas (incluidos los agroecosistemas) y que caracterizan a la llamada cadena trófica, en que se relacionan todos los seres vivos.

Este proceso es el producto de la coevolución de las plantas con el hombre, los animales domésticos, los animales salvajes, los microorganismos, los artrópodos y demás organismos que habitan en cualquier hábitat, bajo una alta influencia del clima y demás factores medioambientales.



**Figura 1.2.** Los hongos fitopatógenos causan enfermedades que pueden resultar muy nocivas a las plantas, como la sigatoka negra (*Mycosphaerella musicola*) en plátanos y la roya del café (*Hemileia vastatrix*).



**Figura 1.3.** Interferencia y competencia de las arvenses con las plantas cultivadas.

Entonces, una planta puede estar afectada por un organismo u otro factor (enferma en un sentido amplio) y esta afectación no ser de importancia para los fines que el hombre le interesa o cultiva dicha planta, es decir, no manifestarse al nivel de intensidad que ocasione pérdidas (plaga).

## ¿POR QUÉ ESTOS ORGANISMOS SE HAN CONVERTIDO EN PLAGAS AGRÍCOLAS?

Desde que se comenzó el cultivo de plantas para la alimentación humana y animal, se inició un proceso de intervención en los ecosistemas naturales, los que paulatinamente se fueron convirtiendo en sistemas modificados (sistemas agrícolas), que condujo a reducción de la biodiversidad que mantenía el equilibrio entre los diferentes organismos que lo habitaban, para predominar las especies de organismos nocivos a las plantas y algunos de sus reguladores naturales, los por supuesto toleraban estas condiciones semi artificiales (campos de un solo cultivo) y las que preferían estas plantas (cultivos).

Es decir, la intensificación del cultivo de plantas ha conducido a que diferentes especies de organismos que se alimentan y viven de las plantas cultivadas, hayan evolucionado para convivir con estas plantas, multiplicarse aceleradamente, desarrollar altas poblaciones y competir con el hombre por sus productos (cosechas), estos organismos son lo que se considera plagas agrícolas.

Se ha demostrado que la manifestación de estos organismos como plagas se ha debido, principalmente, al empleo indiscriminado de plaguicidas sintéticos, ya que estos productos no son totalmente efectivos , y por tanto una parte de la población no es controlada a causa de diversos factores (del producto, de la propia plaga, del cultivo, del ambiente, etc.) y precisamente esa población que no fue afectada o controlada por el producto plaguicida se multiplica y si de nuevo no es afectada, entonces generalmente se desarrolla una nueva población que es resistente a dicho producto, lo que significa que se incrementa y afecta más intensamente al cultivo cada vez que se siembra.

Por supuesto, el desarrollo de la agricultura convencional ha contribuido a la selección de poblaciones resistentes y tolerantes de organismos nocivos a las plantas, pues además del efecto de los plaguicidas antes expuesto, la propia tecnología intensiva también contribuye, principalmente la maquinaria y todo el sistema de preparación del suelo, que ha desequilibrado las poblaciones de los organismos que lo habitan y, no menos importante ha sido la contribución del monocultivo y de variedades mejoradas para respuestas productivas, condición que también favorece la selección de poblaciones de plagas.

Por ello el término plagas es utilizado por los agricultores, los comercializadores, los economistas y la sociedad en general para nombrar

aquellos organismos que dañan sus cultivos y afectan las cosechas de manera que los rendimientos y la calidad disminuyen, causan pérdidas económicas debido a gastos para su control o reducción de las ganancias por la comercialización, lo que significa que el concepto de plaga es más económico-social que biológico.

Generalmente existe la costumbre de considerar plaga solamente a los insectos; sin embargo, cualquier organismo que sea nocivo a las plantas cultivadas y los animales de crianza se considera plaga, sea ácaro, insecto, nemátodo, roedor, ave, molusco, hongo, bacteria, virus, micoplasma, protozoo, alga, arvense, entre otros.

## **¿POR QUÉ ESTOS ORGANISMOS PLAGAS ESTÁN EN LA FINCA?**

Muchos de estos organismos habitan naturalmente en las fincas, otros arriban o se introducen por diferentes vías y los hay que entran y salen según la disponibilidad de alimentos, entre otras causas, lo que obliga al agricultor a luchar permanentemente para reducir sus poblaciones y ataques a los cultivos, generalmente sin éxito, debido a que los métodos que emplean no son totalmente efectivos o tienen efectos colaterales negativos, como es el caso de la afectación de los organismos benéficos, que también son sensibles a dichos métodos de control, todo lo cual provoca un desequilibrio biológico continuo.

Es decir, cuando se siembra un cultivo en la finca, determinados organismos nocivos están ahí, en el suelo (figura 1.4.) o en otras plantas (hospedantes secundarios), esperando a que el cultivo esté apetecible para atacarlo; otros, en cambio, están en otras fincas, muchas veces lejanas, y son atraídos por los olores o el color del cultivo y lo invaden; incluso, algunos son trasladados por las corrientes de aire, pues las delimitaciones de propiedad de las fincas no son un impedimento para estos organismos. También, es conocido que muchos de ellos los introduce el propio agricultor, a través del material de siembra, la materia orgánica, los medios de transporte, entre otras vías.

De manera genera un organismo que se manifiesta como plaga es el estado alcanzado como resultado de un manejo inadecuado del cultivo de plantas, lo que nos indica que si el agricultor logra entender cómo se alcanza este estado y cómo evitarlo o frenarlo, podría contribuir a que menos organismos alcancen esta categoría y simplemente sean componentes de la flora y la fauna de los agroecosistemas. Este es precisamente el propósito del manejo agroecológico de la finca.



**Figura 1.4.** Los nemátodos habitan el suelo y cuando se siembra el cultivo se manifiestan en el sistema radicular y los daños no se aprecian hasta que ya el cultivo está afectado de manera nociva.

Ejemplo: Ataques del nemátodo de las agallas (*Meloidogyne incognita*) en tomate.

## **¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES ERRORES QUE HA COMETIDO EL HOMBRE EN LA LUCHA CONTRA LAS PLAGAS EN LA AGRICULTURA?**

Para resolver los problemas de plagas, los agricultores o productores han adoptado diferentes métodos, la mayoría de ellos relacionados con productos que se aplican y matan o controlan las plagas; pero, estos no son totalmente efectivos.

De hecho, el enfoque de proteger o defender el cultivo de los ataques de las plagas hace mucho tiempo que es considerado erróneo, ya que hay que combatir constantemente cada año las mismas plagas (“la teoría del gato y el ratón”); precisamente porque no conduce a éxitos sostenibles, sino que genera un “ciclo vicioso” del plaguicida, que ha sido muy criticado, porque en vez de resolver el problema lo incrementa o convierte en altamente dependiente de estos productos: la finca, el

cultivo, la plaga y hasta el agricultor se “envician” con el uso de estos productos, al extremo de que no quieren o no entienden que existen otras prácticas que crean menos dependencia.

Los principales errores de este enfoque han sido ampliamente documentados en estudios científicos y muchos de ellos son actualmente ejemplos de lo que se considera “miopía ecológica” para mostrar a los estudiantes y otras personas los fracasos de las “tecnologías intensivas”, “tecnologías verticales” o “tecnologías globalizadas” de la agricultura productivista, ya que no se trata de producciones industriales en ambientes cerrados, sino de producciones de alimentos bajo condiciones naturales en sistemas de producción abiertos.

Los errores de mayor significación en la lucha contra las plagas agrícolas son los siguientes:

**Error 1.** La agricultura es tecnología. Este ha sido el principal error de los diferentes enfoques que han existido en la lucha contra las plagas. La agricultura es primero cultura y luego tecnologías. Esto significa que el cultivo de plantas depende mucho de las tradiciones locales en el orden cultural y tecnológico, así como de la experiencia de los agricultores, por lo que la producción agropecuaria es un sistema complejo, que además incluye los aspectos económicos, sociales y medio ambientales. Una nueva tecnología que pretenda ser introducida debe considerar estas cuestiones.

**Error 2.** Los programas o instructivos nacionales. Los programas o instructivos nacionales de cumplimiento obligatorio limitan las potencialidades del agricultor en sus decisiones para el manejo de la finca. El agricultor necesita información como insumo, y estas pueden ser las tecnologías existentes, recomendaciones de expertos, intercambio con otros agricultores, entre otros, los que pueden ser comunicados al agricultor por diferentes vías. La agricultura es básicamente contextual.

**Error 3.** Aparecieron las plagas. Las “plagas” no “aparecen”, sino que habitan en el suelo y en otras plantas en la propia finca, aunque algunas arriban desde otras fincas, atraídas por el cultivo. No existe ningún “milagro” en la incidencia de plagas, estas invaden el cultivo cuando este les resulta apetecible para su alimentación o adecuado para parasitarlo, lo que significa que estos organismos están estrechamente relacionados con las plantas cultivadas, en algunos casos son hospedantes preferidos y otros secundarios; en muchos casos son su único hospedante. Las plagas están a la espera del

cultivo para alimentarse o desarrollarse en el mismo, al igual que el hombre espera de la cosecha (producto agrícola).

**Error 4.** Controlar las plagas. Este ha sido uno de los principales errores, ya que no se logra el “control” de la plaga, pues quedan individuos de la población que no se ponen en contacto con el producto aplicado y otros se convierten en resistentes o tolerantes a dichos productos; además de los fallos comunes en la calidad de las aplicaciones.

**Error 5.** Proteger el cultivo. El modelo de “protección” o “defensa” de cultivos, que aún predomina en las decisiones y actuación de muchos técnicos y agricultores, además de ser costoso y negativo en el orden medioambiental, se ha demostrado que no es efectivo, ya que las plagas no habitan solamente en los campos cultivados, que es donde se aplican los plaguicidas y son los que se pretenden “proteger”, sino que después de las aplicaciones de estos productos las plagas arriban de nuevo a los campos para alimentarse y reproducirse con facilidad, pues su alimento o sustento preferido es abundante y relativamente libre de competidores.

**Error 6.** Ley del mínimo (Si hay plagas la única opción es el empleo de un producto efectivo para su control). Este ha sido también un grave error de los técnicos que actúan como fitoproteccionistas, al desconocer que existen muchísimas otras prácticas y métodos al alcance del agricultor que también actúan contra las plagas o reducen su incidencia en los cultivos.

**Error 7.** La anti-biodiversidad. El enfoque de “proteger” el cultivo no permite que haya insectos u otros organismos en los cultivos, pues los campos deben estar “limpios” de plagas. También plantea que los alrededores de los campos deben estar limpios de malezas y otras plantas. Es bien conocido que todos los organismos que habitan en los campos y sus alrededores no son plagas. Eliminarlos a todos reduce los servicios ecológicos de la biodiversidad en los agroecosistemas.

**Error 8.** La sustitución de insumos. Si no puedo utilizar productos químicos los sustituyo por biológicos. Se reconoce que esto es bueno inicialmente para contribuir a que el agricultor entienda que hay otros tipos de productos; pero puede conducir al mismo ciclo vicioso que se generó con el uso indiscriminado de los plaguicidas químicos. La sustitución de productos químicos por biológicos como única opción es un error grave, de múltiples implicaciones.

**Error 9.** La artificialización de las variedades. Los ejemplos más conocidos son el mejoramiento genético para altos rendimientos

y las variedades transgénicas. Ya se conoce que estas variedades son muy atractivas para los productores, debido a que se expresa en incrementos de los volúmenes de producción a causa de la tecnología acompañante (preparación del suelo, fertilizantes, sistemas de riego, mecanización de labores, etc.) y del efecto psicosocial que se crea cuando se divulga como una “supervariada” que va a “resolver” el problema; sin embargo, los costos de producción y ambiental son elevados y muchas veces no considerados en los análisis de estas variedades.

## **¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES TIPOS DE AGRICULTURA EN EL ORDEN TECNOLÓGICO Y CUÁL ES SU RELACIÓN CON EL MANEJO DE PLAGAS?**

Toda la agricultura es no igual. En la agricultura existen diferentes enfoques tecnológicos, los que definen las estrategias y las tecnologías que emplean los agricultores, y por tanto deben ser considerados para los programas de investigación e innovación tecnológica, así como en la capacitación que se realice con los técnicos y los agricultores.

La lucha contra las plagas no se realiza de la misma forma en los diferentes tipos de agricultura, incluso cuando solo se utilizan plaguicidas hay que considerar estas diferencias.

Básicamente son los siguientes:

- **Agricultura intensiva o convencional (productivista):** Se caracteriza por el cultivo para la producción en grandes extensiones, para facilitar la mecanización, la aplicación de agroquímicos y la cosecha, entre otros aspectos. Los recursos se planifican y se adquieren, pues se aprovechan muy pocos los que genera el propio sistema. Una variante de este enfoque para la pequeña escala son los cultivos protegidos y los organopónicos. Se implementa el control biológico como sustitución de insumos. Es la agricultura que favorece el monocultivo y el centro de atención es el campo cultivado. Es la que más se diferencia de los ecosistemas naturales. Las tecnologías son transferidas o implementadas verticalmente. Por supuesto, en la práctica se aprecia que también han adoptado algunas prácticas de los otros enfoques. Desde el punto de vista ecológico son sistemas simples. La actuación de las personas es como productores.
- **Agricultura campesina (indígena, tradicional):** Es propia de los pequeños y medianos agricultores. También se aprecia en la

agricultura familiar. Los campos son de diversas dimensiones y formas, el manejo se realiza básicamente a nivel de la finca o sistema de producción, con una mayor integralidad en el aprovechamiento de los recursos que genera el propio sistema. Es una agricultura diversificada, que desarrolla procesos muy similares a los que suceden en los ecosistemas naturales. Las tecnologías son básicamente adaptadas y tradicionales. Desde el punto de vista ecológico son sistemas medianamente complejos. La actuación de las personas es como agricultores.

- Agricultura agroecológica (sostenible): Tiene como base científica la Agroecología. Se favorece el máximo aprovechamiento de los recursos locales y la sinergia de los procesos a nivel del agroecosistema. Es una agricultura contextualizada, que propicia la innovación local y el diálogo entre agricultores. Su estrategia es el manejo del sistema de producción o la finca, mediante prácticas que favorezcan su complejidad (agroforestería, silvopastoriles, policultivos). Adopta el control biológico y la nutrición orgánica de manera óptima. Se aprecian ejemplos de este enfoque tecnológico en fincas integrales y otras. Desde el punto de vista ecológico son los sistemas de mayor complejidad. La actuación de las personas es como agricultores.

Precisamente, en los últimos años se está haciendo énfasis en las diferencias entre estos sistemas (figura 1.5.), para argumentar las ventajas del sistema agroecológico en contraste con el convencional o intensivo, que ha llegado a su límite económico y ecológico.



**Figura 1.5.** La agricultura convencional (izquierda) desarrolla sistemas de cultivos simples (grandes extensiones de un solo cultivo); en cambio, la agricultura sostenible (derecha) realiza sistemas de cultivos complejos (policultivos).

## ¿QUÉ FACTORES CONTRIBUYEN A QUE ARRIBEN POBLACIONES DE PLAGAS A LOS CAMPOS DE CULTIVOS?

Una parte de los organismos nocivos a los cultivos habitan en la finca, otros arriban por diferentes vías e, incluso, algunos salen o emigran hacia otras fincas cercanas.

Por ello es importante conocer bien los factores que contribuyen a estos procesos, para realizar las prácticas necesarias para reducir el éxito de las plagas en sus afectaciones a los cultivos.

Población potencial. Este es el factor de mayor importancia, ya que se trata del número de individuos o la intensidad con que se manifiesta la población del organismo nocivo en el cultivo hospedante donde se encuentra la fuente de infección o infestación más probable, que pueden ser las siguientes:

- Una parcela o campo que esté sembrado con un cultivo hospedante. Esto es más peligroso si dichos cultivos se siembran durante todo el año.
- Los hospedantes secundarios que sustentan poblaciones, muchas veces presentes en áreas poco atendidas o abandonadas de la finca, incluyendo las plantas arvenses.
- Los restos de cosecha, que pueden ser: plantas que crecen o quedaron vivas en el campo, restos de cosecha en la superficie del suelo, restos de la planta en el suelo.
- También la población de estos organismos que habitan y sobreviven en el suelo, de diferentes formas.

Distancia entre el cultivo y la fuente de infección. Las fuentes de infección o infestación más comunes son los campos colindantes o cercanos de edades mucho mayores o ubicados en dirección favorable de los vientos, de caminos de acceso o por donde pasa primero el canal de agua para riego, entre otros elementos que favorecen la dispersión.

Potencial biótico del biotipo o raza. Es el potencial reproductivo o de multiplicación. Las especies de organismos nocivos en su proceso evolutivo dan origen a razas o biotipos, con mayor capacidad reproductiva o virulencia, facultades que les confieren una rápida invasión al cultivo y el aceleramiento de las afectaciones y daños consecuentes.

Nivel de competencia existente. Cuando el organismo que invade el cultivo encuentra su nicho ecológico ocupado por otro, por lo general se

deprimen sus poblaciones o simplemente se lo reparten o comparten, pudiendo existir casos de desplazamiento de la especie existente. Desde luego, esto depende del nivel de población y daños existentes, su potencial biótico, entre otros factores.

Cuando el órgano de la planta preferido está libre de competidores, entonces se debe esperar un mejor establecimiento y mayores afectaciones.

Sobre este particular existe diversidad de comportamientos, que se relacionan con las interacciones entre organismos o relaciones tróficas, muchas veces poco conocidas por el hombre y que determinan el nivel de afectación de una plaga que invade el cultivo.

Población y diversidad de reguladores naturales. Los reguladores naturales, enemigos naturales u organismos antagónicos pueden afectar el establecimiento de las plagas en un cultivo. Para que ello ocurra deben existir en el campo en el momento de la invasión o arribar posteriormente, todo lo cual depende de diversos factores.

Por tanto, el nivel de regulación que se logre estará influenciado en gran medida por los atributos biológicos y ecológicos de estos organismos y por la realización previa de prácticas de conservación por parte del agricultor.

Grado de atracción que ejerce el cultivo. La atracción que ejerce el cultivo dependerá en gran medida de su densidad, cantidad, distancia y de la ubicación; pero también existen estímulos visuales y estructurales de la planta cultivada, así como olores que estas emanan, que muchas veces deciden la atracción o repulsión de un organismo nocivo.

Estos factores por supuesto son muy diferentes para los organismos causantes de enfermedades con respecto a los artrópodos herbívoros e incluso las plantas arvenses.

Susceptibilidad o preferencia. Todas las especies y variedades de plantas cultivadas no son igualmente preferidas por las plagas y la susceptibilidad a sus ataques se muestra diferente.

Aquí es importante apuntar que estos factores pueden variar respecto a otra localidad o condiciones climáticas diferentes, entre otros elementos muchas veces no predecidos por los fitomejoradores.

Calidad y cantidad del hospedante. El elemento nutritivo que aporta el cultivo es esencial para la supervivencia y desarrollo de plagas, en esto

se basan algunos mecanismos de resistencia en variedades mejoradas. Además, si la planta está bien nutrida y atendida, podrá soportar mejor el ataque.

También es esencial la concentración del hospedante, pues en policultivos las plagas monófagas encuentran condiciones menos favorables para su arribo y establecimiento que en monocultivos. Mucho de los graves problemas de plagas son atribuidos a grandes extensiones de monocultivo.

Diversidad trófica. La diversidad de plantas en espacio y tiempo es un factor determinante en el arribo y establecimiento de plagas. Los mosaicos de cultivos, campos pequeños, cultivos asociados, las rotaciones y otros arreglos espacio-temporales, obstaculizan el arribo y establecimiento de plagas.

Las barreras perimetrales y la combinación de árboles en áreas cercanas a cultivos anuales tienen un gran efecto sobre estos organismos. Es decir, la diversidad vegetal en la finca es un factor de gran importancia en la ocurrencia de poblaciones de plagas.

Período y ciclo de cultivo. La fecha de siembra y cosecha, así como la fenología del cultivo constituyen factores esenciales en el arribo, establecimiento y desarrollo de plagas e incluso en la inmigración.

La manipulación de estos factores ha sido muy exitosa en la mitigación de problemas de plagas, por la alta relación que existe entre ellas y el ciclo del cultivo. Factores climáticos y otros de carácter local, determinan los períodos de cultivo más apropiados para minimizar los ataques de plagas.

Tecnología del cultivo. Una correcta aplicación de la tecnología del cultivo y la selección de las labores adecuadas a las condiciones locales pueden contribuir significativamente a disminuir el desarrollo de las plagas.

Los sistemas de riego y de aplicación de fertilizantes y plaguicidas pueden contribuir a la diseminación de plagas, al igual que los medios de transportación de los trabajadores agrarios.

Propiedades del suelo. El suelo es el sustento de las plantas cultivadas y también de una comunidad de organismos, beneficiosos y perjudiciales. Existen suelos que favorecen la sobrevivencia de poblaciones de organismos nocivos y otros son supresores de estos, todo lo cual está relacionado con sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Condiciones climáticas. Influyen en las plagas y en todos los factores antes referidos. Cuando los cambios en el clima son predecibles, se pueden manejar muchos problemas de plagas, principalmente los causados por fitopatógenos.

## **¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES VIAS DE DISPERSIÓN DE POBLACIONES DE PLAGAS?**

Este es uno de los principales elementos ecológicos que deben conocerse en el manejo de plagas, ya que la mayoría de los organismos causales de plagas no son nativos, sino que se han introducido en el país, la región y la finca, desde las fincas cercanas, otras localidades y regiones e incluso desde otros países.

Ciertas especies de organismos causales de plagas se introducen y luego “desaparecen”, lo que puede suceder debido a que son especies migratorias (se desplazan por su vuelo en determinadas épocas o bajo ciertas condiciones), o se introducen y bajan sus poblaciones debido a prácticas supresoras, otras se introducen pero no encuentran las condiciones propias para su establecimiento (hospedantes, características del suelo, etc.), entre otras situaciones que son particulares de cada región agrícola.

También es importante conocer que existe un flujo permanente de poblaciones de organismos causales de plagas; es decir, que entran y salen de la finca o sistema de producción, muchas veces por sus propios medios o favorecidas por eventos del clima o el hombre.

Este flujo de poblaciones contribuye además a la dispersión de razas y ecotipos, los que pueden tener diferentes comportamientos, como puede ser ante los plaguicidas, las variedades y las tecnologías de cultivo, lo que muchas veces sorprende al agricultor.

Las principales vías de dispersión de poblaciones de organismos causales de plagas son las siguientes:

Características de la especie: Que le permite dispersarse por sus medios de locomoción, lo que generalmente sucede con los insectos, cuyas poblaciones de adultos generalmente se desplazan mediante el vuelo, a distancias que dependen de la especie, las corrientes superficiales de aire que las favorecen y la atracción de los cultivos.

Corrientes de aire (viento): Las corrientes superficiales de aire contribuyen a la dispersión local de poblaciones de plagas, dentro de un campo, entre

campos y entre fincas cercanas (insectos, ácaros, semillas, esporas de hongos, etc.); en cambio, los vientos de ciclones y huracanes son capaces de dispersar poblaciones de plagas desde otras regiones del país y desde países cercanos (principalmente insectos adultos, insectos en los órganos de la planta (hojas, frutos) y fitopatógenos, también en los órganos de la planta infectada. Esta última vía de dispersión de plagas obliga a realizar observaciones con posterioridad a dichos eventos. Por eso son muy importantes las cercas vivas y las cortinas rompevientos.

Aves: Principalmente, las aves migratorias, las que pueden trasladar en sus plumas o excrementos determinadas especies de semillas y otros organismos. Por ello es importante conocer si por la finca hay rutas de desplazamiento de estas aves y si se posan en los árboles de manera transitoria.

Trasiego de animales: Principalmente los que se emplean para la transportación, personal y mediante carretones, los que se emplean para la tracción de implementos y equipos, que son los que más se desplazan hacia o desde la finca y por su interior. Los animales dispersan poblaciones de plagas adheridos en el suelo que se mantiene en las patas (nemátodos, arvenses y fitopatógenos) y en su pelambre (insectos y ácaros). También, ciertas especies de arvenses sobreviven al proceso de digestión de ciertos animales y esto contribuye a la dispersión de sus semillas.

Trasiego de personas: Son diversas las formas en que las personas pueden trasladar poblaciones de plagas, aunque principalmente son más frecuentes las suelas de los zapatos (nemátodos, arvenses y fitopatógenos) y las ropas (insectos y ácaros). Es muy usual que los agricultores permitan el trasiego de personas ajenas a la finca; sin embargo, este es un gran error por los riesgos de introducción de especies de organismos que no existen en los suelos de la misma.

Desplazamiento de equipos: Principalmente el suelo que se adhiere a las ruedas o se deposita en el piso. También en restos vegetales sobre el piso en el caso de los equipos de carga (arvenses, nemátodos, fitopatógenos, insectos, ácaros).

Traslado de implementos agrícolas: En el suelo que se adhiere a las ruedas o se deposita en sus estructuras, principalmente en los arados (arvenses, nemátodos, fitopatógenos, insectos, ácaros).

Abonos orgánicos: Los abonos que no se han elaborado correctamente, principalmente el compost, puede ser portador de plagas en general;

pero, si son elaborados de acuerdo a su procedimiento, no tienen riesgo. Muchas veces se elaboran correctamente, pero sobre el suelo de cultivos infestados (debajo de arboledas, en campos de frutales, en platanales, etc.) y al cargarlos se llavan las plagas junto con el suelo (nemátodos, fitopatógenos, arvenses). También, los abonos elaborados con excretas de animales, cuando estas son portadoras de semillas de arvenses que sobreviven a la digestión de dichos animales. Cualquier otra materia que se utilice como abono, como por ejemplo la turba, donde habiten poblaciones de nemátodos y otros organismos. El análisis fitosanitario de los abonos orgánicos es fundamental, principalmente para detectar nemátodos (figura 1.6.).



**Figura 1.6.** La incorporación de abonos orgánicos al suelo tiene muchísimas ventajas agronómicas, pero constituye un riesgo de introducción de plagas del suelo, principalmente nemátodos y malezas, por ello debe realizarse bajo un estricto cumplimiento de las buenas prácticas.

**Semillas:** Las semillas, sean botánicas o agámicas, son potencialmente portadoras de fitopatógenos y otras plagas. Por ello hay que exigir el análisis de calidad, principalmente las que son importadas, que pueden introducir plagas exóticas. Las semillas agámicas que se producen en otras fincas, sean cercanas o de otras regiones, son muy peligrosas porque pueden introducir poblaciones de plagas que afecten su germinación y el desarrollo del cultivo (nemátodos, fitopatógenos). Cuando se utilizan plántulas de semilleros y viveros, debe hacerse una selección previa a su traslado para desechar las que estén afectadas por plagas y, si fuera posible, realizar un tratamiento para garantizar su sanidad.

**Sustratos para cultivo:** Cuando se cultiva en bolsas para viveros, en bandejas plásticas para semilleros y en otros sistemas especiales de producción de material de siembra, el sustrato puede ser una vía de introducción de plagas al sistema, principalmente nemátodos, hongos y bacterias fitopatógenos. Por ello este debe ser seleccionado de lugares previamente analizados o sometidos a procesos de desinfección segura.

Corrientes de agua para riego: Los canales de sistemas de riego territoriales constituyen una vía importante de diseminación de poblaciones de plagas, sean semillas de arvenses, insectos, ácaros, esporas de microorganismos y otros. Es importante entender que estos canales circulan el agua a grandes distancias, por lo que atraviesan o pasan cerca de las diferentes fincas. Cuando el canal maestro pasa por una finca es mayor el riesgo que cuando esta se abastece del mismo mediante un canal secundario.

Corrientes de agua y suelo (erosión hídrica, drenaje): El desplazamiento de agua sobre la superficie del suelo es una vía de dispersión de poblaciones de nemátodos, hongos, bacterias, arvenses, insectos, ácaros y otros organismos nocivos a las plantas.

Productos cosechados: El producto agrícola es un órgano de la planta, y por tanto es portador de organismos causales de plagas y constituye una de las principales vías de diseminación de plagas. Esto es más significativo para productos que se van a almacenar para consumirlos o utilizarlos posteriormente, como es el caso de los granos. Muchas plagas de la semilla botánica se presentan en el campo durante la etapa final y luego continúan afectando en los almacenes, tanto en las gramíneas como en las leguminosas.

## **¿QUÉ DEFENSAS HAN DESARROLLADO LAS PLANTAS CONTRA LAS PLAGAS AGRÍCOLAS?**

En su desarrollo evolutivo las plantas desarrollan determinados mecanismos de defensa, que las protegen de los efectos de factores adversos que actúan en su hábitat, sean de origen abiótico (climatológicos) o bióticos (organismos). Entre estos últimos se encuentran los organismos causales de plagas, sean los que les ocasionan enfermedades (fitopatógenos), los que se alimentan de sus estructuras (fitófagos) o que viven sobre o dentro de ellas (fitoparásitos), entre otros.

Estas defensas pueden ser internas o externas, pueden ser totalmente de la planta o producto de interacciones o asociaciones con otros organismos que han coevolucionado con dichas especies de plantas. De esta forma, las defensas naturales de las plantas pueden ser de expresión física, química, biológica o fisiológica.

Si analizamos detenidamente estos tipos de defensas, podemos encontrar innumerables ejemplos, algunos de ellos ya aprovechados en el manejo de plagas, como los siguientes: los productos biocidas de origen botánico,

algunos caracteres en el mejoramiento genético, las asociaciones con micorrizas, las propiedades alelopáticas, las propiedades repelentes, entre otras. Por supuesto, existen defensas que han desarrollado las plantas que esperan ser estudiadas para su utilización práctica.

Precisamente, el entendimiento de que las plantas en su proceso evolutivo han desarrollado determinados mecanismos de defensa o adaptación, contribuye a que el agricultor haga arreglos de los cultivos y otras plantas en la finca, para favorecerlas.

Defensas biológicas. Las defensas biológicas están expresadas en las relaciones simbióticas entre las plantas y otros organismos, en que ambas especies se benefician, principalmente las siguientes:

- Sustento de reguladores naturales de plagas (predadores, parasitoides, parásitos, patógenos). Las plantas contribuyen a su alimentación (polen, secreciones azucaradas, etc.), como refugio (estructuras del follaje) y como reguladora del microclima. El agricultor puede potenciar estas interacciones cuando incrementa la diversidad de plantas cultivadas y cuando realiza arreglos en espacio y en tiempo de cultivos (rotaciones, asociaciones, intercalamientos, barreras, etcétera).
- Sustrato de microorganismos epifíticos. Protegen a las plantas de otros organismos, de los agroquímicos, de los contaminantes atmosféricos, del clima, etc. Son microorganismos que viven asociados en la superficie de los órganos de la planta. Muchos de estos se desarrollan ante la existencia de heridas realizadas por herbívoros, microorganismos, elementos físicos, agroquímicos, etc. Aún estas relaciones no son suficientemente explotadas en función de incrementar las defensas de las plantas, excepto las micorrizas y las bacterias fijadoras de nitrógeno. Las micorrizas contribuyen al desarrollo de las plantas porque favorecen la asimilación de nutrientes del suelo, tienen efecto como barrera (mecánico) y antibiosis ante ciertos organismos nocivos que atacan a las raíces (nematodos, fitopatógenos). Las bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*, *Rhizobium*, *Azospirillum*) contribuyen a la nutrición de las plantas al fijar el nitrógeno atmosférico.

Defensas fisiológicas. Las defensas fisiológicas están relacionadas con el desarrollo de la planta y su metabolismo, principalmente las siguientes:

- Asincronía fenológica. La asincronía entre el estado fenológico de la planta y el organismo nocivo. Es una defensa natural que las plantas

explotan ante determinadas plagas en dos direcciones principales: la primera por el hecho de que las diferencias fenológicas están asociadas a cambios morfológicos, bioquímicos, etc. y la segunda se expresa en la duración, adelanto o retardo de la ocurrencia en los cambios de fenofases. Estas defensas también han sido utilizadas por el hombre en el manejo del cultivo.

- Estado nutricional de la planta (trofobiosis). El efecto general sobre los organismos nocivos de las plantas está determinado porque una planta mal nutrida es más sensible a estos organismos y viceversa. Existen otros efectos que se relacionan con determinados organismos nocivos, como es la relación entre estos y el déficit o el exceso de algún elemento químico. Se ha acumulado bastante información sobre la relación entre el estado nutricional de las plantas y ciertos organismos nocivos; en algunos cultivos esta es una táctica para su manejo, principalmente porque hay herbívoros, fitoparásitos y fitopatógenos que se manifiestan más agresivos ante la deficiencia o exceso de determinados nutrientes. Hay un consenso en que lo más importante es que la planta esté bien nutrida durante todo su desarrollo, porque de esta forma estará más preparada para soportar los ataques de cualquier organismo nocivo.
- Presencia de enzimas. Las plantas pueden segregar enzimas que inhiben la digestión de algunos herbívoros al alimentarse de ellas.

Defensas químicas. Se basa en las sustancias químicas sintetizadas por el metabolismo secundario de las plantas o aleloquímicos y que afectan a otros organismos (alelopatía). Estas son las defensas más estudiadas, porque precisamente han sido utilizadas para identificar y sintetizar moléculas con efectos útiles para el manejo de los organismos nocivos, como son los plaguicidas, las feromonas, los reguladores de crecimiento, entre otros.

- Inhibición de otras plantas (alelopatía). Provocada por la liberación de sustancias químicas por las plantas, a través de sus tejidos vivos o muertos. Cuando estas sustancias son emitidas por las plantas (aleloquímicos) pueden tener efectos negativos sobre la germinación, crecimiento, etc., como es el caso de las malezas. Estas sustancias pueden ser emitidas por exudación del sistema radical, por lavado de las partes aéreas o por descomposición de órganos de la planta. Un caso de alelopatía es la biofumigación, que es aprovechar la descomposición de órganos de la planta, pero que se incorporan al suelo y durante este proceso generan sustancias gasificadas de efecto biocida sobre diversos organismos del suelo, propiedad que tienen las especies del género *Brassica*.

- **Varietades.** Algunos organismos asociados a las plantas como los herbívoros, fitoparásitos, fitopatógenos, etc. no las atacan o se deprime su desarrollo por efecto de alguno de sus componentes químicos. Las variedades de plantas que tienen determinados compuestos son resistentes a dichos organismos causales de plagas.
- **Alomonas.** Las plantas tienen la facultad de producir y almacenar un amplio número de compuestos metabólicos secundarios que varían en su biosíntesis, concentración y localización de acuerdo con cada especie. Estos compuestos predominantes tienen función protectora porque repelen insectos, bacterias, algas, hongos, etc. (alomonas de repelencia). También las que evitan la alimentación u oviposición de los herbívoros (alomonas disuasivas). Otras interrumpen el crecimiento y desarrollo (antimicrobianos o antibióticos). Los compuestos antimicrobiales que se acumulan en grandes concentraciones después de una infección fúngica o bacteriana y ayudan a la planta a limitar el desarrollo del patógeno invasor y se conocen como fitoalexinas. Las alomonas que interrumpen comportamiento de selección (antixenóticos).
- **Kairomonas.** Segregadas por las plantas en respuesta al ataque de los herbívoros, que contribuyen a la actividad de los organismos benéficos (reguladores de organismos nocivos a las plantas), al atraerlos. También interrumpen la oviposición y alimentación de los herbívoros (fagoestimuladores)
- **Apneumonas.** Señales emitidas por órganos muertos de la planta (frutos podridos en el suelo, etc.) que contribuyen a la actividad de los predadores o parasitoides de herbívoros.
- **Sinomonas.** Son mutuamente beneficiosas para quien la emite (la planta) y el receptor, como puede ser un biorregulador de herbívoros.
- **Biocidas.** La presencia de algunas sustancias con propiedades biocidas ha motivado que se realicen preparados con los órganos de la planta y se empleen para combatir los organismos causales de plagas (los conocidos biopreparados botánicos).

**Defensas físicas.** Las defensas físicas son todas aquellas propiedades que contribuyen a repeler o evitar los organismos nocivos (antixenosis). Muchos de estos mecanismos de defensa se han empleado en el mejoramiento genético y otros en los policultivos, estos últimos aún insuficientemente utilizados por el agricultor.

- Morfológica. Tricomas o pelos, espinas, ceras, estructuras glandulares, longitud de estigmas, lignificación de paredes celulares, hojas coreáceas. Diferentes estructuras o características externas de los órganos de la planta, que han sido aprovechadas en el mejoramiento genético.
- Estructura de la planta. La propia arquitectura de la planta tiene efectos sobre el microclima y sobre los organismos nocivos.
- Asociación de plantas. Cuando se realizan arreglos o asociaciones de plantas (policultivos) se pueden lograr efectos negativos (repelencia, desorientación, etc.) sobre los organismos nocivos o efectos beneficiosos sobre los biorreguladores de estos. También influyen sobre el microclima, favoreciendo el desarrollo de las plantas.

Como se aprecia, algunas de estas defensas son insuficientemente empleadas y tienen muchas perspectivas para el manejo de plagas, mediante prácticas que pueden realizar los agricultores.

## 2. MANEJAR LA FINCA COMO SISTEMA

El manejo agroecológico de la finca significa actuar sobre las causas por las cuales los organismos nocivos a las plantas se convierten en plagas y afectan a los cultivos cada vez que se siembran, por ello es importante entender que la finca hay que manejarla como un sistema, precisamente para reducir las causas de la manifestación de las plagas.

Esto es básico y constituye una parte importante del éxito en la supresión de poblaciones de plagas, que lamentablemente no es considerado en los sistemas de producción intensivos y mucho menos en los monocultivos.

### **¿QUÉ ES EL ENFOQUE DE SISTEMAS EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA?**

El enfoque de sistema en la producción agropecuaria reconoce que la agricultura se desarrolla en sistemas agrícolas, que son territorios con determinadas características biofísicas y sociales comunes; de igual forma considera que la producción agropecuaria se realiza básicamente en sistemas de producción o predios (fincas), los que pueden estar agrupados en organizaciones de diferentes tipos (empresas, cooperativas, granjas, etc.), todos interactuando con los sistemas de asistencia técnica, proveedores de insumos, sistemas de educación, sistemas de comercialización y con la población rural en general, de manera que la producción agropecuaria es multifuncional, precisamente por los efectos diversos resultantes de las diferentes interacciones que ocurren en dichos sistemas.

Como veremos más adelante, para entender que el manejo de plagas no es correcto realizarlo mediante el “control” o “combate” de las mismas como única opción, sino que lo racional es actuar sobre las causas por las cuales estos organismos se introducen en la finca, se multiplican y atacan a los cultivos, es importante conocer lo que se nombra enfoque de sistema.

Cuando las plagas se manejan con este enfoque, lo que hacemos no es más que analizar y actuar de manera integrada, considerar la finca como un todo, cuyas partes están relacionadas y no independientes.

Un ejemplo para explicar el enfoque de sistema en el manejo de plagas: una poda no solamente influye en la arquitectura y desarrollo de un árbol, sino que también disminuye poblaciones residuales de plagas que están

en las ramas enfermas o secas; pero también tiene efectos negativos sobre la biodiversidad, especialmente los reguladores naturales de plagas que habitan en dicho árbol, debido a que se produjo una perturbación de su hábitat. Por otra parte, una poda cambia la arquitectura de la planta lo que contribuye a que los plaguicidas que se apliquen sean más efectivos. Por ello en los frutales una práctica de manejo de plagas es la poda, pero no total, sino escalonada y considerando estos múltiples efectos.

Otro ejemplo: Cuando aplicamos un producto plaguicida, efectuamos un riego por aspersión, realizamos una práctica cultural, entre otras intervenciones en los campos de cultivo, se produce una alteración o perturbación en las poblaciones de organismos que habitan dicho campo, principalmente la de insectos adultos, sean plagas o no, reguladores naturales, polinizadores, entre otros; inmediatamente que esto se produce, una parte de la población de dichos insectos trata de refugiarse en las arvenses o fuera de los campos (plantas arvenses que crecen en los alrededores, cerca viva, etc.); pero, si estas plantas de refugio no existen, dichas poblaciones se afectan, principalmente las de reguladores naturales y polinizadores. Esta es una de las causas por las cuales se recomiendan las barreras vivas, la cerca viva y los ambientes seminaturales en las fincas.

Cuando hacemos algo en la finca los efectos son diversos, unos directos y otros indirectos, muchos de ellos no perceptibles de inmediato, pero que constituyen todo un sistema complejo de interacciones y sinergismos que pueden ser beneficiosos o perjudiciales para el manejo de plagas.

## **¿POR QUÉ LAS PLAGAS HAY QUE MANEJARLAS CON ENFOQUE DE SISTEMA?**

La necesidad del enfoque de sistema en el manejo de la finca para suprimir poblaciones de plagas se sustenta en lo siguiente:

- Las plagas y sus reguladores naturales no están solamente en los campos cultivados y sus alrededores, sino que habitan en la finca o sistema de producción, y por tanto interactúan con la vegetación existente, sea cultivada o no.
- Por otra parte, el área donde habitan las plagas no es solamente la finca, sino en el sistema agrícola o territorio agrario, por lo que su manejo debe ser conducido también a este nivel.
- Las tecnologías de cultivos y todas las prácticas que se realizan en la finca o a nivel de la región agrícola, sean a los cultivos o no, tienen efectos sobre la ocurrencia de plagas.

Por ello se considera un criterio limitado o reduccionista concentrarse únicamente en atacar la plaga directamente o proteger el campo cultivado, ya que una parte de la población habita otros sitios fuera de los campos o parcelas de cultivos e incluso en fincas vecinas y cercanas.

Es importante conocer que el enfoque de sistemas se aplica al manejo de plagas en los diferentes niveles de decisiones, que son básicamente los siguientes:

- El campo o parcela cultivada. Las acciones o medidas, la ejecución de las prácticas. El cumplimiento de las Buenas Prácticas Fitosanitarias (BPF).
- El sistema de cultivo. Las decisiones tecnológicas del agricultor, los métodos de lucha contra las plagas acorde a la tecnología de cultivo.
- La finca (sistema de producción). Las decisiones del agricultor sobre el manejo de la finca como sistema de producción, de acuerdo a su experiencia y recursos disponibles.
- El municipio. Para las regulaciones, financiamiento, adquisición de insumos y el acceso al mercado, entre otros.
- El territorio (sistema agrario). La gestión fitosanitaria a nivel del sistema agrícola, que es conducido por estaciones u otras unidades territoriales de servicios, capacitación e innovación.
- La región (provincia). El cumplimiento de las políticas y regulaciones nacionales. La organización local de la capacitación y la extensión agraria y otras. El sistema de uso de plaguicidas.
- El país. Las regulaciones nacionales, los compromisos internacionales, las políticas agrarias y medioambientales, los sistemas de enseñanza, capacitación y extensión, las políticas y decisiones sobre plaguicidas, entre otros.

La armonía e integración cooperada de las personas que actúan en cada nivel, podrá conducir a éxitos en la reducción de las afectaciones por plagas, aunque se considera que al nivel de la finca (agricultor) y del sistema agrario o territorio es donde las decisiones tendrán mayor repercusión.

## ¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES EXPERIENCIAS DE CUBA EN EL MANEJO DE PLAGAS CON ENFOQUE DE SISTEMA?

Por ello la gestión fitosanitaria en los sistemas agrícolas de Cuba se ha desarrollado como una gran experiencia, bajo el protagonismo de las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP), que se sustenta en los componentes siguientes:

- Educación para la sanidad vegetal (conocer y entender la sanidad vegetal como un sistema, dirigida a agricultores, extensionistas, decisores, estudiantes y la población en general y capacitación (aprender tecnologías específicas y dirigidas a técnicos y agricultores).
- Servicios técnicos especializados (diagnóstico, vigilancia de plagas, señalización de plagas, uso de plaguicidas químicos y biológicos, certificación de semillas y otros).
- Manejo territorial de plagas (componentes que se manejan al nivel del sistema agrario).
- Producción local de insumos (coordinaciones y asesoramiento para producciones locales de controladores biológicos y otros).

Precisamente, en los últimos 40-50 años los cambios ocurridos en la agricultura cubana han reducido los impactos negativos de los procesos productivos intensivos y se han incrementado los servicios ambientales, como consecuencia de haber realizado transformaciones a favor de la diversificación, primero al pasar del monocultivo en propiedades extensas (principios de los años sesenta del pasado siglo) a las grandes empresas estatales especializadas (hasta principios de los años noventa) y hacia la agricultura diversificada con el desarrollo del movimiento cooperativo y la agricultura urbana, entre otros, hasta la actualidad en que se han desarrollado los diferentes tipos de agricultores, con una reducción sustancial del número de fincas administradas por grandes empresas estatales, todos con efectos acumulativos en la reducción de la ocurrencia de plagas y el incremento de los reguladores naturales.

El sistema agrario es una escala muy importante, principalmente por las potencialidades que tiene el manejo de la biodiversidad, por los aportes de los agricultores en tecnologías tradicionales y procesos de innovación y por las necesidades de la educación fitosanitaria, entre otras.

Más recientemente se está incrementando a escala nacional el modelo de fincas para la producción agropecuaria, que antes solo se realizaba en el sector cooperativo campesino, lo que tiene efectos directos de

gran importancia en la reducción de poblaciones de plagas, lo que constituye un magnífico ejemplo de enfoque de sistema en la producción agropecuaria.

## **¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES EFECTOS DE LA TRANSFORMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA DE INTENSIVA A SOSTENIBLE SOBRE EL MANEJO DE PLAGAS?**

La transformación de los sistemas agrícolas de intensivos a sostenibles, constituye un proceso complejo, ya que involucra a todas las funciones de la producción agropecuaria en el contexto del manejo sostenible de tierras.

Esto significa que las políticas agrarias, económicas, medioambientales, de calidad, de comunicación, de innovación, de educación y otras, tienen una estrecha relación con los cambios que sucedan en los sistemas de producción.

Por ello, todo debe realizarse con enfoque de sistema, para favorecer los sinergismos que se requieren en dicho proceso, lo cual es decisivo en los diferentes niveles de decisiones y actuación.

La transformación hacia la diversificación de las producciones tiene repercusiones económicas, sociales, tecnológicas y ecológicas; es decir, los efectos se manifiestan en diferentes niveles, pero los resultados no se aprecian de inmediato, ya que dichos cambios deben suceder primero en la percepción de las personas (docentes, científicos, especialistas, directivos, técnicos, agricultores, etc.), para que repercutan paulatinamente en las fincas y las regiones agrícolas.

La diversificación de las producciones implica que los sistemas de producción se transforman de simples a complejos; es decir, las fincas especializadas (arroz, tabaco, café, ganadería y otros rubros) comienzan a integrar nuevos cultivos y animales, convirtiéndose en fincas diversificadas, integrales, agroecológicas, entre otras, con repercusiones sobre la economía y la sociedad.

Cuando este proceso se realiza sobre bases agroecológicas, ocurre un cambio en las tecnologías de cultivo, que tiene repercusión sobre la incidencia de estos organismos y su manejo, principalmente en lo siguiente:

- Reducción de la incidencia de plagas habituales (principales, claves): Efecto por la reducción de la concentración del recurso preferido (hospedante principal), disminución paulatina de la presión

de selección de poblaciones por uso continuado de plaguicidas, adopción del criterio de tolerancia de poblaciones de plagas por parte de los agricultores (índices complejos).

- Manifestación de plagas ocasionales y secundarias: Reducción de la presión sobre estas plagas por los plaguicidas que se empleaban para las plagas habituales, incremento de fuentes diversas de alimentación o sustrato (hospedantes).
- Incremento de reguladores naturales: Reducción del efecto tóxico de plaguicidas, incremento de hospederos y presas alternativas, incremento de fuentes de alimentación de adultos de entomófagos (polen, néctar), mejoras en el microclima.
- Reducción de la necesidad de intervenciones con plaguicidas (químicos y biológicos): Reducción de los índices de plagas habituales, incremento de asociaciones e intercalamientos de cultivos, reducción del tamaño de los campos, incremento de la actividad de reguladores naturales.

Precisamente, como resultado de las transformaciones ocurridas en la agricultura cubana en los últimos 15-20 años, recientemente se están observando reducciones sostenibles en los índices de plagas habituales y el surgimiento a niveles poblacionales relativamente bajos, de plagas ocasionales y secundarias, algunas de las cuales han llamado la atención en determinados territorios y cultivos.

El comportamiento antes expuesto exige entender que este es un proceso ecológico normal, que debe ser manejado correctamente, para evitar la presión de selección de plaguicidas sobre las plagas ocasionales y secundarias que se manifiesten.

Por ello, estos cambios también repercuten en los sistemas de innovación, toda vez que se incrementa la demanda de procesos de educación e innovación integrados, debido a que se reduce el protagonismo de los paquetes tecnológicos nacionales y provinciales, con incremento del enfoque de manejo de la finca, que es contextual y depende mucho de los agricultores y técnicos locales.

## ¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD EN EL MANEJO DE LA FINCA PARA SUPRIMIR POBLACIONES DE PLAGAS?

En ocasiones existe un análisis muy reducido de lo que se considera diversidad biológica en los sistemas agrícolas, sobre todo cuando se limita al germoplasma y su manejo, o cuando se expresa la utilidad de los organismos benéficos; en cambio, la biodiversidad tiene una mayor expresión y es, quizás, uno de los principales factores que pueden contribuir al manejo de las plagas.

La biodiversidad incluye el número de especies y las relaciones entre dichos organismos o seres vivos que la integran; es decir, se refiere a todas las especies de plantas, animales y microorganismos que existen e interactúan recíprocamente en un ecosistema, incluyendo la variedad genética asociada a dichas especies y a los ecosistemas en que se encuentran, así como el intercambio con otros ecosistemas.

De manera general en todas las fincas existen plantas cultivadas o animales de crianza, la mayoría de ellos son especies y variedades o razas comerciales introducidas; plantas arvenses o plantas que crecen de forma espontánea dentro de los campos cultivados y en sus alrededores, que pueden ser endémicas, invasoras o introducidas; diversos animales y microorganismos que lo habitan y que realizan disímiles funciones, entre ellos los descomponedores de la materia orgánica en el suelo, los polinizadores, los reguladores o enemigos naturales, los asociados de forma mutualista con las plantas, los que contribuyen a que las plantas se enfermen o destruyan (plagas), entre otros organismos que se relacionan de forma directa o indirecta en la cadena trófica.

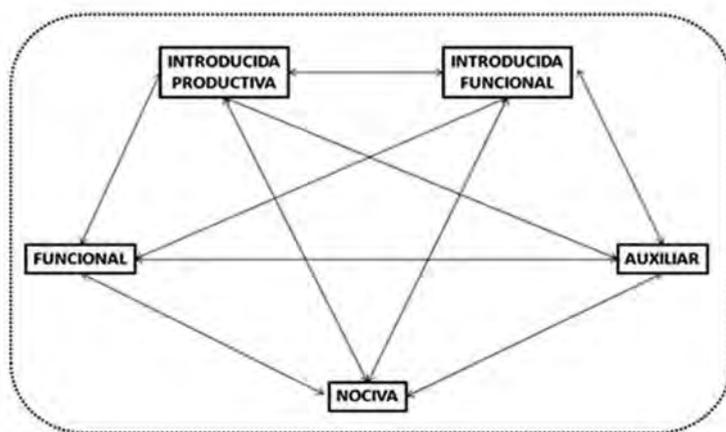
Si consideramos estas características de la biodiversidad, una clasificación de la misma en los sistemas de producción (figura 2.1.), que considera los intereses del manejo agroecológico de plagas, es la siguiente:

- **Biodiversidad introducida productiva:** Biota introducida con fines económicos (plantas y animales). Agrobiodiversidad.
- **Biodiversidad nociva:** Los organismos que afectan las plantas y animales de interés económico. Organismos causales de plagas. Pueden habitar el sistema, ser inmigrantes o introducidos.
- **Biodiversidad introducida funcional:** Los organismos benéficos que se reproducen masivamente y se introducen en el sistema mediante liberaciones o aplicaciones inoculativas o inundativas (controladores biológicos), sean artrópodos entomófagos,

nemátodos entomopatógenos, microorganismos entomopatógenos, microorganismos antagonistas, etc. También se incluyen aquí los abonos orgánicos que se aplican, las micorrizas que se inoculan y los polinizadores que se introducen y manejan, entre otros.

- **Biodiversidad funcional:** Los organismos que regulan naturalmente las poblaciones de fitófagos, fitoparásitos y fitopatógenos, que se consideran enemigos naturales (biorreguladores de las plagas). Además, los polinizadores naturales, los organismos descomponedores de la materia vegetal, los mejoradores de las propiedades físicas y químicas del suelo, los microorganismos epífitos, entre otros que habitan el sistema y tienen efecto benéfico sobre el cultivo.
- **Biodiversidad auxiliar:** La biota que habita naturalmente en los sistemas agrícolas y que contribuye indirectamente al resto de la biodiversidad. Aquí se incluyen las plantas que crecen silvestres y otros organismos que tienen diversas funciones con efecto indirecto. También, la biodiversidad auxiliar fomentada, que son principalmente las plantas que se siembran en las cercas vivas, las barreras vivas y otras que acompañan a los cultivos y ofrecen determinados servicios ecológicos como es favorecer a los reguladores naturales, los polinizadores y otros organismos beneficiosos. Estos componentes de la biodiversidad también pueden ser aprovechados para otras funciones en la finca y en ocasiones son planificados y manejados para favorecer sus efectos.

Desde luego, en el manejo de la biodiversidad en los agroecosistemas



**Figura 2.1.** Componentes de la biodiversidad en las fincas considerando su importancia en el manejo de plagas.

es importante entender las relaciones tróficas, principalmente entre las plantas cultivadas, las plagas u organismos nocivos y los biorreguladores o enemigos naturales, incluyendo los controles biológicos que se aplican y liberan.

De hecho, los agroecosistemas están en cambios constantes, debido a las fechas de siembra de los cultivos y las diferentes prácticas agronómicas que realizan los agricultores, todo lo cual depende de las características de la finca, la experiencia del agricultor y las exigencias del mercado, entre otros factores, los que también reciben influencia del sistema agrario o región.

Todos estos cambios o procesos tienen una contribución importante sobre la biodiversidad, la que puede ser beneficiada o perjudicada, según como sean conducidos y el grado de heterogeneidad que se logre.

La experiencia de los últimos años y el análisis de las prácticas agrícolas tradicionales, sugieren que la biodiversidad puede ser una estrategia importante en el manejo de plagas y particularmente en la acción de la heterogénea flora y fauna que regulan naturalmente las poblaciones de fitófagos y fitopatógenos, por lo que se trata de favorecerla mediante el diseño y manipulación de sistemas agrícolas diversificados.

## **¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LA FINCA COMO SISTEMA DE PRODUCCIÓN?**

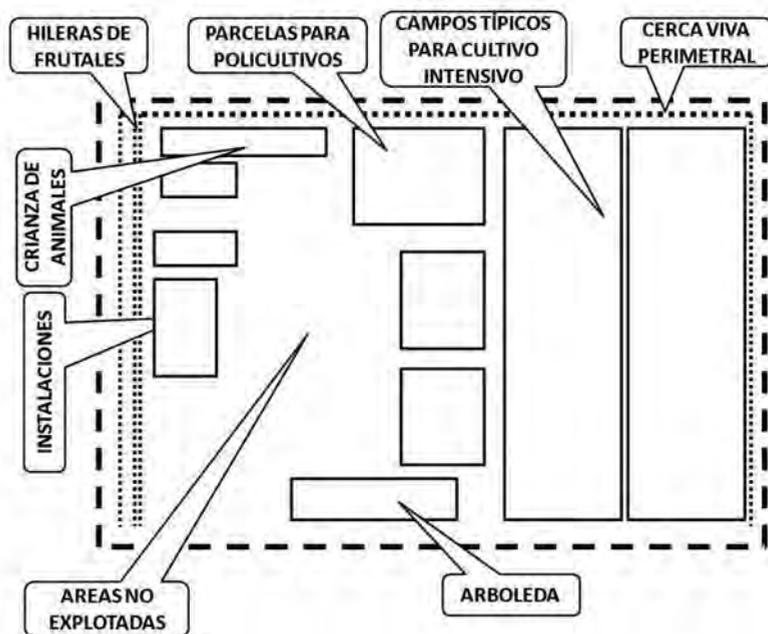
Uno de los niveles de mayor importancia en la producción agropecuaria es la finca, sea de un pequeño agricultor, de una cooperativa, una granja o una empresa, pues en la misma es donde se toman las decisiones de mayor trascendencia en el proceso de producción.

La finca no se debe ver como un conjunto de campos, parcelas, corrales, instalaciones, áreas no utilizadas, etc., sino como una unidad compleja, donde ocurren diversas interacciones que pueden ser manejadas por el finquero.

El manejo de la finca es básico para tener éxitos en la producción agropecuaria, para optimizar recursos y favorecer servicios ecosistémicos que contribuyan directa o indirectamente a la producción integral.

La producción de la finca no es solo de los campos cultivados, sino de otras plantas que se atienden en la cerca viva perimetral, en las arboledas o mini bosques y en los corrales de crianza, entre otros (figura 2.2.). En

una finca no existen residuos, sino subproductos, ya que toda la biomasa que se genera, sea de origen vegetal o animal, puede ser aprovechada.



**Figura 2.2.** Representación esquemática de una finca o sistema de producción agropecuaria diversificado, típico de los sistemas campesinos en Cuba.

Precisamente, por estos elementos la agroecología promueve el manejo de la finca, porque es la base para lograr la producción agropecuaria sostenible.

Bajo este enfoque el agricultor integra elementos económicos, tecnológicos y sociales que contribuyen a reducir los problemas de plagas con múltiples efectos: Diversificar las producciones agrarias, disminuir los costos (económicos y ecológicos) por energía externa (electricidad, combustible, etc.), disminuir paulatinamente o eliminar los insumos externos (fertilizantes, plaguicidas, material de propagación, etc.), manipular la diversidad de plantas, reciclaje de subproductos de las cosechas y la crianza de animales, favorecer el desarrollo de los reguladores de plagas y los polinizadores, limitar o evitar el arribo, establecimiento e incremento de las plagas, entre otros.

De manera general existen dos tipos de fincas:

- Simples. Fincas de un solo cultivo o pocos cultivos y campos de medianos a grandes. No tiene o es limitada la vegetación de árboles en la cerca viva u otros sitios. Un método sencillo para saber si una finca es simple, es cuando se puede ver casi completa desde cualquier sitio.
- Complejas. Son fincas diversificadas, que integran cultivos anuales y permanentes, así como diferentes animales de crianza. Para conocer la finca hay que recorrerla.

Como se observa, la estrategia de manejar la finca involucra prácticamente toda la actividad del agricultor y esto se debe a que las causas por las cuales se manifiestan las plagas están precisamente en la tecnología que emplee para cultivar las plantas en sus campos y atender las demás actividades de la finca como sistema de producción.

En la agricultura urbana, donde los sistemas de producción se han fomentado recientemente en terrenos donde antes no se practicaba la agricultura, también se aprecian los más simples, en que los canteros, los cobertores y otros sistemas de cultivo forman parte de la unidad de producción y se observan sin otros componentes de la flora que no sean las plantas cultivadas; en cambio, también existen unidades de producción más complejas, en que además han intercalado plantas con diferentes propósitos, las que ofrecen varios servicios ecológicos (figura 2.3.).



**Figura 2.3.** Ejemplo de finca simple (izquierda) y compleja (derecha) en sistemas agrícolas urbanos.

El manejo de la finca ya es realidad en Cuba, pues muchísimos agricultores, principalmente campesinos y parceleros, han desarrollado esta habilidad y son muy eficientes.

## **¿EN QUÉ CONSISTEN LAS PRÁCTICAS FÍSICO-REGULATORIAS PARA EL MANEJO DE PLAGAS Y CUÁL ES LA IMPORTANCIA FITOSANITARIA DEL ACCESO A LA FINCA?**

Constituyen prácticas para reducir la entrada, establecimiento y dispersión de poblaciones de plagas hacia y dentro de la superficie de la finca.

Una de las vías más importantes para la entrada de poblaciones de plagas a la finca son los medios de transporte (neumáticos), los equipos (arados, cosechadoras, etc.), el hombre (principalmente por los zapatos), entre otros. Para los equipos e implementos, la limpieza con agua a presión en un sitio convenientemente destinado a esto es una buena práctica. Para las personas, lo recomendado es atenderlos en lugares destinados para estos o someterlos a desinfección de las suelas de sus zapatos.

Todas estas vías de acceso pueden ser controladas en la entrada principal de la finca, mediante la adopción de buenas prácticas que garanticen el cumplimiento de las medidas de limpieza y desinfección establecidas. Lo recomendable es limitar el trasiego de personas dentro de la finca y sus campos de cultivo, sobre todo las que pueden venir de otras fincas.

Los envases para la cosecha también pueden ser importantes en la introducción de poblaciones de plagas, por ello hay que depositarlos en un sitio con piso, inspeccionarlos y, si fuera posible, desinfectarlos antes de depositarlos directamente al lado de los campos de cultivo.

Otra vía importante de entrada de poblaciones de plagas son los abonos orgánicos, estén descompuestos o no, por lo que deben establecerse requisitos de calidad y buenas prácticas de producción y transportación de estos bioinsumos. Muchas veces, el agricultor puede saber si los abonos están libres de plagas importantes como nemátodos y malezas, cuando los depositan en un sitio apartado y esperan a que las semillas de malezas germinen o cuando siembran plantas indicadoras de nemátodos formadores de agallas (calabaza, pepino) para saber si están presentes.

Por supuesto, el material de siembra constituye una vía de entrada de alto riesgo, sobre todo porque puede ser portador de plagas no existentes en la región o la finca en particular. Existen regulaciones para la comercialización y traslado de semillas, sean botánicas o agámicas, las que tienen el propósito de reducir la dispersión de plagas y la siembra de materiales infestados. El agricultor debe conocer la procedencia y calidad del material de siembra y si ha sido inspeccionado o analizado por el servicio de sanidad vegetal.

Los canales de distribución de agua para el riego también son una vía importante de dispersión de poblaciones de casi todos los tipos de plagas, las que pueden arribar directamente hasta la misma planta cultivada, lo que constituye un gran riesgo fitosanitario. Por ello, el agricultor debe saber desde y por dónde viene el agua para su finca, cuándo su fuente es un canal de riego.

## **¿QUÉ IMPORTANCIA TIENE LA VIGILANCIA FITOSANITARIA DE LAS FINCAS COLINDANTES?**

Es muy importante que el finquero conozca bien a los agricultores cercanos, principalmente qué cultivos tiene o pretende sembrar, qué cultivos ha sembrado ya, qué plagas están incidiendo normalmente, qué métodos de control o manejo práctica y cuán efectivo es, qué prácticas tiene de manejo post cosecha, entre otros aspectos relativos a la vigilancia fitosanitaria de los agricultores vecinos.

Esto es particularmente importante para los que están desde la dirección predominante de los vientos y en las vías de acceso a la finca.

Desde luego, en los programas territoriales de manejo de plagas se consideran estos aspectos y por ello se realizan coordinaciones a nivel del sistema agrícola para las fechas de siembra, programas de siembra y composición de variedades, entre otros elementos.

También, es importante interactuar con los técnicos locales, quienes están mejor informados y pueden alertar sobre los problemas de plagas que se están manifestando en el territorio y, por supuesto, estar alertas a las señales emitidas por el servicio de sanidad vegetal.

## **¿EN QUÉ CONSISTE EL SANEAMIENTO DE LA FINCA Y CUÁL ES SU CONTRIBUCIÓN AL MANEJO DE PLAGAS?**

El saneamiento es una de las principales prácticas agroecológicas para reducir afectaciones por plagas, ya que se realiza con el objetivo de disminuir la fuente de infección o poblaciones de la plaga dentro o fuera de los campos, antes, durante y después del desarrollo del cultivo.

En la actualidad el saneamiento abarca las prácticas siguientes:

- Manejo de los restos de cosecha.
- Eliminación (limpieza) de los problemas fitosanitarios en el material de siembra (semilla, plántulas).

- Prohibición o eliminación de cultivos hospedantes previo a la siembra del cultivo principal (conocido también como veda).
- Eliminación de malezas hospedantes de plagas en los canales de riego u otros.
- Eliminación y extracción de los órganos de las plantas que son improductivos o que están afectados por plagas, así como la eliminación de la planta completa (selección negativa).

Para algunas plagas muy nocivas y para vectores de enfermedades causadas por virus, se justifican todas estas prácticas a la vez.

Algunas plagas son tan nocivas que cuando el cultivo más atacado es de gran importancia, se prohíbe la siembra de cultivos hospedantes varios meses antes de dicho cultivo, que en muchos lugares se llama veda, lo que generalmente es regulado legalmente.

En el caso de la eliminación de los órganos de las plantas que son improductivos se reducen reservorios de plagas, y cuando se trata de órganos y plantas afectadas, contribuye a disminuir la población en el campo, práctica que es muy recomendada para fitopatógenos, principalmente las virosis.

Cuando ciertas plagas se adelantan en su manifestación en el cultivo, ahí se multiplican e infestan nuevas plantas, lo que es favorecido por su sistema de dispersión, sea el viento, las personas, los utensilios y los vectores. Estas manifestaciones iniciales, prematuras o aventureras son muy peligrosas y deben ser manejadas correctamente por el agricultor.

El uso de casas de malla para obtener plántulas de hortalizas y otros cultivos es una garantía de que el material de siembra puede estar libre o en bajos niveles de plagas, sobre todo si la tecnología que se emplea es rigurosa. Por ello, en este sistema es permitido el uso eficiente de plaguicidas químicos, hay que ser muy exigente en los muestreos y las atenciones culturales no pueden fallar.

En el caso de las vitroplantas, el nivel de seguridad del saneamiento es mayor, siempre que se cumplan los protocolos establecidos.

Lo más importante del saneamiento de las plantas en el campo es saber el momento en que debe realizarse y cuál es el propósito, pues esta práctica incrementa los gastos por salario, por lo que sus efectos deben repercutir sobre la fitosanidad del cultivo.

Es necesario que la persona que realiza el saneamiento lleve un saco o “jolongo” para recoger los órganos de la planta que sean cortados, con el propósito de que los saque del campo y los elimine posteriormente.

Los restos de cosecha tienen diversas implicaciones en el manejo de la finca, toda vez que debe cuidarse que no se conviertan en reservorios de organismos causales de plagas, pueden incorporarse al suelo para mejorar sus propiedades, es factible utilizarlos en la elaboración de abonos orgánicos y pueden emplearse directamente o elaborados en la alimentación de animales, todo lo cual contribuye a la eficiencia energética y la sostenibilidad del sistema de producción.

La extracción de los restos de cosecha es una práctica muy recomendada si el cultivo que se ha cosechado fue atacado por plagas que se mantienen hasta la etapa de cosecha y éstas pueden atacar a los siguientes cultivos en el sistema de rotación y si hubo niveles de malezas hospedantes de dichas plagas en los campos y sus alrededores.

Mucho cuidado debe tenerse con los restos de cosecha cuando se realiza el laboreo mínimo y estos pueden hospedar plagas que afecten el cultivo que se va a plantar o sembrar. También porque al descomponerse puede producir sustancias alelopáticas de inhibición que afecten el desarrollo del cultivo siguiente.

Cuando hayan ocurrido ciclones, el agricultor debe proceder a cortar las ramas que se han partido en los árboles y recoger todos los residuos vegetales que fueron cortados por los vientos. Si estos residuos vegetales se mantienen se pueden convertir en fuentes de infestación de plagas.

## **¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DEL DRENAJE DE LA FINCA PARA EL MANEJO DE PLAGAS?**

Debido a que las propias tecnologías de los cultivos favorecen el movimiento del suelo, sea por la preparación o por las labores culturales, este es más susceptible a los procesos de erosión hídrica, la que pueden ser provocadas por el propio sistema de riego o por la ocurrencia de eventos meteorológicos que propician las lluvias.

Es importante que el agricultor conozca que la pérdida de suelo por procesos de erosión hídrica, además de llevarse o arrastrar el suelo constituye una vía de dispersión de poblaciones de plagas del suelo (nemátodos, malezas, patógenos, insectos, ácaros, etcétera).

Muchos tipos de plagas, principalmente los fitopatógenos, se incrementan cuando hay exceso de humedad y encharcamientos; estos últimos favorecen a los microorganismos secundarios que se aprovechan del debilitamiento de las plantas.

Cuando ocurren ciclones y otros fenómenos meteorológicos que generan fuertes y abundantes precipitaciones, se favorecen desequilibrios de plagas y estrés de las plantas, y es fundamental disponer de un sistema de drenaje a nivel de finca que minimice estos efectos.

Entonces, el manejo de la erosión significa en primer lugar identificar los sitios de la finca por donde hay desnivel del terreno, así como observar el recorrido del agua cuando llueve, para luego establecer barreras físicas que impidan que se lleve el suelo. Estas barreras pueden ser de diferentes materiales que constituyen residuos vegetales de la propia finca o plantas (barreras vivas).

También, pueden realizarse mediante la siembra de cultivos de cobertura o dejar las malezas como cubierta vegetal en zonas inclinadas, pero manteniéndolas bien chapeadas como si fuera un césped.

Por otra parte, es esencial tener un sistema de drenaje de los campos, parcelas y canteros, que facilite la evacuación del agua excesiva para evitar encharcamientos sin que se produzca la pérdida del suelo.

### **3. DIVERSIFICAR PLANTAS PARA REDUCIR POBLACIONES DE PLAGAS EN LA FINCA**

Como se expresó anteriormente, las plantas son el sustento básico de los organismos que causan plagas, sean estas las propias plantas cultivadas o el resto de la vegetación o flora que habita en la finca, sean introducidas por el agricultor o por vía incidental o natural; sin embargo, también las plantas contribuyen a reducir poblaciones de plagas, siempre que se manejen de forma tal que se incrementen sus efectos beneficiosos. Este es otro elemento básico del manejo agroecológico de la finca.

#### **¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LAS PLANTAS PARA EL MANEJO DE PLAGAS?**

Como se expresa más adelante, el manejo de la diversidad de plantas o diversidad florística constituye la estrategia principal en el manejo de la finca, ya que las plantas tienen una relación directa con las plagas, principalmente por lo siguiente:

- Son hospedantes principales y secundarios de sus poblaciones.
- Constituyen sitios de refugio, multiplicación y alimentación de los reguladores naturales de plagas.
- Actúan como barrera física y disuasiva a las poblaciones inmigrantes de plagas.
- Contribuyen a mejorar el microclima, elemento fundamental para la actividad de los reguladores naturales.

Precisamente, el enfoque de sistema en el manejo de plagas se sustenta esencialmente en los arreglos espaciales y temporales de plantas en la finca, sean cultivadas o no.

¿Cuáles son los principales sistemas de cultivos complejos y sus efectos sobre la ocurrencia de plagas?

Los más conocidos bajo nuestras condiciones son los siguientes:

- Policultivos.
- Silvopastoriles.
- Agroforestería.
- Agrosilvopastoriles.
- Integrales.

Todos muy diferentes a los monocultivos o sistemas simples, en que se siembra un solo cultivo en grandes extensiones de tierra.

Por supuesto, el efecto principal de los sistemas de cultivos complejos es el aprovechamiento de la superficie de la finca, que bajo estas condiciones alcanza índices elevados; por otra parte, se incrementa la diversidad y dinámica de cosechas durante todo el año, lo que repercute en la economía del finquero, en el mercado local y en los hábitos alimenticios. No menos importante resulta el hecho de que aumenta la productividad del sistema, ya que no se evalúan rendimientos por cultivos, sino de todo lo que produjo la finca y esto alcanza valores superiores cuando se compara con los rendimientos de un solo cultivo en los sistemas simples.

Igualmente, se ha demostrado que los sistemas de cultivos complejos son menos afectados por eventos meteorológicos extremos, como los huracanes y la sequía. Por ello, las fincas integrales toleran más estas condiciones y se recuperan rápidamente de dichos eventos.

Los efectos fitosanitarios más importantes que se logran con los sistemas de cultivos complejos son los siguientes:

- Reducción de la concentración de hospedantes. Al asociarse dos o más especies de plantas en la misma superficie, si uno de los cultivos es preferido por determinada plaga, esta tiene menores posibilidades de reproducirse. Esto es muy importante en los microorganismos causales de enfermedades a las plantas, porque se reduce el nivel de inóculo de dicho patógeno.
- Interferencias hacia el desplazamiento. Estas pueden ser por confusión de colores u olores, por repelencia, por obstáculo físico, entre otros. Esto es más importante para los insectos que causan plagas en uno de los cultivos, limitando la localización de la planta para ovipositar o para alimentarse.
- Incremento de la biodiversidad funcional. La diversidad de cultivos en una misma área contribuye a presas y huéspedes alternativos para los enemigos naturales, ofrece mayores oportunidades de polen en las flores para la alimentación de los adultos de los entomófagos y se crean condiciones favorables para el refugio de los entomófagos por diversidad estructural y ambiente resguardado.
- Reducción de intervenciones fitosanitarias. Se ha demostrado que por las razones antes expuestas, entre otras, estos sistemas son

menos afectados por plagas y requieren menos o ninguna aplicación de plaguicidas. También, pues debido a su complejidad espacial y estructural no es factible entrar en los campos con equipos y otras técnicas de aplicación de estos productos (figura 3.1).

- Mejora del microclima y de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La humedad y temperatura en los campos es más adecuada para el desarrollo del cultivo y beneficia a los reguladores naturales. Igualmente la superficie del suelo retiene más la humedad y se favorecen los diferentes procesos en el mismo, principalmente el desarrollo de antagonistas, entre otros.



**Figura 3.1.** Asociación de frijol, maíz y yuca, que se cosechan en el mismo orden. Las plagas de los tres cultivos se presentan a niveles muy bajos debido a los efectos del policultivo. Observar a la derecha el grado de complejidad estructural que alcanza el mismo sistema cuando el frijol va a ser cosechado.

El manejo de los sistemas complejos tiene sus particularidades, muchas veces relacionadas con las características del clima, el suelo y la cultura agraria local; en cambio, respecto a los problemas fitosanitarios, existen reglas muy importantes que los agricultores que los practican deben conocer:

- Colindancias negativas. Es muy importante en los policultivos, en que puede haber campos, parcelas o canteros con diferentes cultivos o edades de cultivos en una misma finca o zona de esta. La colindancia es negativa cuando el campo, la parcela o el cantero vecino está sembrado del mismo cultivo, pero con fechas de siembra mayores de 20-30 días de diferencia o de un cultivo de la misma familia o que sea de diferentes familias, pero hospedantes de la misma plaga. Es una colindancia negativa porque el cultivo de un campo tributa poblaciones de plagas al otro de un campo vecino o colindante.

- Exceso de sombra. El exceso de sombra se puede manifestar de una planta sobre la otra o ambas, durante determinadas horas del día o durante todo el día. El exceso de sombra puede contribuir al desarrollo de microorganismos causales de enfermedades, principalmente por incremento de la humedad; puede influir sobre la manifestación de epizootias sobre poblaciones de insectos y ácaros, de forma negativa o positiva, según las características del entomopatógeno; puede reducir el desarrollo de entomófagos, porque favorece sus parásitos; puede contribuir al debilitamiento de determinados órganos de la planta por microorganismos secundarios y favorecer la acción de patógenos oportunistas. Es decir, el exceso de sombra sobre una planta o una parte de esta de manera continuada puede tener efectos negativos o positivos.

## ¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LA ARBOLEDA O MINI BOSQUE PARA EL MANEJO DE PLAGAS?

La arboleda o mini bosque es un área de la finca donde crece naturalmente o se fomenta un grupo de árboles y que puede ser de árboles maderables, frutales o mixtos (figura 3.2.).



**Figura 3.2.** Los árboles insertados en diferentes partes del sistema de producción (finca, huerto) ofrecen diversos servicios ecológicos, principalmente sobre la biodiversidad.

La arboleda o mini bosque constituye un área de refugio de enemigos naturales ante diversos factores negativos a su desarrollo, como pueden ser las aplicaciones de plaguicidas, las corrientes fuertes de aire, las lluvias intensas y la sequía prolongada, entre otros.

También en estos árboles pueden existir huéspedes secundarios de estos enemigos naturales, los que sirven de multiplicación o de reservorios en

épocas en que sus huéspedes preferidos no están en los campos o no se siembra el cultivo donde se desarrolla la plaga.

Para garantizar sus funciones como refugio y reservorio de enemigos naturales de plagas es fundamental lo siguiente:

- No someterlas a aplicaciones de plaguicidas de ningún tipo (químico, biológico), incluyendo herbicidas.
- Tratar de que esté compuesta por diversidad de árboles, entre ellos cítricos por ser muy aportadores de entomófagos.
- Dejar crecer espontáneamente en el suelo plantas herbáceas, las que proveerán de flores suficientes para la alimentación de los adultos de entomófagos.

La ubicación de estas áreas en la finca debe ser, preferiblemente, en zonas más cercanas a montes u otros lugares donde crece vegetación natural, para que actúen como corredores ecológicos de la biodiversidad.

## **¿CUÁLES SON LOS SERVICIOS ECOLÓGICOS QUE OFRECEN LAS CERCAS VIVAS PERIMETRALES?**

Las cerca perimetral, además de sus funciones al delimitar la propiedad, constituye una barrera física a la entrada de personas y animales a la finca, los que pueden ser portadores de poblaciones de plagas, como se explicó antes.

Cuando la cerca está formada por plantas que se integran a la alambrada u otros materiales, entonces puede tener diferentes aportes (figura 3.3.), como suministro de alimentos cuando está integrada por frutales, disponer de partes de plantas para preparados botánicos en el caso de que tenga integrada plantas con propiedades biocidas, ayuda al desarrollo de los insectos polinizadores, entre otros. También, contribuye a atenuar las corrientes superficiales de aire y a retener la humedad relativa en la finca.

Los más importantes servicios ecológicos de las cercas vivas perimetrales sobre la sanidad de los cultivos son los siguientes:

- Actúa como barrera física para frenar los adultos de plagas de insectos inmigrantes y las esporas de hongos, entre otros organismos.
- Es sitio de refugio de adultos de reguladores naturales de plagas ante las aplicaciones de plaguicidas, las corrientes de aire y los efectos de la sequía, entre otros factores adversos.

- Actúa como reservorio de reguladores naturales de plagas, los que se establecen en otros huéspedes que viven de las plantas que integran la cerca viva.
- Es fuente de alimentación de adultos de los entomófagos, sobre todo cuando están florecidas, como es el caso del piñón florido.

El manejo de la cerca viva desde el punto de vista fitosanitario tiene varias implicaciones, en primer lugar para la conservación de enemigos naturales de plagas y en este caso en los lados de la finca que son más cercanos a los campos cultivados, para que actúen más directamente, a saber:

- Integrar diferentes especies de plantas, para buscar varias alturas o portes (árboles y arbustos), de forma tal que actúen mejor como refugio de entomófagos. Aquí se recomienda cualquier especie maderable. Las mejores cercas vivas son las tradicionales (piñón florido, almácigo, etcétera.)
- Integrar diferentes especies de frutales, para que actúen como reservorios de enemigos naturales, ya que estas plantas son más atacadas por plagas, pero que generalmente no afectan los cultivos de hortalizas, granos, viandas y otros. Las más beneficiosas son los cítricos, el cocotero, la guayaba y el noni.
- Integrar plantas que florezcan en diferentes épocas del año, las que sirven de alimentos a los adultos de los entomófagos. Es muy recomendado el piñón florido.

Desde el punto de vista de barreras físicas y como repelentes contra plagas inmigrantes, lo más importante es lograr estratos arbustivos y arbóreos y, si fuera posible, alguna gramínea como estrato herbáceo. Estos pueden ser de diferentes especies de árboles y en este caso se pueden integrar plantas que puedan actuar como repelentes, como es el caso del nim y el paraíso. Esto facilita poder disponer de los frutos y las hojas de estas plantas para preparados insecticidas botánicos.

Esta cerca viva debe ser, con preferencia, en los lados de la finca desde donde predomina el viento y si existen fincas colindantes que pudieran suministrar plagas favorecidas por las corrientes de aire.



**Figura 3.3.** La cerca viva contribuye al desarrollo de los reguladores naturales de plagas. De izquierda a derecha: cerca viva tradicional de piñón florido y de almácigo, que ofrecen diversos servicios ecológicos a la finca.

Si existiese un lado de la cerca viva que es colindante con otra finca en que también siembran los mismos cultivos y estos son de porte bajo como las hortalizas, es recomendable que el estrato herbáceo de la cerca viva sea de una planta repelente, como por ejemplo el vetiver.

## **¿QUÉ IMPORTANCIA TIENEN LAS CORTINAS ROMPE VIENTOS PARA EL MANEJO DE PLAGAS?**

Las cortinas rompe vientos son hileras de árboles que se siembran en determinados lados de los campos de la finca, para atenuar los efectos de las corrientes de aire sobre los cultivos; por tanto, se emplean principalmente para cultivos permanentes, que sean muy susceptibles a efectos del viento y en lugares donde estos sean fuertes o frecuentes.

Los principales efectos fitosanitarios son los siguientes:

- Barrera física ante poblaciones inmigrantes de insectos y esporas u otras estructuras de organismos nocivos que son arrastradas por las corrientes de aire.
- Contribuye a un microclima más favorable al desarrollo de los enemigos naturales de plagas y los controles biológicos que se aplican en los campos.

A parte del manejo silvícola que requieren estos árboles, lo esencial es que cuando se van a fomentar las cortinas rompe vientos, se haga con plantas que no sean hospederas de las plagas que potencialmente pudieran atacar al cultivo que se está protegiendo, lo cual es más probable en el caso de los frutales.

## ¿QUÉ SON LOS AMBIENTES SEMINATURALES EN LA FINCA Y CUÁL ES SU ROL EN EL MANEJO DE PLAGAS?

Son determinados sitios de la finca donde crecen diversas plantas espontáneamente (figura 3.4.), sea porque naturalmente existía o porque se ha dejado de cultivar por algún motivo o, simplemente, porque fueron creados por el propio agricultor.



**Figura 3.4.** Ejemplos de ambientes semi naturales en la Finca “La Esperanza” en Artemisa, La Habana.

Izquierda: Algunas plantas emergen espontáneamente y otras como el maíz son sembradas para completar los servicios ecológicos (observar la diversidad de plantas florecidas que sirven de alimento a los adultos de entomófagos).

Derecha: Especial atención merecen las arvenses y otras plantas reconocidas como reservorios de reguladores naturales de plagas, como es el caso del hinojo por ser reservorio eficiente de cotorritas (Coccinellidae) predadoras de pulgones.

Muchas veces, estos sitios están alejados de los campos cultivados, y en otros colindan con estos, separados solamente por una guardarraya. En ocasiones, estos ambientes son un área que está delimitada entre la cerca viva y la guardarraya que colinda con los campos cultivados. En estos lugares predominan algunas especies de plantas que se manifiestan como malezas en los campos cultivados, también crecen arbustos y otras plantas que son componentes de la flora local.

Los efectos fitosanitarios de estas áreas muchas veces se atribuyen erróneamente como negativos, ya que se consideran reservorios de plagas. Esto es cierto, y efectivamente pudiera resultar importante fuente de suministro de poblaciones de plagas de insectos, de patógenos causales de enfermedades; pero, en la mayoría de los casos se ha demostrado que sus efectos benéficos son mayores. Principalmente, constituyen sitios de refugio, alimentación y multiplicación de reguladores naturales de plagas, sobre todo entomófagos y entomopatógenos.

Estos ambientes pueden ser de diferentes características, y por tanto manejados por el agricultor. Lo más importante es no aplicar ningún tipo de plaguicida químico en estos sitios, tampoco chapearlos o transitar por estos sin necesidad; es decir, tratar de que no sean perturbados para que los reguladores naturales de plagas se desarrollen libremente.

Desde luego, es muy importante observarlos, para detectar si alguna de las plantas que crecen en el sitio es reservorio de plagas y en este caso lo más recomendable es cortarla y extraerla; desde luego, si se tratara de plagas de insectos y ácaros, es necesario observar si está interactuando con poblaciones de reguladores naturales y quizás sea mejor no eliminarlos, porque en este caso la plaga está actuando como alimento o sustrato a dichos organismos beneficiosos. En todo esto es decisiva la observación y conocimientos del agricultor.

En algunos casos pudiera ser útil liberar un entomófago o aplicar un hongo entomopatógeno, para contribuir a que estos controladores biológicos se incrementen. Las liberaciones de entomófagos en ambientes seminaturales alrededor de los campos antes de sembrar, se han documentado como muy útiles para que estos estén listos para actuar sobre las plagas inmediatamente que aparezcan en los campos cultivados.

El manejo de los ambientes seminaturales también implica incorporar algunas especies de plantas para propiciar mayores efectos benéficos si no existiesen. Por ejemplo, incorporar arbustos para propiciar un ambiente más fresco, incorporar girasol para disponer de más flores para la alimentación de los adultos de los entomófagos, incorporar sorgo y maíz como fuente de alimento y reservorio de entomófagos, entre otras plantas que favorezcan las mejores condiciones para que estos sitios sean más eficientes en la sustentación de los reguladores naturales de plagas.

## **¿QUÉ UTILIDAD TIENEN LAS PLANTAS FLORECIDAS PARA EL MANEJO DE PLAGAS?**

Las plantas florecen de acuerdo a sus características biológicas y en estrecha relación con las condiciones climáticas, entre otros factores. En una finca hay diversidad de plantas: las que constituyen las cercas vivas, las que crecen en ambientes seminaturales, las arvenses y las cultivadas, entre otras, que florecen en épocas diferentes.

Cuando en la finca existe diversidad de plantas florecidas a la vez y durante todo el año, estas garantizan una disponibilidad continua de fuentes de alimento para adultos de los entomófagos, sean parasitoides o predadores, los que necesitan del polen para complementar su dieta alimentaria con vistas a la reproducción.

El manejo de las plantas florecidas implica precisamente fomentarlas en los lugares donde son más útiles y escasean las que crecen naturalmente. Las plantas florecidas se necesitan más en los alrededores y dentro de los campos cultivados, para que los reguladores naturales de plagas que habitan los mismos y los entomófagos que son liberados en dichos campos, dispongan de esta importante fuente nutricional.

Por ello, en el manejo de plagas en frutales se recomienda que en las calles se siembren coberturas vivas de leguminosas, las que además de actuar como conservadoras del suelo y reguladoras del microclima, sus flores contribuyen a la alimentación de los entomófagos que regulan plagas en dichos frutales.

Igualmente, es muy recomendado el girasol, que es una planta cuyas flores son entomófilas y contribuyen a la alimentación de los entomófagos. Esta planta es muy efectiva cuando se integra en las barreras vivas y en los ambientes seminaturales.

Es muy útil disponer de un registro de las plantas que florecen en los diferentes meses, para analizar qué plantas fomentar en los meses en que escasean las florecidas.

## **¿QUÉ SON LAS PLANTAS REPELENTES, CUÁLES SON SUS APORTES AL MANEJO DE PLAGAS Y CÓMO SE DEBEN MANEJAR EN LAS FINCAS?**

Las plantas repelentes son aquellas que emanan olores que repelen o confunden las poblaciones de plagas de insectos, por lo que se siembran convenientemente para cumplir estas funciones como práctica agroecológica.

Estas plantas se siembran en los lados de los campos, parcelas o canteros que mayores riesgos representan para el arribo de poblaciones inmigrantes. También, se emplean en las cercas vivas de los huertos pequeños y en los lados de las casas de cultivo y de producción de plántulas (posturas). Algunas especies manifiestan su efecto repelente en el sistema radicular contra poblaciones de nemátodos. Desde luego, varias de estas plantas tienen otras propiedades, como antialimentarias y biocidas, por lo que sus efectos totales son mayores.

Las plantas repelentes a poblaciones de plagas, más comunes son:

- Ajonjolí (*Sesamun indicum*). Siembra en rotación para suprimir poblaciones de nemátodos (*Meloidogyne incógnita*). Siembra intercalada en col o repollo es repelente a moscas blancas (*Bemisia tabaci*) y la polilla (*Plutella xylostella*).
- Albahaca blanca (*Ocimum basilicum*). Plantar intercalada, en barrera, en las cabeceras de los canteros y en la cerca viva de huertos pequeños dentro de la ciudad. Repelente a insectos.
- Caléndula (*Calendula officinalis*). Siembra intercalada o en asocio en los canteros o parcelas repele diferentes insectos. Sembrada intercalada o en rotación es biocida contra nemátodos.
- Caña Santa (*Costus spicatus*). Siembra en cercas vivas y dispersa. Repelente a la bibijagua.
- Coriandro (*Coriandrum sativum*). Plantar antes de sembrar el tomate en surcos alternos. Repelente a la mosca blanca ( ).
- Flor de muerto (*Tagetes spp.*). Sembrar intercalada o en rotación. Repelente y biocida a nemátodos (*Meloidogyne incógnita*).
- Mastuerzo (*Lepidium virginicum*). Siembra en los bordes de los campos. Repelente al tetuán del boniato (*Cylas formicarius*).
- Mentas (*Mentha spicata* y *M. piperita*). Plantar en canteros, intercaladas con hortalizas. Repelente a áfidos en la vegetación vecina a ella, también dípteros y lepidópteros.
- Orégano francés (*Plecthranthus amboinicus*). Sembrar asociada. Repelente a diversas especies de insectos.
- Pedo de chino (*Agdestis clematidea*). Siembra en cercas vivas y dispersa. Repelente a la bibijagua.
- Romero (*Rosmarinus officinalis*). Sembrar en los bordes de los canteros y cercas perimetrales de huertos pequeños. Repelente a lepidópteros, coleópteros y dípteros.
- Tomillo (*Thymus vulgaris*). Sembrarlo disperso en el huerto. Repele el gusano de la col (*Ascia monuste eubotea*).
- Vetiver (*Vetiveria zizanoides*). Las semillas y raíces secas son repelentes a plagas de almacén y cucarachas domésticas. Plantarla en los bordes de los huertos y casas de cultivo como repelente a roedores y bibijaguas.
- Zanahoria (*Daucus carota*). Siembra asociada es repelente a la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

La siembra de estas plantas debe realizarse en sitios donde van a cumplir esta función de repelencia, no arbitrariamente, por lo que debe hacerse en lados desde donde pueden arribar poblaciones de plagas.

Por otra parte, no deben sembrarse juntas con las barreras de plantas entomófilas como el maíz, girasol y otras, que tienen un propósito diferente, es decir, atraer y sustentar poblaciones de reguladores naturales.

Es muy importante, observar los insectos, ácaros y patógenos que se hospedan en las plantas repelentes, por que en ocasiones y bajo determinadas condiciones particulares y localidades, se convierten en hospederas de estos organismos que son plagas en los cultivos que se siembran. Generalmente, esto no sucede, pero se ha observado que es posible, y por tanto debe ser objeto de vigilancia.



**Figura 3.5.** Algunas plantas repelentes muy efectivas y que son utilizadas por los agricultores: orégano francés, romero, albahacas y vetiver.

## **4. PROTEGER Y MANEJAR LOS REGULADORES NATURALES DE PLAGAS**

Esto es lo que se conoce científicamente como conservación y manejo de reguladores o enemigos naturales de plagas, que constituye una de las estrategias más importantes y promisorias del control biológico.

Se trata de proteger, ayudar al desarrollo y favorecer la actividad reguladora de los organismos benéficos que habitan en la finca y constituyen enemigos naturales de las plagas u organismos perjudiciales.

Es una estrategia que se beneficia cuando se práctica el manejo agroecológico de la finca.

### **¿QUIÉNES SON LOS REGULADORES NATURALES Y CUÁL ES SU IMPORTANCIA EN EL MANEJO DE LA FINCA?**

Los reguladores naturales, también conocidos como enemigos naturales y biorreguladores, son aquellos organismos que habitan naturalmente en la finca y regulan las poblaciones de plagas de manera natural, es decir, sin que hayan sido liberados o aplicados.

Por tanto, son aliados voluntarios del agricultor en la lucha contra las plagas, sean las causadas por insectos, ácaros, nemátodos fitoparásitos, hongos y bacterias fitopatógenas, moluscos, arvenses y otros organismos que se manifiestan como fitófagos, fitoparásitos y fitopatógenos en los cultivos.

En la actualidad, y particularmente en la agricultura sobre bases agroecológicas, los reguladores naturales adquieren una mayor importancia en el manejo de plagas, ya que precisamente el enfoque agroecológico de la producción agropecuaria favorece la biodiversidad en la finca, principalmente esta biodiversidad funcional, que son los que influyen directamente sobre la producción agropecuaria, como son los reguladores o enemigos naturales de plagas, los polinizadores, las micorrizas, la microflora epifítica, entre otros.

Por ello, el manejo y conservación de los reguladores naturales o la biodiversidad funcional se considera uno de los componentes de mayor importancia en el manejo agroecológico de plagas, y particularmente en los sistemas agrarios que se han diversificado como consecuencia

del manejo sostenible de tierras, los efectos de estos organismos son mayores, en comparación con los sistemas simples de la agricultura intensiva o convencional.

## ¿CUÁLES SON LOS ORGANISMOS QUE SE CONSIDERAN REGULADORES NATURALES DE LAS PLAGAS?

En muchas ocasiones se tiene un concepto limitado de lo que son los reguladores naturales de plagas, pues se refieren únicamente a los insectos entomófagos, sean parasitoides o predadores (figura 4.1.); sin embargo, los enemigos naturales o biorreguladores de plagas también son los ácaros (predadores), arañas (predadoras), hongos (patógenos) (figura 4.2.), nemátodos (parásitos) (figura 4.3.), bacterias (patógenos) y virus que regulan naturalmente las poblaciones de las plagas, sean insectos y ácaros, nemátodos, hongos (figura 4.4.) y otros, por tanto, son aliados del agricultor y por ello se les nombran organismos benéficos.



**Figura 4.1.** Principales grupos de entomófagos que actúan como reguladores naturales de poblaciones de insectos fitófagos. De izquierda a derecha: cotorritas (Coccinellidae), chinches asesinas (Reduviidae), crisopas (Chrysopidae), parasitoides (Braconidae).

Aquí es importante que el agricultor los conozca bien e incluso se recomienda que tenga un inventario de los que habitan en su finca, en qué lugares se refugian, a qué flores de plantas acuden los entomófagos y en qué época estas florecen, cuál es la época del año que abundan, en qué cultivos y plagas se observan con mayor frecuencia, entre otras observaciones que pueden ser realizadas con la asesoría de los técnicos.

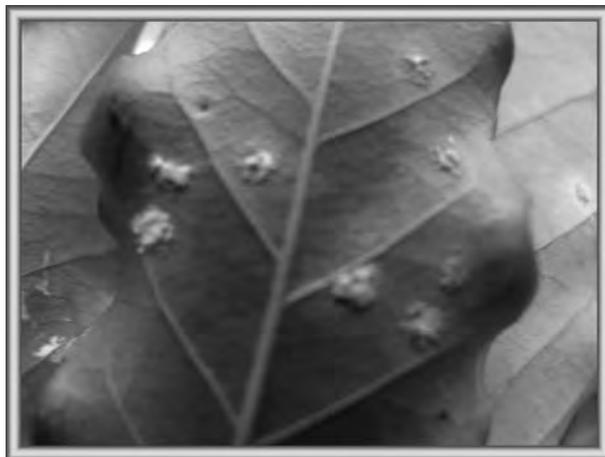


**Figura 4.2.** Principales grupos de organismos que actúan como reguladores naturales de poblaciones de insectos fitófagos. De izquierda a derecha: Larva de lepidóptero infectada con el hongo *Neomurea rileyi*, adulto de *Cylas formicarius* infectado por *Beauveria bassiana* e inmaduros de *Coccus viridis* por *Lecanicillium lecanii*.



**Figura 4.3.** Larva de *Galleria melonella* de la cual están emergiendo juveniles (J3) del nemátodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* (cepa CREE MINAZ).

Los reguladores naturales de los nemátodos y de los hongos y bacterias fitopatógenas en el suelo son más difíciles de observar, pues se requiere de técnicas analíticas, pero se ha demostrado que son muy diversos y efectivos, en dependencia del manejo que se haga del suelo.



**Figura 4.4.** Pústulas de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) parasitadas por el hongo *Verticillium hemileiae*. Este es un importante regulador natural de la roya del café en el país.

## ¿CÓMO PODEMOS AYUDAR A ESTOS ORGANISMOS BENEFICIOSOS?

Precisamente, porque estos organismos benéficos habitan en la finca es posible aprovechar sus efectos como reguladores naturales de las poblaciones de plagas, y para ello las prácticas que se realicen deben tener como propósito conservarlos, es decir, lograr que se mantengan en el sistema de producción y manejarlos, lo que significa favorecer que actúen más sobre las poblaciones de las plagas.

Para tener éxitos en la conservación y manejo de los reguladores naturales de poblaciones de insectos y ácaros es importante lo siguiente:

- Conocerlos bien: Para evitar sean afectados por cualquier labor y para favorecer su desarrollo.
- Protegerlos: Evitar prácticas que los afecten, como las intervenciones con plaguicidas, labores culturales inadecuadas, etcétera.
- Favorecer su desarrollo: Mantener sitios de refugio y multiplicación, fomentar reservorios, favorecer su alimentación, etcétera.

- Ampliar su distribución en la finca: Trasladarlos y liberarlos en partes de la finca donde no habitan.
- Propiciar su actividad reguladora: Mantenerlos cerca de los campos de cultivo, facilitar su desplazamiento hacia los campos, trasladarlos hacia los campos, entre otras prácticas.
- Incrementar sus poblaciones: Mediante su colecta y cría en la propia finca, el fomento de reservorios, etcétera.

En el caso de los reguladores naturales de nemátodos y patógenos del suelo, precisamente por el hecho de que habitan en el suelo, las prácticas más recomendadas para su manejo y conservación son las siguientes:

- Conocerlos: Aunque no son visibles por su tamaño y sitio de actividad, lo importante es saber que en los suelos existe una comunidad de organismos benéficos (antagonistas de hongos y bacterias fitopatógenas, parásitos de nemátodos, artrópodos entomófagos y microorganismos entomopatógenos, entre otros) que pueden ser favorecidos o deprimidos, según el manejo que se realice.
- Protegerlos: Evitar prácticas que los afecten, como las intervenciones con plaguicidas, ciertas labores de preparación del suelo, la compactación del suelo, el exceso de humedad, entre otras.
- Favorecer su desarrollo: Adoptar prácticas de conservación del suelo como el laboreo mínimo, la subsolación, evitar invertir el prisma del suelo, la rotación de cultivos, el intercalamiento de cultivos, las barreras vivas, el manejo del drenaje, entre otras.
- Propiciar su actividad reguladora: Mejorar las propiedades del suelo para lograr suelos supresores de plagas, principalmente incrementar el nivel de materia orgánica, práctica que beneficia a estos reguladores naturales.
- Incrementar sus poblaciones: Mediante su inoculación en el suelo, en la medida en que existan disponibles cepas locales, como es el caso de algunas cepas del hongo antagonista *Trichoderma*, así como de microorganismos eficientes producidos con cepas aisladas en la localidad.

Como se especificará más adelante, estos organismos pueden ser muy útiles en la reducción de las poblaciones de plagas, mediante ciertas prácticas de manejo y conservación que se pueden realizar por el propio agricultor en su finca.

Por supuesto, en la práctica, cuando se habla de enemigos naturales o biorreguladores no se refiere a los organismos que se adquieren en los Centros Reproductores de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE), las Plantas de Bioplaguicidas u otros centros o laboratorios de multiplicación

masiva y que se llaman comúnmente medios biológicos o controladores biológicos, que se reproducen masivamente para realizar aplicaciones o liberaciones masivas.

De hecho, estos organismos desde el punto de vista biológico son también enemigos naturales, pero se han convertido en controladores biológicos debido a procesos de selección y reproducción para disponer de cantidades suficientes para liberaciones o aplicaciones masivas en los campos y lograr efectividades económicamente aceptables.

Desde luego, al realizar prácticas de conservación y manejo, también se benefician a estos medios biológicos, porque se favorece que sean más efectivos y que se establezcan en los campos para continuar su actuación.

## **¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES MEDIDAS QUE SE DEBEN REALIZAR PARA PROTEGER A LOS REGULADORES NATURALES EN LA FINCA?**

Manejo de los plaguicidas: Los plaguicidas químicos son los productos que más afectan a los reguladores naturales de las plagas, principalmente los insecticidas y los fungicidas. Sin embargo, también los plaguicidas bioquímicos o preparados botánicos pueden tener efectos, generalmente en el momento de su aplicación, pues su residualidad es poca. Igualmente, los bioplaguicidas tienen efectos sobre los entomófagos, aunque mucho menor que los plaguicidas químicos.

Por ello, el agricultor debe realizar las aplicaciones de estos productos en el momento de menor actividad de los reguladores naturales o dirigirlos hacia las partes menos habitadas por estos.

Cuando se liberan entomófagos, estas deben espaciarse por cinco o siete días de las aplicaciones de cualquier producto. Cuando se aplican hongos entomopatógenos, estas se deben espaciar de las aplicaciones de fungicidas químicos por siete días.

Se trata de compatibilizar las aplicaciones en campo para evitar los efectos negativos o no deseados sobre los biorreguladores de plagas.

Reducción de perturbaciones físicas. Se refiere principalmente a las labores culturales en los frutales, donde las poblaciones de reguladores naturales son más estables y las podas de saneamiento y otras alteran

dicha estabilidad, por lo que es recomendado hacerlas de manera gradual, no en un solo momento.

Igualmente nocivo a los reguladores naturales es la quema de restos de cosecha, por los efectos del humo y el calor.

Las principales perturbaciones físicas que afectan a los reguladores naturales de las plagas del suelo son el laboreo indiscriminado, el encharcamiento, la compactación y la quema.

## ¿CUÁLES SON LAS PRÁCTICAS QUE AYUDAN AL DESARROLLO DE LOS REGULADORES NATURALES?

Diversificación florística en la finca: La diversidad de plantas en la finca, que ya fue tratada en un acápite anterior, constituye una de las prácticas que más contribuyen a la conservación de los reguladores naturales de plagas, porque constituyen sitios de refugio, multiplicación y alimentación de estos organismos de forma permanente (figura 4.5.), sobre todo en la medida en que la finca sea más diversificada.



**Figura 4.5.** La combinación de policultivos, barreras vivas de maíz y cerca viva diversificada constituye un buen ejemplo de diversificación florística en la finca para favorecer los reguladores naturales de plagas.

Regulación de la humedad de los campos (microclima): Cuando en los campos cultivados existe un microclima fresco y húmedo, se favorece el desarrollo de los microorganismos entomopatógenos y antagonistas. Además de que la reproducción de los entomófagos es más rápida en la mayoría de las especies. Los campos secos, muy ventilados, donde corren fuertes corrientes de aire y las radiaciones solares inciden directamente sobre el suelo y lo calientan, tienen menos condiciones para el desarrollo de la mayoría de los biorreguladores de plagas. Para

evitar estos efectos se recomiendan las asociaciones de cultivos, las cercas vivas, las coberturas vivas, etcétera.

Fomento de plantas melíferas: El fomento o cuidado de plantas que florezcan en diferentes épocas del año, principalmente en los momentos de mayor actividad de los entomófagos, constituye una importante fuente nutritiva para la alimentación de los adultos de los predadores y los parasitoides, que necesitan del polen de las flores para completar su dieta alimentaria, pues no solo requieren de sus insectos presas o huéspedes.

Estas plantas florecidas pueden ser el propio cultivo, las arvenses, las barreras (figura 4.6.), las cercas vivas u otras que existan en los alrededores de los campos. En los cultivos de frutales se trata de que las coberturas vivas también cumplan esta función.



**Figura 4.6.** La siembra de hileras de girasol como barrera viva o intercalada en policultivos contribuye a la atracción y alimentación de entomófagos.

Algunas de estas plantas pueden ser manejadas, y por tanto sembradas convenientemente, como es el caso del girasol que se intercala en las barreras de maíz para favorecer la alimentación de los entomófagos que se refugian en el maíz.

Manejo y conservación del suelo: En el caso de los reguladores naturales de plagas del suelo causadas por nemátodos, hongos, bacterias y otras, lo esencial es realizar prácticas de conservación y mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, principalmente reducir compactación e incrementar contenido de materia orgánica, así como reducir el uso de agroquímicos (fertilizantes, herbicidas, nematicidas, fungicidas, insecticidas y otros).

## ¿CÓMO PODEMOS DESARROLLAR RESERVORIOS NATURALES ENTOMÓFAGOS Y ENTOMOPATÓGENOS?

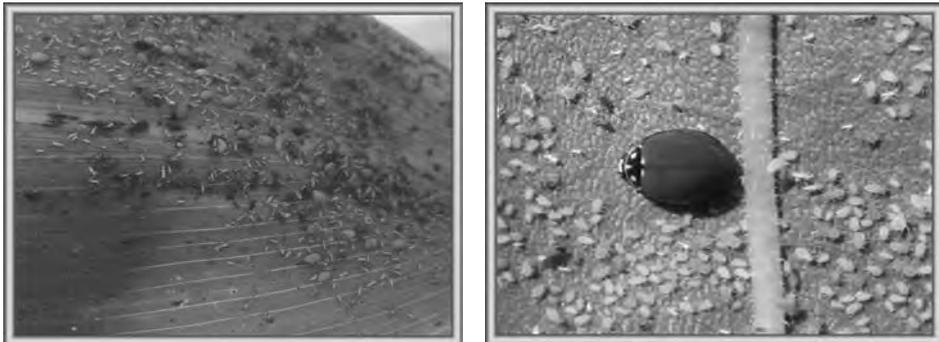
Es el fomento o cuidado de plantas donde se mantengan poblaciones de enemigos o reguladores naturales entomófagos, es decir, parasitoides, predadores y patógenos. La planta puede ser cultivada “ex profeso” o presentarse de forma natural y ser atendida por el agricultor en cualquier parte de la finca.

El objetivo es localizar y cuidar estas plantas, para que los reguladores naturales se mantengan en la finca y, si fuera necesario, trasladarlos a los campos de cultivos.

Plantas reservorios: La planta reservorio es aquella que de forma natural es capaz de hospedar una abundante o diversa población de reguladores naturales (figura 4.7.), que resulten beneficiosos al cultivo principal y que a su vez mantenga en bajas poblaciones a los organismos causales de plagas a los cuales se asocian dichos reguladores naturales.

En el caso de los entomófagos, debido a sus hábitos alimenticios, estas plantas deben tener determinadas características para que puedan jugar su papel en la conservación de estos insectos benéficos, principalmente una estructura que mantenga cierta protección contra los rayos solares y las corrientes de aire, así como flores de fácil acceso al polen.

Existen muchas especies de plantas con estas características, pero deben ser detectadas y evaluadas en la propia finca, pues no siempre se comportan como tal, ya que hay diversos factores ambientales que condicionan su desarrollo como planta reservorio de reguladores naturales.



**Figura 4.7.** Las plantas reservorios son aquellas que existen en determinados sitios de la finca, donde las poblaciones de reguladores naturales están desarrollándose libremente sobre sus huéspedes (plagas).

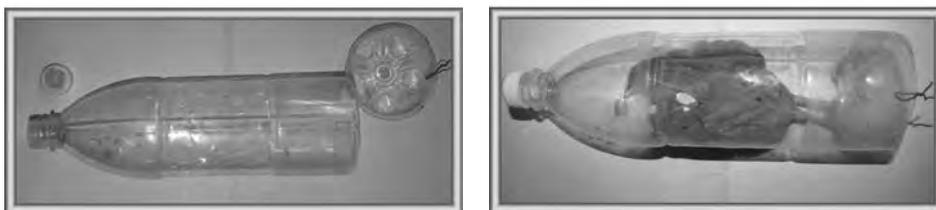
La mayoría de las especies de plantas que actúan como reservorios lo hacen para determinadas especies de reguladores naturales, porque en dichas plantas se hospeda la plaga que le sirve de sustento; sin embargo, varias plantas se han identificado como que hospedan una mayor diversidad de reguladores naturales, principalmente las siguientes: maíz, millo, noni, hinojo, escoba amarga, entre otras.

Por ello, una práctica que también es recomendada es mantener a los reguladores naturales en los propios campos de cultivo, durante su etapa final de cosecha, en que estos son abundantes y no se realizan aplicaciones de plaguicidas. Estos reguladores naturales también se pueden trasladar a otros campos del mismo cultivo u hospedantes de la misma plaga para que se establezcan y actúen.

Traslado de reguladores naturales. El traslado se puede realizar de dos formas: colectando los adultos de los predadores en frascos de boca ancha, y luego liberarlos en los campos o tomando los órganos de la planta donde están los parasitoides y trasladarlos al campo.

En tal sentido, estos fragmentos de plantas pueden ser depositados directamente en el campo en lugares que reúnan las condiciones de temperatura, radiación y humedad adecuadas o ser criados en frascos o cajas de emergencia (figura 4.8.) de los adultos de los parasitoides, y luego ser liberados en las áreas que más convenga al agricultor de acuerdo con las necesidades de control de plagas en los cultivos.

En aquellas áreas que terminaron su ciclo de cultivo, el agricultor puede recoger las partes de plantas que presenten estos síntomas, introducirlos en frascos y criarlos hasta su emergencia, para luego liberarlos en otros campos o ubicarlos en plantas que constituyan reservorios de estos entomófagos.



**Figura 4.8.** Frasco rústico para la colecta y cría rápida (emergencia) de reguladores naturales de insectos, con el propósito de trasladarlos (inocularlos) en otros campos de la propia finca. El fondo del frasco se corta y se convierte en la puerta para introducir las hojas y la tapa original se perfora y se coloca una tela fina para la ventilación.

## ¿CÓMO SE REALIZAN LOS RESERVORIOS DE HORMIGAS PREDADORAS?

Una gran experiencia de esta práctica es el fomento de reservorios y su traslado posterior a los campos de la hormiga leona (*Pheidole megacephala*) para la lucha contra el tetuán del boniato (*Cylas formicarius*). Las hormigas predadoras que habitan en los agroecosistemas pueden ser multiplicadas y luego liberadas en los campos mediante procedimientos sencillos que se realizan en la propia finca.

Estos reservorios son aquellos lugares donde se han detectado reservorios naturales de la hormiga o donde existen las condiciones para el establecimiento de los mismos. Estos lugares pueden ser arboledas, áreas donde existan cercados de piña ratón y árboles, cercanos a las áreas donde se cultive plátano.

Una vez localizadas las áreas con reservorios naturales de la hormiga, se seleccionarán aquellas que presenten mayores niveles de población de las mismas, procediéndose a la formación del reservorio artificial, para lo cual se delimitarán en áreas de 1 ha para el caso de las arboledas y platanales, donde no deben realizarse tratamientos químicos de ninguna índole ni deben ser demolidas. En el caso de establecerse el reservorio artificial en áreas de piña ratón y árboles, este se ubicará a lo largo de los cercados y a una distancia no mayor de 2 m de los mismos.

Para iniciar la formación del reservorio artificial, se trasladarán hacia el área delimitada todos los pseudo-tallos de plátano de las áreas que estén en el cultivo y demolición, donde se procederá a cortarlos en trozos de 40 a 50 cm de largo, los que serán ubicados en el área delimitada, formando estibas que deben tener aproximadamente de 10 a 15 cm de largo y entre 0,40 y 0,50 m de altura. En el área del reservorio artificial las estibas tendrán una formación paralela, dejando entre una y otra, una zona de 3 m aproximadamente. Se harán todas las estibas posibles en dependencia de la cantidad de pseudos-tallos que se puede acopiar.

En el caso de no ser suficiente la población de hormigas para iniciar la formación del reservorio artificial, estas pueden trasladarse de otros lugares donde se hayan detectado, utilizando trampas de hojas o pseudo-tallos de plátano, bejuco de boniato, cocos secos u otros residuos de cosecha.

La cantidad de reservorios artificiales de la hormiga a establecer, estará en dependencia del área de boniato a atender con este predador, así como de

la ubicación y lejanía del cultivo. Se recomienda establecer un reservorio artificial por cada 130 hectáreas de boniato a atender.

Los reservorios artificiales de *P. megacephala* deben ser atendidos sistemáticamente para garantizar las condiciones de subsistencia e incremento de las colonias de hormiga, en que es fundamental la alimentación, la humedad y la sombra.

Las estibas de los reservorios artificiales deben ser remojadas con una periodicidad semanal. Se recomienda tapar las estibas con hojas de plátano, pencas de guano o sacos humedecidos, a fin de aumentar la sombra y propiciar humedad lo más estable posible que garanticen la subida de las hormigas a las trampas de pseudos-tallos.

En los reservorios artificiales de *P. megacephala* las zonas de tres m entre estibas, serán consideradas como áreas de pecoreo de las hormigas. En estas áreas se garantizara la alimentación de las hormigas ubicando en recipientes (latas, cartuchos, bolsas de nylon etc.) diferentes sustancias nutritivas ricas en proteínas y carbohidratos, tales como: residuos de comedores, pescado, azúcar etcétera.

Una vez formada cada estiba, será revisada cada 3 o 4 días para detectar la subida de las hormigas a las trampas de pseudo-tallos de plátano y determinar la presencia de los diferentes estados biológicos de *P. megacephala*.

La explotación de las estibas se iniciará tan pronto como se observe la presencia de huevos y reinas en las trampas de pseudos-tallos de plátano; pero aquellas trampas donde se observen estos estados, no serán extraídas de las estibas.

El proceso de extracción de pseudos-tallos de plátano con hormigueros se iniciará por donde se comenzó a formar la estiba. En ningún caso se explotarán las estibas totalmente, o sea, en cada estiba en explotación se dejarán de 3 a 4 m sin explotar, a partir de los cuales se formará una nueva estiba en el mismo lugar. De esta forma se garantiza la continuidad de las poblaciones de hormigas en el reservorio artificial.

La extracción de los pseudos-tallos de plátano con hormigueros se realizará con cuidado, evitando en lo posible perturbar a las hormigas, para ello los pseudos-tallos se colocarán a lo largo de la carreta donde se trasladen como si estuvieran en la estiba y serán tapados con hojas de plátano, pencas de guano o sacos húmedos. Los pseudo-tallos se colocan dispersos en los campos, labor que se realiza en horas

tempranas de la mañana o en horas de la tarde y en días en que no haya señales de lluvias.

Existen experiencias en la utilización de la hormiga leona (*P. megacephala*) y de otra especie (*Tetramorium bicarinatum*) contra picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*).

## ¿CÓMO SE REALIZAN LOS RESERVORIOS DE AVISPAS PREDADORAS?

Las avispas, como insectos predadores, se consideran como un potencial del control biológico y es avalada por resultados en su utilización en varios países.

Entre sus ventajas como controladores biológicos se señalan las siguientes:

- Son oportunistas, con un amplio y flexible rango de presas preferidas, principalmente larvas de lepidópteros.
- En las especies formadoras de enjambres, el gran número de individuos por colonia ejerce una presión significativa sobre el entorno al atrapar mayor cantidad de presas.
- Los nidos y sus poblaciones son estables, pues su duración es de años, con gran capacidad de búsqueda.
- Existen diversidad de especies en las regiones tropicales y subtropicales.

Desde luego, el manejo de estas avispas por el agricultor requiere de cuidados, sobre todo conocimientos sobre sus hábitos de conducta, de forma tal que puedan manejarse con efectividad y el mínimo de riesgos a las personas.

Para que un agricultor comience a manejar las avispas como predadores de insectos plagas, lo primero que debe hacer es saber reconocerlas en el campo, conocer sus nidos y entender sus hábitos de cortesía.

Diversas especies de avispas han sido manejadas por los agricultores mediante la colocación de soportes o casitas para establecer las colonias o acercar los nidos a los campos cultivados, principalmente contra el minador de la hoja del cafeto (*Leucoptera coffeella*) y contra la primavera de la yuca (*Erinnyis ello*), para citar dos ejemplos. En la práctica, también se han observado capturando larvas del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*).

El procedimiento general para el establecimiento de avispas del género *Polistes* es el siguiente:

- Primero se construyen soportes o casitas, los cuales deben ser de estructuras de madera y el techo de guano u otro material. Dichas casitas pueden tener cuatro patas o una sola en el centro, de forma tal que su altura máxima sea de 2,0 m. El tamaño del techo de la casita puede ser de alrededor de 1,0 x 1,0 m. No tiene lados o paredes, es decir, estas casitas están conformadas por el techo y el soporte o patas.
- Los nidos se pueden fijar con alambre en la parte inferior de los techos de dichas casitas, para que estén guarecidas de la acción de las lluvias u otros factores y para que esté fuera del alcance de los niños.
- Estas casitas se colocan en los campos, preferiblemente por donde pasan los canales de agua.
- Para coleccionar el nido, se toma una bolsa plástica, se infla bien para que quede expandida y se acerca al nido, de abajo hacia arriba; una vez introducido el nido se cierra la bolsa y se arranca o despega el pedúnculo del nido sin dañarlo. Posteriormente se introduce por la bolsa una pequeña cantidad de CO<sub>2</sub> u otro gas que duerma las avispas. Una vez dormidas, se abre la bolsa, se introducen las avispas en un frasco de vidrio o plástico de boca ancha con tapa ventilada (malla fina o tela).
- El traslado de los nidos hacia las casitas debe hacerse inmediatamente, para no alterar la colonia. Para ello una vez atado el nido en la casita, se destapa suavemente el frasco y se acerca a su nido correspondiente y se deja para que las avispas salgan lentamente y se observa si reconocen y acuden a su nido.
- Otra modalidad es colocar las casitas y esperar a que las avispas acudan a construir sus nidos, ya que en los campos generalmente no existen condiciones para ello, pues lo principal es que existan superficies secas y duras, como la madera de las estructuras de los techos, las paredes de mampostería u otros materiales. Si existen estas superficies y están protegidas de la luz directa del sol y la lluvia, las avispas fomentan ahí sus nidos en la parte inferior de los techos de dichas casitas.

Es muy importante que estén bien identificados los nidos con las avispas coleccionadas, para que no se confundan. Esta operación requiere entrenamiento para trabajar con avispas, ya que el acceso al nido bruscamente puede alterarlas. También es importante dormir las avispas y pasarlas a frascos porque pueden picar la bolsa de colecta.

## ¿QUÉ IMPORTANCIA TIENE Y CÓMO SE PUEDEN REALIZAR CRÍAS DE REGULADORES NATURALES EN LA PROPIA FINCA?

Las crías rústicas constituyen insectarios que se realizan bajo condiciones de campo, para coleccionar y multiplicar poblaciones de entomófagos que habitan en la finca y que se requiere incrementar o inocular en sitios donde no está presente.

Por supuesto, las poblaciones del biorregulador a criar deben coleccionarse en la propia finca, porque uno de los requisitos técnicos de estas crías es trabajar con poblaciones locales, no introducidas.

Estos insectarios pueden ser de diferentes tipos, a saber:

- Jaulas rústicas de diferentes dimensiones, que poseen varios compartimientos, donde se colocan plantitas en bolsas de nylon, macetas plásticas o de barro. Se cría el insecto fitófago que sirve de hospedante y se inoculan poblaciones del entomófago. Estas jaulas se colocan debajo de arboledas para reducir efecto de radiaciones solares directas y aprovechar condiciones de temperatura y humedad. Son insectarios o jaulas pequeñas.
- Áreas que se aíslan con malla fina, dentro de las cuales se siembran plantas que crían los insectos huéspedes y sus enemigos naturales. Estas se pueden ubicar también debajo de arboledas. Son insectarios de mayores dimensiones, pero directamente en el suelo.
- Instalaciones rústicas, con techo o cubierta de plástico, dentro de las cuales se colocan jaulas de cría. Se utiliza como alimento para huéspedes partes de plantas o plántulas. Son insectarios de mayores dimensiones, pero en la propia finca.

Estos tipos de insectarios se construyen con materiales rústicos o de desecho (figura 4.9.), al igual que las jaulas, que también pueden ser de alambre grueso. La malla debe ser del tipo antiáfido. Se utiliza en la cubierta un tipo de nylon grueso u otros materiales plásticos.



**Figura 4.9.** Muestra de tipos de insectarios de campo para la cría de entomófagos. De izquierda a derecha: para la cría de parasitoides de broca del café, para la cría de cotorritas predadoras en la agricultura urbana y suburbana.

Estas crías rústicas no requieren de sistemas de control de la calidad, ni normas de bioseguridad, pues los hospedantes y los entomófagos se colectan en poblaciones que habitan los mismos agroecosistemas donde se realizan las crías.

La manipulación de estos insectarios puede hacerse por una persona especializada o que comparta otras labores.

En Cuba existen resultados que avalan las ventajas de realizar crías de entomófagos en jaulas rústicas, lo cual se ha adoptado en huertos y organopónicos de la agricultura urbana de casi todo el país. En dichas jaulas se reproducen cotorritas (*Coccinellidae*) de las especies *Cycloneda sanguinea limbifer*, *Coleomegilla cubensis*, *Hippodamia convergens* y *Chilocorus cacti*, que se utilizaron para la lucha contra áfidos, moscas blancas, cóccidos, pseudocóccidos, *Diaphorina citri*, *Ascia monuste eubotea* y otros, que atacan los cultivos de cítricos, hortalizas, plátano, guayaba, maíz, quimbombó, berenjena, plantas ornamentales, habichuela, calabaza, col, noni, acelga, pepino y tomate.

Estos entomófagos se liberan de forma inoculativa (pequeñas cantidades) en la vegetación que crece en los alrededores antes de que se siembre

el cultivo, o inmediatamente que se observan las primeras poblaciones de insectos fitófagos en los cultivos recién trasplantados o en fase de desarrollo.

## ¿CÓMO RECUPERAR Y LUEGO LIBERAR ENTOMÓFAGOS PARASITOIDES DE PLAGAS EN LA PROPIA FINCA?

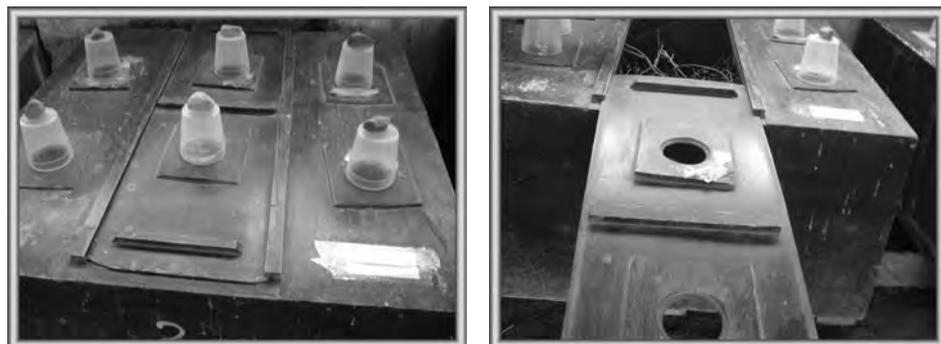
La recuperación de parasitoides es una práctica relativamente poco utilizada por los agricultores; sin embargo, es fácil de preparar y manipular, a la vez que resulta muy efectiva en cultivos permanentes como los frutales.

Existen dos sistemas prácticos con estos propósitos, a saber:

Las cajas de recuperación. Es una práctica muy utilizada para insectos conocidos como guaguas o coccoideos y moscas blancas (Hemiptera) y consiste en construir cajas de madera o cartón, de aproximadamente 1,0-1,5 metros por cada lado, completamente oscuras, excepto un orificio superior donde se coloca un recipiente transparente para la colecta de los parasitoides (figura 4.10).

El procedimiento es muy sencillo, en los campos de cítricos u otros árboles se cortan ramas u hojas que están afectadas por los coccoideos o guaguas y en las cuales se conoce previamente que existen poblaciones de parasitoides efectivos.

Estos órganos cortados se introducen en bolsas de nylon grandes y se trasladan al sitio donde están colocadas las cajas de recuperación. En las mismas se introducen dichas ramas durante aproximadamente 10-15 días para coleccionar los adultos de los parasitoides que emerjan y acudan en el frasco colector atraídos por la luz.



**Figura 4.10.** Cajas de recuperación de parasitoides de Diaspididae en cítricos. Observar las puertas de corredera para introducir las ramas infestadas y parasitadas, así como los frascos colectores de los parasitoides adultos que emergen.

Estas cajas se colocan sobre bases de madera con patas, en las cuales se colocan recipientes con petróleo o grasa para evitar el acceso de las hormigas. El lugar de ubicación de dichas cajas debe ser bajo techo, para evitar el deterioro por las lluvias y la incidencia directa de las radiaciones solares.

Los parasitoides colectados se liberan posteriormente en los campos y sitios donde hay menos actividad de dichos parasitoides o en campos donde estos no se manifiestan.

Pozos de moscas: Es un sistema específico para moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) y consiste en seleccionar sitios en los campos de frutales donde se se abren huecos en el suelo, de aproximadamente 1,0 x 2,0 metros de lado y 1,0 metro de profundidad.

Dichos pozos se cubren con un bastidor o estructura de madera que tenga una malla fina por donde no puedan salir los adultos de la mosca y puedan salir los adultos de los parasitoides.

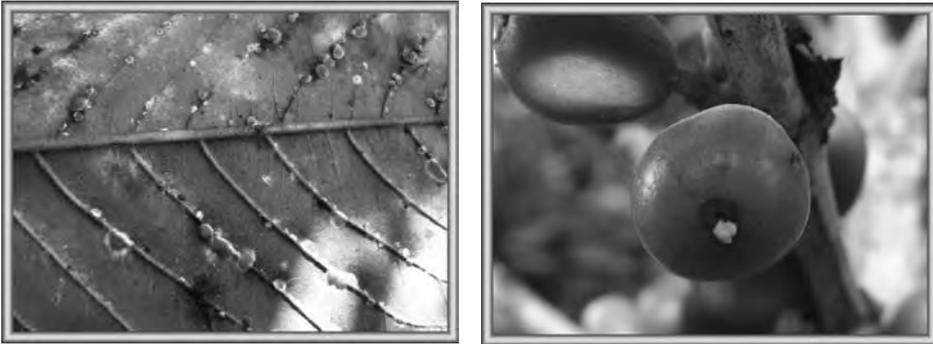
Los frutos que caen al suelo se echan en el pozo y luego se tapa con el bastidor de malla durante aproximadamente 7-10 días, tiempo en el cual los adultos de parasitoides de larvas de moscas de la fruta que han emergido puedan salir hacia el exterior.

El manejo de estos pozos de moscas requiere de mucha pericia del agricultor, para evitar que se echen muchas.

## **¿CÓMO SE REALIZA EL MANEJO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS QUE REGULAN NATURALMENTE A LOS INSECTOS PLAGAS?**

Las epizootias causadas por microorganismos en poblaciones de insectos constituyen una manifestación significativa de estos reguladores naturales (figura 4.11.), sobre todo cuando se presenta en especies que se consideran plagas en cultivos de importancia; sin embargo, la conservación de entomopatógenos en raras ocasiones ha sido considerada en los programas de control biológico.

La manifestación de epizootias en poblaciones de insectos es un fenómeno natural que se propicia por diversos factores, principalmente las características propias del insecto hospedero, del patógeno y del medio ambiente, los cuales interactúan entre sí, además del efecto del manejo que se realiza en el sistema de producción.



**Figura 4.11.** Insectos plagas enfermos por ataques de hongos entomopatógenos. De izquierda a derecha: guaguas o coccidos parasitados por *Aschersoniay* hembras adultas de la broca del café parasitada por *Beauveria bassiana*.

Los insectos, al igual que todo organismo, son sensibles a enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus, nemátodos, protozoarios, como causa primaria, pero pueden existir una serie de factores que interactúan para predisponer al agente infeccioso y al insecto a desarrollar la enfermedad; cuando esta se presenta a niveles de intensidad bajos se le conoce como enzootica y cuando se manifiesta por un cierto período con un alto índice de frecuencia recibe el nombre de epizootia.

Las epizootias pueden ser naturales, cuando se presentan las condiciones para que estos microorganismos entomopatógenos, que son reguladores naturales de los insectos hospedantes, se manifiesten masivamente; también pueden ser artificiales, cuando los entomopatógenos eficientes se reproducen masivamente y se aplican en los campos, como ocurre con muchos de los hongos entomopatógenos que se aplican en Cuba como bioplaguicidas.

Para que las epizootias en insectos fitófagos se presenten se requieren determinadas condiciones, principalmente que el patógeno esté presente naturalmente, que la plaga se desarrolle normalmente en el cultivo y que las condiciones climáticas sean favorables al microorganismo, entre otros factores; todas estas condiciones no siempre coinciden y por ello no es común observar epizootias en los campos cultivados.

En estos casos lo primero que debe hacer el agricultor es observar detenidamente las plantas o partes de estas donde se encuentran los insectos enfermos, para determinar si existen diferencias respecto al hábitat donde esta se manifiesta, con relación a otros sitios donde la plaga está presente, pero la enfermedad no se observa.

Muchas veces, estas son más frecuentes e intensas en sitios húmedos o donde menor incidencia hay de las radiaciones solares, o en sitios menos ventilados del campo, entre otras condiciones del microclima que son determinantes para el desarrollo de estos organismos.

Desde luego, otras veces la epizootia se manifiesta muy localizada y las condiciones climatológicas existen en toda la finca, pero el microorganismo no tiene posibilidades de dispersarse, ya que su mecanismo de dispersión no existe o es bajo.

Ambos criterios o elementos prácticos requieren de mucha observación y pericia, para poder manejar eficientemente la epizootia, lo cual puede hacerse mediante las siguientes prácticas, o sus combinaciones:

- Realizar modificaciones en la finca para crear condiciones propicias para el desarrollo del microorganismo entomopatógeno. Generalmente, esto se logra mediante la diversificación de plantas, las barreras vivas, las coberturas del suelo y las cercas vivas, entre otras prácticas agroecológicas.
- Trasladar insectos enfermos desde las partes del campo o la finca donde se manifiesta la epizootia, hacia los lugares donde esta presente la plaga. En el caso de los insectos sésiles, esto se puede realizar colectando hojas u otros órganos donde están los insectos enfermos, se introducen en una caja de cartón o bolsas de papel y luego se sujetan a las hojas o ramas de las plantas en donde se quieren trasladar. Cuando se trate de insectos móviles, se colectan estos directamente y se dispersan en los campos donde se quieren trasladar.
- Otra forma es colectar los insectos enfermos, introducirlos en un recipiente bien limpio, echarles un poco de agua y batirlos suavemente con una batidora (posición de menos velocidad). Una vez concluido esto, se pueden introducir en una mochila de aspersión y aplicarlo directamente en las ramas donde las poblaciones del insecto fitófago son mayores.

## **5. UTILIZAR MATERIAL DE SIEMBRA DE CALIDAD**

El material de siembra puede ser la semilla botánica, la semilla agámica, las plántulas, las vitroplantas, las yemas y otros que se utilizan para sembrar o plantar campos o parcelas de cultivos y constituye uno de los más importantes procesos en la producción agrícola y forestal, ya que de la calidad de este material depende muchísimo el desarrollo posterior de dichos cultivos.

Por supuesto, para la sanidad de los cultivos el material de siembra debe estar libre de plagas, principalmente los organismos que causan enfermedades (nemátodos, bacterias, hongos, virus, micoplasmas y otros), no solamente por sus efectos sobre la calidad de dicho material, sino porque puede ser portador de organismos que afecten posteriormente el cultivo en el campo.

Por ello la calidad del material de siembra no solamente debe verse como el tamaño, la pureza, el poder germinativo y otros, sino también su fitosanidad. Es decir, calidad total.

### **¿QUÉ IMPORTANCIA TIENE EL MANEJO DE VARIEDADES PARA LA FITOSANIDAD?**

Las variedades de cultivos constituyen uno de los principales componentes de la agricultura, ya que el conocimiento y manejo de estas resulta esencial para lograr los mejores rendimientos, sobre todo las que mejor se comportan bajo las condiciones particulares de cada lugar y tipo de suelo, así como de la tecnología de cultivo que se emplee.

Muchos de los problemas fitosanitarios y de bajos rendimientos en los cultivos se deben a que se emplean variedades generadas para un tipo de tecnología, digamos para cultivos intensivos, en siembras de cultivos en que la tecnología de preparación de suelo, fertilización y atenciones al cultivo es completamente diferente.

Ejemplos clásicos: (1) utilizar una variedad mejorada para respuesta productiva a fertilizantes químicos en siembras donde se utilizan abonos orgánicos solamente; (2) emplear una variedad con respuesta productiva para tratamientos de plaguicidas en siembras en que se emplearán solamente productos biológicos y manejo agroecológico; (3) sembrar

una variedad de áreas de riego en áreas de secano o zonas estresadas por la sequía, entre otros ejemplos.

Por ello, el mejoramiento genético debe ser conducido de acuerdo a la tecnología de cultivo que se va a emplear; incluso, esto no es suficiente, por lo que debe complementarse con validaciones bajo las condiciones particulares de cada sistema agrícola.

Esto sustenta el valor de los métodos participativos en el mejoramiento genético, porque contribuyen significativamente a la utilización de variedades adecuadas a las condiciones particulares de cada finca, incluyendo la susceptibilidad a poblaciones de plagas que habitan en dichas fincas.

Existen variedades con diferente grado de susceptibilidad a determinadas plagas, sobre todo las causadas por fitopatógenos, las hay que son tolerantes porque son atacadas, pero no son tan afectados los rendimientos y existen variedades resistentes a determinados problemas fitosanitarios, todo lo cual es importante conocer para su manejo.

Algunas buenas prácticas fitosanitarias en el manejo de variedades de cultivos son las siguientes:

- Solicitar información sobre susceptibilidad a plagas de las nuevas variedades introducidas, sobre todo las comerciales que son importadas.
- Siempre que sea posible, cuando adquiera una nueva variedad, sembrar una parcela de provocación en época óptima de siembra, para evaluar su comportamiento ante las plagas bajo sus condiciones particulares.
- Evaluar el comportamiento ante las principales plagas de las variedades locales e introducidas y llevar registro histórico de estos resultados.
- En la medida de las posibilidades, manejar una composición de variedades, para evitar o mitigar impactos de plagas, sobre todo las causadas por fitopatógenos.

## ¿QUÉ IMPORTANCIA TIENE EL SANEAMIENTO DEL MATERIAL DE SIEMBRA PARA LA FITOSANIDAD?

La calidad del material de siembra que se traslada al campo es fundamental e implica sus cualidades y que no esté contaminada por plagas. Independientemente del esmero en la obtención de estos materiales, es fundamental hacer una selección previa a la siembra o trasplante, para llevar al campo a los individuos más vigorosos, de mejor porte y que no estén afectados por organismos nocivos.

Es muy importante, que el material de siembra esté libre de organismos nocivos, porque de llevarlos estaría inoculándolos en el suelo o campo y sería un factor que contribuiría significativamente en el debilitamiento de la planta, y por tanto su baja producción.

Últimamente el saneamiento del material de siembra se ha convertido en una práctica fitosanitaria muy valiosa, ya que la semilla botánica, la semilla agámica y las plántulas que van a ser llevadas al campo para la siembra o trasplante estarán libres de plagas, principalmente patógenos, los que son evitados o eliminados en el proceso de obtención de dicho material, lo que está más generalizado en el país en el caso de las casas de posturas para hortalizas, los viveros de ornamentales y las vitroplantas de viandas y otros cultivos, constituyendo una garantía de que la plaga no se lleva al campo y que el material sembrado soporte mejor el estrés de la siembra o trasplante y tenga mayores posibilidades de “escapar” a las afectaciones en el período crítico del cultivo, que es el que más repercute en los rendimientos.

## ¿QUÉ SON LAS MICORRIZAS Y CUÁLES SON SUS APORTES EN EL MANEJO DE PLAGAS?

Las micorrizas son organismos que habitan en el suelo y se asocian a las raíces de las plantas en una relación mutualista. Esta es otra asociación benéfica de las plantas, que tiene varias ventajas:

- Incrementan la superficie de absorción de los pelos radicales.
- Mejoran la absorción iónica y su acumulación, especialmente en el caso del fósforo.
- Solubilizan minerales que se encuentran en el suelo, facilitando así su absorción por las raíces de las plantas.
- Incrementan la vida útil de las raíces absorbentes.

- Aumentan la resistencia a los patógenos causantes de enfermedades a las plantas.
- Aumentan la tolerancia de la planta a las toxinas orgánicas e inorgánicas y los valores extremos de acidez
- Incrementa la resistencia de la planta a las sequías.

En los últimos años la micorrización de cultivos se considera también una práctica en el manejo de plagas, ya que se ha demostrado su efecto en la reducción de afectaciones por hongos fitopatógenos y por nemátodos, en estos últimos de hasta un 40%.

## **¿QUÉ IMPLICACIONES FITOSANITARIAS TIENE LA PRODUCCIÓN DE MATERIAL DE SIEMBRA EN LAS PROPIAS FINCAS?**

Este es un tema muy polémico, ya que generalmente se considera una buena práctica que la producción de material de siembra, sea semilla botánica, plántulas o semilla agámica, debe ser realizada en fincas o estaciones especializadas, donde se garantiza un proceso de producción con la calidad requerida, en que la fitosanidad se sustenta en el enfoque del control para la protección.

Esto es cierto, ya que la sanidad del material de siembra es un elemento básico para evitar pérdidas por organismos nocivos, a la vez que se reducen los riesgos de trasladar organismos no existentes en la finca y la localidad donde se van a sembrar. Por ello existen regulaciones especiales para la producción y el traslado de material de siembra, las que son exigidas por el servicio de sanidad vegetal y sancionadas por la legislación.

Es decir, lo más recomendado es utilizar como material de siembra el que es producido en lugares al efecto y certificado por las autoridades competentes.

Sin embargo, por diversos motivos, muchas veces el agricultor está obligado a utilizar material de siembra de fincas cercanas o adquiridas en la propia localidad de otros agricultores, el que generalmente no reúne los requisitos antes expuestos. Esta situación debe ser evitada por el nivel de riesgos que representa; pero, si fuera absolutamente necesario, es importante considerar lo siguiente:

- Consultar con el técnico de la localidad, y si fuera posible, acudir al servicio de sanidad vegetal para saber la situación fitosanitaria de dicho material de siembra.

- Indagar con el productor que la ofrece, cuáles fueron los problemas que se presentaron y qué medidas de control utilizó, es decir, conocer en breve su historial fitosanitario.
- Seleccionar directamente en el campo el material a trasladar, procurando que esté aparentemente sano. Efectuar el traslado lo más protegido posible y con la mayor rapidez.
- Antes de sembrar o plantar, volver a seleccionarlo para utilizar los mejores.
- Una vez que ha germinado o brotado, observarlo con frecuencia para detectar a tiempo cualquier problema fitosanitario y actuar rápidamente.
- Si detecta alguna problemática fitosanitaria nueva o no conocida, acudir rápidamente a los inspectores del servicio de sanidad vegetal.

Cuando el material de siembra se produce en la propia finca y solamente para su utilización en la misma, se deben considerar los aspectos antes expuestos, pero en este caso se reducen los riesgos de entrada de organismos no existentes en dicha finca.

Cuando se produce material de siembra a campo abierto o semi protegido (figura 5.1), es importante cumplir algunas buenas prácticas, principalmente las siguientes:

- Seleccionar sitios adecuados en la finca, considerando su cercanía a los campos de cultivo, la topografía del terreno y la dirección predominante de los vientos, para reducir las posibilidades de arribo de poblaciones de organismos nocivos.



**Figura 5.1.** Producción rústica de plántulas en microviveros de fincas.

- Limitar el acceso de personas y animales a dicho lugar, para evitar que introduzcan poblaciones de plagas.
- Haber analizado previamente el suelo para detectar la posible presencia de poblaciones de nemátodos.
- Evaluar los antecedentes de dicho campo respecto a cultivos anteriores y organismos causales de enfermedades, para conocer las potencialidades de que existan poblaciones de estos en el suelo. Ante evidencias y sospechas, sembrar antes una o dos cosechas de cultivos supresores o realizar prácticas de control disponibles.
- Utilizar preferiblemente material de siembra certificado o inspeccionado por el servicio de sanidad vegetal.
- Lograr una buena preparación del suelo y esmeradas atenciones culturales.
- Garantizar un frecuente monitoreo fitosanitario y disponer de métodos de control eficientes (efectividad y rapidez de actuación).
- Realizar una cosecha con calidad y procesarla adecuadamente, minimizando el riesgo de afectación por organismos nocivos.

## ¿QUÉ IMPORTANCIA TIENEN LAS CASAS DE MALLA PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN LA FINCA?

Las casas de malla, también conocidas como casas de cultivos, casas de posturas, invernaderos, etc. constituyen sistemas de cultivo muy utilizados para la producción de plántulas y el cultivo de ciertas plantas, principalmente por la ventaja de propiciar un nivel de aislamiento, que es muy necesario para escapar de las condiciones adversas del clima y la ocurrencia de organismos causales de plagas (figura 5.2.).



**Figura 5.2.** Ejemplos de casas de malla para el cultivo de hortalizas y la producción de plántulas. Constituyen un método físico de supresión de poblaciones de plagas, principalmente vectores de enfermedades causadas por virus, entre otras.

Esta última ventaja implica que el sistema de construcción y acceso de las personas, equipos e insumos debe ser muy cuidadoso, ya que cuando entran al sistema poblaciones de algún organismo nocivo, resulta muy costoso su control; si este organismo es del suelo, como por ejemplo hongos o bacterias fitopatógenas o nemátodos fitoparásitos, entonces las prácticas para su reducción son mucho más complicadas.

En particular, la realización de semilleros en casas de malla y sustratos especiales contribuye a que las plántulas estén relativamente libres de estos insectos y los virus que transmite, así como otros organismos nocivos.

## **¿QUÉ IMPORTANCIA TIENE LA SELECCIÓN Y EL TRASLADO DE MATERIAL DE SIEMBRA PARA LA FITOSANIDAD?**

La producción de material de siembra, generalmente no garantiza toda la calidad fitosanitaria requerida, ni está absolutamente libre de riesgos de introducción de poblaciones de especies de organismos nocivos no existentes en las fincas a donde será trasladado.

Por ello, la extracción de material de siembra debe ser sobre la base de una selección positiva; es decir, las plantas que muestren mejor calidad o aspecto y no tengan síntomas de estar afectados por organismos nocivos, tanto en su follaje como en el sistema radicular.

Es importante repetir que la utilización de material de siembra afectado por problemas fitosanitarios no es recomendable ni económica ni ecológicamente.

En el caso de la semilla agámica y las plántulas, es importante que el traslado hacia los campos sea muy cuidadoso, para evitar daños mecánicos, exposición prolongada a las radiaciones solares directas o el calor, entre otros factores que contribuyen a su debilitamiento.

Cuando la plántula o la semilla agámica se trasladan en malas condiciones, son más sensibles a ciertos problemas fitosanitarios.

Estos materiales tienen que enfrentarse al estrés del trasplante, es decir, adaptarse a un nuevo medio, por lo que deben estar en las mejores condiciones para tolerar los ataques de plagas en este momento en que pueden ser muy nocivos.

## ¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SEMILLAS POR EL AGRICULTOR?

Generalmente, las semillas botánicas que se conservan en la propia finca son muy susceptibles a los ataques de plagas de insectos (polillas y gorgojos), ya que muchas de estas especies se manifiestan en el campo cuando las semillas están cercanas a la cosecha o durante el proceso de beneficio, el que generalmente se realiza a la intemperie. También, pueden atacar las semillas durante el almacenamiento, sobre todo cuando este se realiza en locales rústicos no adecuados, los que son fácilmente invadidos por estas plagas, las que muchas veces se establecen en estos lugares y atacan todos los años.

Por ello, las prácticas más promisorias son las preventivas, ya que si el daño esta hecho, se afecta la germinación de la misma. También, puede ser afectada por fitopatógenos e incluso puede ser portadora de estos. Las principales prácticas para reducir afectaciones por plagas de insectos en las semillas botánicas son las siguientes:

- Tamizado. El tamizado de la semilla permite eliminar restos de la cosecha, semillas de malezas, semillas partidas, fases de insectos, etc. Se realiza colocando un nylon o papel sobre una mesa y se utiliza un tamiz rústico, con malla fina (tipo mosquitero). También, se pueden utilizar dos tamices: el primero de orificios con diámetro mayor (tipo cernir arena) y el segundo con malla fina (tipo mosquitero). Todo lo que se separe debe ser eliminado.
- Exposición a temperaturas extremas. Las temperaturas extremas son usualmente las más utilizadas como método de control físico, ya que los insectos no pueden desarrollarse y reproducirse por debajo de 13 °C y sobre los 35 °C. En la agricultura tradicional una práctica común es la exposición del grano al sol, debido a que los insectos no toleran las elevadas temperaturas. Esta práctica es realizada actualmente por los campesinos, la que combinan con la reducción de la humedad de contenido (secado). La exposición al sol mata los huevos, larvas y pupas por deshidratación y ahuyenta los adultos. Desde luego, cuando las semillas se almacenan en refrigeración, además de conservar sus propiedades, se evita el ataque de insectos y, si estuviesen infestadas, estos mueren , y por tanto no continúan su desarrollo. Muchos pequeños agricultores conservan sus semillas introduciéndolas en recipientes de plástico o vidrio, los cierran y colocan en los compartimientos inferiores del refrigerador doméstico.

- Almacenamiento hermético. En un recipiente completamente hermético los insectos plaga que pudiera haber en el grano mueren por falta de oxígeno; además, no existen posibilidades de entrada de nuevas poblaciones de insectos. Hay experiencias con recipientes de metal y plástico, los que deben ser colocados en sitios ventilados y no expuestos a la humedad excesiva. Un requisito de esta técnica es que las semillas deben tener menos del 13% de humedad de contenido. El almacenamiento en recipientes herméticos usualmente se combina con la mezcla de las semillas con plaguicidas botánicos (polvos, partes de plantas) y minerales.
- Mezcla con cal hidratada. La cal es un excelente preservante postcosecha, tanto para frutos y otras partes de la planta como para las semillas. Actúa contra insectos, ácaros y hongos. Pero, no se debe utilizar cuando la semilla se trata con *Trichoderma* u otros bioplaguicidas.
- Mezcla con polvos inertes. Entre los métodos físicos de control de insectos plaga de los granos almacenados se encuentran los polvos inertes, las cenizas y las arenas finas, los que se mezclan con las semillas actuando como barrera física contra el daño por insectos. Estos polvos minerales, comúnmente llamados polvos inertes, tienen un efecto abrasivo o bien absorben los lípidos que forman la superficie exterior de la cutícula de los insectos, facilitando una pérdida de agua que conduce a la muerte por deshidratación. Todos los polvos minerales disminuyen la infestación de las plagas, pero la efectividad está directamente relacionada con la dosis, pues una dosis de 5 g por kilogramo de semilla reduce considerablemente la descendencia de todas las especies evaluadas. Existen buenas experiencias con sílice, cal, zeolitas, ceniza volcánica. Es importante conocer que cuando la semilla es tratada con *Trichoderma* para el control de hongos fitopatógenos, no debe ser mezclada con polvos inertes, excepto con zeolita, que si es compatible con este bioplaguicida.
- Mezcla con zeolita. Su volumen está constituido por el 50% de espacios porosos, lo que le confiere una capacidad de absorción muy significativa. Debido a ello, en muchas ocasiones se compara a las zeolitas con “una esponja”. En resumen, la zeolita es un mineral muy versátil, con varias propiedades que tienen puntos de contactos en un gran número de aplicaciones diferentes, lo cual hace que este mineral se convierta en una buena herramienta para ser utilizada en la solución de una gran cantidad de problemas. Se ha demostrado su efectividad contra plagas de almacén, ya que cuando está en

contacto con huevos, larvas o adultos de gorgojos o con huevos y larvas de polillas, el cuerpo de estos insectos se deshidrata y mueren y, los que logran tolerar este efecto, se reduce su desplazamiento entre los granos. Para la conservación de semillas puede mezclarse con esta al 15-20% del volumen a tratar.

- Control con plaguicidas botánicos. Los plaguicidas botánicos que se preparan de manera rústica por el agricultor para el tratamiento de semillas pueden utilizarse en polvos (órganos secos y molidos) y partes de plantas (pedazos secos), los que no afectan el poder germinativo. Todos se mezclan con las semillas o se vierten sobre la parte superior de estas para protegerlas. Algunas plantas con probados efectos sobre las plagas de almacén son las siguientes: ají o chile (*Capsicum* spp.), ajo (*Allium sativum*), cebolla (*Allium cepa*), cedro (*Cedrela* spp.), *Croton* spp., eucalipto (*Eucalyptus* spp.), hierbas (*Piper* spp.), jaboncillo (*Sapindus* spp.), menta (*Mentha* spp.), neem (*Azadirachta indica*), paraíso (*Melia azedarach*), sasafrás (*Brusera graveolens*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), vetiver (*Anatherum zizanioides*), entre otras.
- Control con aceites. Los aceites que se utilizan en el control de plagas de granos almacenados pueden ser de origen vegetal o mineral. Los aceites de origen vegetal tienen efecto sobre los huevos de los insectos, debido a que los cubre completamente con una película que impide el intercambio gaseoso; además, endurece la cubierta externa (corion) de modo que la larva una vez que completo el ciclo es incapaz de romperlo y emerger; por otra parte, altera el equilibrio osmótico, es decir el huevo pierde tanta agua que se seca el embrión. Actúa contra los demás estados de desarrollo del insecto, al cubrirlos una capa oleosa cuando están expuestos, tapa los espiráculos de respiración matándolo por asfixia. Se han ensayado aceites de diversos granos, principalmente maní, soya, algodón, maíz, girasol, coco, ricino, y otros, con buenos resultados contra gorgojos (Bruchidae y Curculionidae) en concentraciones entre 2-6%.
- Control biológico. Los insectos que atacan las semillas almacenadas tienen diverso enemigos naturales, como insectos parasitoides, insectos y ácaros predadores, hongos y bacterias entomopatógenas, nemátodos parásitos, entre otros. Algunas de estas especies se consideran muy efectivas y han sido utilizadas como controladores biológicos, para lo cual se multiplican masivamente para luego liberarlas (entomófagos) o aplicarlas (bioplaguicidas), principalmente en almacenes convencionales, silos e industrias

de cereales, entre otras. Sin embargo, los bioplaguicidas a base de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*) son más factibles contra coleópteros, porque se pueden mezclar con las semillas o espolvorearlos sobre la superficie de estas. Desde luego, para su utilización hay que tener presente las condiciones de humedad y temperatura del local, así como la hermeticidad del envase, lo cual puede ser un factor limitante.