

6. MANEJAR EL SUELO PARA SUPRIMIR POBLACIONES DE PLAGAS

El suelo de los campos o parcelas para cultivos y de toda la finca es esencial y por ello se considera que es la base de la agricultura; pero, como recurso natural, es necesaria su conservación y mejora continua, para garantizar que se mantengan las propiedades físicas, químicas y biológicas que permitan el cultivo de plantas.

Como se verá más adelante, el manejo agroecológico del suelo involucra prácticas que contribuyen a su conservación y mejora, además de reducir las poblaciones de plagas y favorecer las de sus reguladores naturales, por lo que el suelo es un sistema complejo que se debe manejar como tal y no de manera aislada, como muchas veces sucede, sin considerar los múltiples efectos de la mayoría de las prácticas que habitualmente se realizan, muchas de las cuales pueden reducir poblaciones de plagas, pero otras tienen el riesgo de incrementarlas.

Por ello, el manejo agroecológico del suelo es un enfoque integrador, que favorece servicios ecosistémicos relacionados con el manejo sostenible de tierras.

¿QUÉ RELACIÓN EXISTE ENTRE LA PREPARACIÓN DEL SUELO Y LOS PROBLEMAS DE PLAGAS?

La preparación del suelo constituyen las diferentes labores que se realizan para profundizar o subsolar, invertir el prisma, nivelar, surcar, etc., con el propósito de que esté listo para la siembra o el trasplante y para manejar sus propiedades, entre otros que dependen del tipo de suelo, el clima y el sistema de cultivo, entre otros.

Prácticamente, todas las intervenciones mecánicas que se realizan en el suelo tienen relación con la fitosanidad, principalmente las siguientes:

- Los equipos de preparación del suelo constituyen una de las principales vías de introducción y dispersión de plagas en los campos, debido al suelo que se adhiere en sus estructuras.
- Cuando la preparación del suelo no se realiza correctamente se pueden ocasionar efectos negativos, como son: la compactación que ocasiona los pisos de arado, que limitan el desarrollo de las plantas, las que crecen débiles y más sensibles a problemas fitosanitarios.

También, se favorece el encharcamiento y se reduce la lixiviación de los plaguicidas químicos, entre otros.

- La nivelación del suelo reduce las posibilidades de encharcamiento, que es una de las causas de la ocurrencia de diversas enfermedades en las plantas. También, disminuye las posibilidades de dispersión de semillas, nemátodos y patógenos del suelo por arrastre, a través de las corrientes de agua.
- La subsolación aumenta la ventilación en las capas inferiores del suelo, lo que contribuye a disminuir los patógenos del suelo, incrementa el desarrollo y la actividad de los reguladores naturales y facilita la lixiviación de los residuos de plaguicidas.
- La inversión del prisma también contribuye a la ventilación del suelo y extrae a la superficie estructuras reproductivas de arvenses, así como poblaciones de insectos y ácaros; además, afecta a los patógenos del suelo; pero puede ser negativa porque fracciona estructuras reproductivas de ciertas especies de arvenses contribuyendo a su multiplicación.
- La profundidad del surcado es importante en las raíces y tubérculos, los que al desarrollarse más cercanos a la superficie del suelo están expuestos al ataque de ciertas plagas.
- El surcado tradicional para la siembra facilita el acceso de las plagas del suelo al sistema radicular; es decir, lo expone más a la acción de diversos organismos; en cambio, la labranza de conservación que implica el laboreo mínimo o no laboreo, favorece el desarrollo de la mayoría de los organismos benéficos; sin embargo, exige conocer si el cultivo anterior estaba afectado por nemátodos o patógenos del suelo y la susceptibilidad a los mismos del cultivo siguiente, ya que este es el principal factor que lo puede limitar. Además de la carga tóxica que recibió el cultivo anterior y que se acumula en el suelo y sus posibles efectos residuales sobre el siguiente, principalmente si fueron aplicados herbicidas.

Lo esencial es conocer bien los organismos nocivos que habitan en el suelo, lo cual es muy sencillo, porque el cultivo es la planta indicadora. También es importante limpiar bien los equipos de preparación del suelo antes de utilizarlos, sobre todo si vienen de otras fincas.

¿QUÉ IMPORTANCIA FITOSANITARIA TIENE EL APORQUE COMO PRÁCTICA CULTURAL?

Es una práctica tradicional que consiste en remover el suelo y apilarlo alrededor del tallo de la planta, labor que tiene diversas ventajas.

Lo principal es que reduce las arvenses, disminuye la afectación por patógenos que habitan en el suelo y destruye las pupas de los insectos sobre la superficie del suelo (minadores, thrips, etcétera).

El aporque se realiza mayormente para campos y parcelas cuando es manual, y en mayores extensiones si es mecanizado.

Tiene el riesgo de afectar la planta o contaminarla cuando el implemento las corta o lesiona, momento en que esta se debilita y es penetrada por patógenos secundarios o transmitidos por el implemento utilizado.

¿CUÁLES SON LOS EFECTOS DE LA ROTACIÓN DE CULTIVOS SOBRE LOS PROBLEMAS DE PLAGAS?

La rotación de los cultivos en los campos es una práctica agronómica que ofrece diversas ventajas de carácter económico, químico, físico y biológico, y constituye un sistema que se desarrolla a nivel de la finca y según las condiciones biofísicas de esta.

La rotación de cultivos puede tener propósitos particulares, según las características del suelo y la finca; propósitos generales, para actuar sobre múltiples problemas, entre otros, aunque en la mayoría de los sistemas de rotación lo más importante es la conservación del suelo.

Los principales efectos fitosanitarios son los siguientes:

- Reducción de las malezas, los nemátodos y los microorganismos fitopatógenos que habitan en el suelo, además de algunas plagas insectiles, siempre que el agricultor conozca las especies de estos organismos que se favorecen o deprimen con los cultivos que se incluyen en el esquema de rotación.
- La rotación con cultivos de cobertura es muy recomendada (figura 6.1.), ya que cuando las plantas de estos cultivos se desarrollan (cierran), no dejan espacio para el crecimiento de las arvenses y el cultivo siguiente es menos afectado por estas plantas.

- Algunas plantas cultivadas tienen efectos alelopáticos, propiedad que puede ser aprovechada cuando se incluyen en el esquema de rotación.

El sistema de rotación de cultivos es contextual, pues su éxito depende mucho de las condiciones edafoclimáticas, de las especies de plantas que se cultivan y de las exigencias del mercado, entre otros factores.



Figura 6.1. Los sistemas de rotación que incluyen cultivos que cubren, como el boniato y la malanga, contribuye a reducir los niveles de arvenses en los campos.

Ejemplos de sistemas de rotación de suelos desarrollados y manejados por los agricultores en Cuba para reducir niveles de malezas son los siguientes: Boniato/papa/boniato/papa, boniato/frijol/boniato/papa, boniato/maní/boniato/maní, boniato/papa/leguminosa/papa, maíz/papa/boniato/frijol, maíz/leguminosa/boniato/frijol, maíz/frijol/boniato/papa, sorgo/leguminosa/boniato/frijol, maíz o sorgo/papa/maíz/sorgo.

¿EN QUÉ CONSISTE LA COBERTURA DEL SUELO Y CUÁLES SON SUS EFECTOS EN EL MANEJO DE PLAGAS?

La cobertura del suelo puede realizarse con materiales sintéticos, biomasa o residuo del cultivo y con plantas sembradas al efecto.

Un tipo de cobertura muy utilizado es el mulcheo (del inglés mulching, que traducido al español significa cobertura de suelo) como una práctica agrícola que ofrece grandes beneficios en la supresión de malezas, en la conservación de la humedad del suelo y en la estabilización de su temperatura.

El mulcheo se realiza con materiales diversos y son depositados sobre la superficie del suelo. Entre los mulches naturales y sintéticos más comunes se incluyen los siguientes:

- Materiales vegetales: pajas (de trigo, cebada, centeno y otras), hierba forrajera.
- Productos derivados de la madera: celulosa, madera desmenuzada, cortezas, aserrín.
- Otros materiales orgánicos: hojarasca, turba, estiércoles, compost.
- Productos rocosos: gravas, escorias, piedra triturada.
- Mulches fabricados: yute, fibra de coco, hebras de madera, tiras de papel kraft.
- Mulches sintéticos: asfalto, vinil, plásticos, látex, caucho, adhesivos o pegamentos.

Los efectos físicos principales sobre el suelo son por retención de humedad en el suelo, favorecimiento de su aireación, la formación de agregados, su estabilización y estructura; la protección contra las corrientes de aire, la erosión hídrica y la reducción de la compactación, así como una contribución importante a la mitigación de los efectos de la sequía prolongada.

Los principales efectos químicos son la liberación de nutrientes disponibles y el incremento de materia orgánica en el suelo; y los efectos biológicos son el favorecimiento del desarrollo y la actividad de los microorganismos.

Desde luego, el empleo del mulch debe realizarse con el cuidado de que no se generen efectos negativos, como por ejemplo cuando los restos vegetales que se empleen inoculen semillas de plantas indeseables o poblaciones de organismos nocivos al cultivo.

El arroje de las plantas con material vegetal también es muy utilizado (figura 6.2) y favorece un microclima para el desarrollo de los organismos benéficos, principalmente los reguladores naturales de plagas (entomófagos y entomopatógenos), así como para la actuación de los controles biológicos que se aplican en los campos; además, por confusión repele algunas plagas de insectos inmigrantes, entre otros efectos.

El arroje se ha generalizado en el país en árboles frutales y forestales, así como en algunos cultivos anuales y es muy practicado en zonas afectadas por la sequía y en las costas, entre otros sistemas estresados.



Figura 6.2. El arroje de los subproductos del deshierbe y otras labores es una práctica que ofrece diversos servicios ecológicos.

Por otra parte, las plantas que se consideran de cobertura son aquellas que tienen un sistema radicular poco profundo y cubren la superficie del suelo, por lo que no compiten con el cultivo; en cambio, ayudan a mantener la humedad del suelo, suprimen el desarrollo de las plantas indeseables y protegen el suelo de la erosión por las corrientes de agua.

Existen plantas de cobertura que se asocian a los cultivos, las que se han utilizado más en los frutales y otras plantas perennes, como es el caso del café; aunque, también se sugiere introducir esta práctica en los cultivos anuales, por sus múltiples efectos, principalmente de repelencia y confusión de plagas.

Las plantas que se siembran como coberturas y las plantas adventicias (nobles) que se toleran entre hileras de plantas (camellón) pueden funcionar con efecto fitosanitario, principalmente:

- Limitan o impiden el desarrollo de las plantas indeseables (malezas competitivas).
- Limitan la superficie del suelo para el desarrollo de la pupa de algunos insectos.
- Incrementan las poblaciones de hormigas depredadoras en el suelo.
- Mejoran el microclima en el suelo para favorecer el desarrollo de microorganismos entomopatógenos y antagonistas.
- Favorecen fuentes alternativas de alimento a los adultos de los entomófagos.
- Contribuyen a la actividad de los bioplaguicidas que se aplican al suelo, como son los antagonistas (*Trichoderma*) o los nemátodos entomopatógenos (*Heterorhabditis* y otros).

Otra forma de coberturas vegetales se manifiesta en la rotación de los campos con cultivos que cubren la superficie del suelo, al deprimir considerablemente las poblaciones de plantas indeseables, como es el caso del boniato y la malanga, para citar dos ejemplos de amplio uso en nuestra agricultura.

¿QUÉ SON LAS PLANTAS ALELOPÁTICAS Y CUÁL ES SU IMPORTANCIA EN EL MANEJO DE PLAGAS?

El efecto alelopático de las plantas se manifiesta principalmente en la inhibición de la germinación y el crecimiento. En la práctica, el conocimiento de estas propiedades de ciertas plantas (cultivos y malezas) es importante en los sistemas de cultivos asociados y en las rotaciones de cultivos, así como en las decisiones sobre composición de malezas en los suelos.

Otro elemento importante es que no todas las sustancias liberadas por las plantas son inhibitorias, pues algunas manifiestan efectos estimulantes. La emisión de metabolitos secundarios por las plantas está muy relacionada con la parte de la planta que lo realiza y hacia donde son liberados, lo cual también influye sobre sus efectos.

Aquí es importante tener bien claro que la alelopatía no es lo mismo que la competencia, esta última debida a factores ecológicos, etc.; desde luego, es muy difícil diferenciar en la práctica ambos efectos, por ello se ha propuesto el término interferencia para agruparlos, pues también se ha demostrado que en ocasiones actúan de conjunto.

De hecho, es posible manejar las plantas con estas propiedades para evitar efectos sobre otros cultivos o para propiciar inhibiciones sobre las malezas, en lo cual se ha demostrado la utilidad de incluir en los sistemas de rotación al boniato, la malanga y el maíz, entre otros.

La lixiviación desde las partes aéreas de la planta se produce principalmente por acción del agua de rocío y el riego, que ocurre produciendo acciones fitotóxicas al inhibir la germinación y el crecimiento de las plantas sobre las que cae, lo cual sustenta el uso de las plantas alelopáticas en la supresión de malezas.

Se ha determinado que algunos compuestos liberados por las partes aéreas de la planta no son fitotóxicos hasta después de estar en contacto con el suelo, donde sufren transformaciones.

Entre los factores que influyen en la liberación de sustancias alelopáticas por las partes aéreas están la edad de la planta, la edad del tejido del órgano, la fase fenológica, las características anatómicas de las hojas, la temperatura, la intensidad de la luz y la lluvia, entre otros.

La actividad alelopática de ciertas plantas depende de diversos factores, principalmente los siguientes:

- La sensibilidad de la especie receptora.
- La forma de liberación de la toxina al medio.
- Los efectos de la actividad e interacciones bióticas y abióticas que ocurren en el suelo.
- Las condiciones ambientales.

Las sustancias producidas por las partes aéreas pueden ser carbohidratos, aminoácidos orgánicos, fenoles y otros compuestos.

El proceso de descomposición de restos de cosecha incorporados en el suelo también genera ciertos gases tóxicos de efecto biocida (sobre artrópodos y microorganismos), que se conoce como biofumigación y que está siendo estudiado en las especies de cultivos del género Brassica.

Cuando se habla de la cero labranza, también se tiene presente el efecto de la descomposición de restos vegetales sobre las malezas, ya que los rastrojos acumulados después de la cosecha, al descomponerse, generan una intensa actividad microbiológica, la cual es capaz de producir diferentes ácidos orgánicos.

Entre estos ácidos se encuentra el ácido ferúlico, el cual puede reaccionar con los ácidos orgánicos presentes en la germinación de las semillas de malezas, formando un compuesto químico muy activo llamado estireno, el cual es fitotóxico sobre muchas especies de malezas de hoja ancha.

Estos efectos también pueden ser explotados por el agricultor en el manejo de malezas.

¿QUÉ IMPORTANCIA TIENEN LAS INCORPORACIONES QUE SE REALIZAN PARA MEJORAR EL SUELO?

Las incorporaciones al suelo, sean para mejoras del suelo, para la nutrición de cultivos o para suprimir poblaciones de plagas, deben ser analizadas integralmente, ya que generalmente todas tienen relación y la mayoría son de efectos múltiples, por lo que la compatibilidad de las mismas es muy importante.

Dos ejemplos que evidencian lo antes expuesto son los siguientes:

- Cuando se incorporan abonos orgánicos se favorecen procesos de humificación que contribuyen al incremento de la materia orgánica en el suelo, la que tiene efectos sobre las propiedades del suelo y sobre la nutrición de la planta cultivada; pero, también influye de manera positiva sobre los organismos que habitan en el suelo, principalmente los reguladores naturales de nemátodos fitoparásitos, de bacterias y hongos patógenos del suelo y de artrópodos plagas como insectos y ácaros. Prácticamente, la biodiversidad benéfica del suelo se favorece con esta práctica tan recomendada.
- Es posible lograr incrementos en los rendimientos en suelos infestados por ciertas plagas como hongos (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phyitium* y otros) y nemátodos (*Meloidogyne*) del suelo, cuando se combinan las micorrizas (*Glumus* y otros), los abonos orgánicos (compost, lombricompost y otros) y los bioplaguicidas (*Trichoderma*, *Paecilomyces* y otros) en el sustrato o se incorporan al suelo. Existe diversidad de ejemplos de las ventajas de estas combinaciones; sin embargo, generalmente son poco estudiadas con tal integralidad.

De hecho la incorporación de plaguicidas al suelo también repercute en la biodiversidad benéfica y su utilización continuada debe ser objeto de observación permanente y de manejo adecuado, por sus efectos potenciales sobre la selección de poblaciones nocivas de ciertas especies de plagas.

¿EN QUÉ CONSISTE LA BIOFUMIGACIÓN DEL SUELO Y CUÁL ES SU EFECTO SOBRE LAS PLAGAS?

La biofumigación consiste en aprovechar los efectos biocidas de la descomposición de los restos vegetales en el suelo, lo que puede estar influenciado por factores químicos, microbiológicos y climatológicos, entre otros.

El proceso de descomposición de restos de cosecha incorporados en el suelo genera ciertos gases tóxicos de efecto biocida (sobre artrópodos y microorganismos), que se conoce como biofumigación y que ha sido más estudiado en las especies de cultivos del género Brassica.

Entre estos ácidos se encuentra el ácido ferúlico, el cual puede reaccionar con los ácidos orgánicos presentes en la germinación de las semillas de malezas, formando un compuesto químico muy activo llamado estireno, el cual es fitotóxico sobre muchas especies de malezas de hoja ancha.

Cuando se habla de la cero labranza, también se tiene presente el efecto de la descomposición de restos vegetales sobre las malezas, ya que los rastrojos acumulados después de la cosecha, al descomponerse, generan una intensa actividad microbiológica, la cual es capaz de producir diferentes ácidos orgánicos.

¿EN QUÉ CONSISTE LA SOLARIZACIÓN DEL SUELO Y CUÁL ES SU EFECTO SOBRE LAS PLAGAS?

Una alternativa evaluada y con grandes posibilidades para casas de cultivo, parcelas pequeñas, canteros, sustratos para bolsas, etc. es la solarización del suelo o el sustrato, que se basa en atrapar la energía calórica procedente de los rayos solares, mediante una lámina de polietileno (nylon) transparente que se deposita sobre un suelo (figura 6.3), acantarado y previamente humedecido.



Figura 6.3. Solarización del suelo en una casa de cultivo para reducir poblaciones de plagas del suelo (nemátodos, hongos fitopatógenos y arvenses).

Izquierda: Efecto combinado del nylon que cubre el techo de la casa y el suelo.

Derecha: Solarización en la superficie específica donde se desarrollará el cultivo.

Para controlar nemátodos (*Meloidogyne*) debe permanecer así durante 4 a 6 semanas, en la época de mayor irradiación solar.

Su uso puede combinarse con la adición, antes de tapar, de residuos de cosecha u otras materias orgánicas sin descomponer, ya que el proceso de descomposición de estas libera calor y sustancias tóxicas a los nemátodos y otros organismos del suelo. Es decir, hacer una combinación de solarización con biofumigación.

Las ventajas de este método han sido demostradas para las condiciones de la agricultura urbana, en canteros de organopónicos con una composición de materia orgánica y suelo del 50%, en que se han obtenido reducciones de nemátodos, hongos del suelo y malezas.

¿QUIÉNES SON LAS ARVENSES Y CUÁL ES SU IMPORTANCIA EN EL MANEJO DE PLAGAS?

Las arvenses son las plantas que crecen espontáneamente en los campos, muchas de las cuales compiten e interfieren el desarrollo del cultivo o son reservorios de plagas, por ello se les llama malezas, malas hierbas o plantas indeseables.

Sin embargo, desde el punto de vista agroecológico se reconoce que las arvenses no son tan indeseables o malas, sino que ofrecen determinados servicios ecológicos, principalmente los siguientes:

- Incremento de la biodiversidad en áreas de cultivos intensivos.
- Contribución a la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Contribución a la regulación natural de plagas.
- Efectos en la regulación del microclima y la retención de humedad en el suelo.
- Fuentes de polen y néctar para insectos benéficos (polinizadores, entomófagos).

Por ello, el manejo de las arvenses se presenta como un conflicto de intereses, en que actúan los que solamente aprecian sus efectos nocivos (competencia e interferencia del cultivo, reservorios de plagas, afectaciones a las labores, etc.) y los que tienen una visión más amplia de estos organismos y reconocen efectos negativos y positivos, que dependen mucho del manejo que se realice en los campos de cultivos.

El rol de las arvenses como reservorios de poblaciones de plagas de insectos y sus reguladores naturales ha sido ampliamente demostrado, ya que estas plantas sustentan poblaciones de los insectos fitófagos, muchos de ellos no constituyen plagas; sin embargo, son fuente de alimentación y desarrollo de reguladores naturales de las plagas.

Esto significa que ciertas especies de arvenses se manifiestan como reservorios de reguladores naturales, las que pueden ser toleradas en determinados sitios en que no sean competitivas con los cultivos.

Las flores de algunas de estas plantas contribuyen a la alimentación de los adultos de los entomófagos.

En la práctica se ha podido observar que hay agricultores que toleran algunas malezas como el bleo (*Amaranthus* sp.) y la escoba amarga (*Parthenium hysterophorus*), las que se consideran magníficos reservorios de entomófagos; otros toleran el cardo santo (*Argemone mexicana*) y el romerillo (*Bidens pilosa*), porque han observado a los parasitoides alimentándose de sus flores.

También, las arvenses pueden ser reservorios de hongos, bacterias y virus fitopatógenos que atacan el cultivo o quedan en los campos para la cosecha siguiente, por lo que en este caso deben ser identificadas y evaluadas, para realizar acciones supresivas sobre las mismas. Por otra parte, algunas especies de arvenses son hospederas de nemátodos, las que deben ser identificadas y manejadas, para evitar sean reservorios de estas plagas.

El rol de las arvenses en la conservación del suelo y la regulación del microclima muchas veces es despreciado.

Por lo anteriormente expuesto, la tolerancia de arvenses en los campos cultivados y sus alrededores constituye un reto para los agricultores, toda vez que generalmente estas plantas son consideradas como malas.

Algunas de estas especies pueden ser toleradas en determinados sitios de la finca, pues las experiencias más recientes en el empleo de plantas de cobertura y las asociaciones de cultivos han demostrado que la competencia es relativa y puede ser manejada por el agricultor.

¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES PRÁCTICAS AGRONÓMICAS QUE CONTRIBUYEN A LA REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE MALEZAS EN LOS CAMPOS DE CULTIVOS?

De cualquier manera se ha demostrado que el agricultor puede disminuir las afectaciones por malezas mediante las prácticas siguientes, las que por supuesto estarán en dependencia del sistema de cultivo:

- Aumento de la densidad de plantación (disposición espacial de las plantas). Efecto por disminución de las radiaciones solares sobre la superficie del suelo.
- Manejo de la fecha de siembra. Realizar siembras en períodos de menor desarrollo de las especies de malezas más dañinas. Alejar la germinación y crecimiento del cultivo de los períodos más favorables para estas malezas.

- Sistemas de rotaciones de cultivos. Se ha demostrado tener un gran efecto sobre ciertas especies de malezas bajo condiciones locales. Muy beneficiosos son los cultivos secuenciales, que crean distintos patrones de competencia por recursos, interferencias alelopáticas, alteraciones en el suelo, daño mecánico y otros aspectos.
- Asocios de cultivos. Aumenta la competencia de los diferentes cultivos.
- Siembra de cultivos de cobertura. Es un magnífico método de control biológico de malezas.
- Empleo del mulch y el arrope. Los residuos de cosecha y otros pueden ser esparcidos entre hileras de plantas o alrededor de la base de las mismas y evitan el crecimiento de las malezas.
- Utilización del multi-arado. Extrae a la superficie los sistemas radiculares de las malezas, principalmente las rizomáticas y contribuye a que se deshidraten por la acción de las radiaciones solares.
- Extracción y eliminación de sistemas radiculares en sitios fuera de los campos.

El conocimiento de la latencia de las semillas de malezas en el suelo constituye un elemento básico para su manejo, ya que si el agricultor conoce estas especies y determina su incidencia en los campos, puede conducir su manejo de manera más eficiente mediante las labores culturales y otras prácticas.

Es muy importante entender que la reducción de poblaciones de malezas en los suelos resulta un proceso a mediano y largo plazos, que debe ser bien conducido por el agricultor, campo por campo, para revertir los efectos negativos de malas prácticas de preparación y uso de suelos, así como de utilización de herbicidas, todo lo cual ha contribuido a que ciertas especies de malezas muy perjudiciales predominen.

7. MANEJAR EL CULTIVO PARA REDUCIR ATAQUES DE PLAGAS

Debido a que las poblaciones de plagas han coevolucionado con estas plantas (cultivos), estarán en espera de que dicho cultivo se siembre para afectarlos, por ello es muy importante entender la necesidad de manejar la finca integralmente, como se expresó anteriormente, para contribuir a reducir las poblaciones de estos organismos. Por ello, en las fincas que se han transformado y son diversificadas, los problemas de plagas son menores.

Desde luego, el agricultor sabe que los problemas de plagas son decisivos en determinadas etapas tecnológicas del cultivo; además, conoce cuáles son las plagas que normalmente afectan los cultivos y las que realmente son más nocivas. Por tanto, el manejo del cultivo es esencial y constituye la mayor ocupación del agricultor.

¿QUÉ IMPORTANCIA FITOSANITARIA TIENE LA PLANIFICACIÓN DE CULTIVOS?

Como se ha expresado, la incidencia de plagas en los cultivos puede ser debida a diferentes factores, entre ellos los que contribuyen a la ocurrencia de estos organismos a las plantas desde que brotan, cuando se están desarrollando, en el momento de la floración o cuando fructifican, entre otros.

Existen diversos estudios científicos y una gran experiencia sobre las relaciones entre la fecha de siembra, la secuencia de siembra de campos, las asociaciones de cultivos, la distancia de siembra y otras prácticas propias de las tecnologías de cultivos en la ocurrencia de plagas, todo lo cual puede ser manipulado por el agricultor, lo que no es igual para las diferentes regiones y fincas.

Esto significa que el agricultor tiene una gran influencia en esta situación, por lo que puede influir en que cambien las cosas, alterando este ciclo cerrado de factores que contribuyen a que la mayoría de las plagas se incrementen cuando se siembra el cultivo.

Entonces, si hacemos ajustes o cambios en la fecha de siembra, si hacemos una programación de las siembras que tenga en cuenta por donde aparecen primero las plagas, si introducimos variedades de

comportamiento diferente, si hacemos cambios en la tecnología del cultivo, estaremos interfiriendo en ese ciclo cerrado del comportamiento de las plagas en la finca.

¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LA FECHA DE SIEMBRA PARA REDUCIR LAS AFECTACIONES POR PLAGAS?

La fecha de siembra es el (los) período (s) óptimo (s) para el cultivo de una especie y variedad de planta para las condiciones específicas del sistema agrícola, principalmente la humedad relativa, temperatura, radiación solar, horas luz, entre otras.

En la mayoría de los cultivos básicos las plagas han desarrollado relaciones evolutivas con dichos cultivos, bajo las influencias de las condiciones particulares de cada región agrícola, por ello generalmente, la fenología del cultivo y los diferentes estados de desarrollo de las plagas tienen cierta relación.

Esta relación trófica y funcional es como un patrón de comportamiento, que se altera cuando alguno de los factores determinantes cambia, como por ejemplo: si adelantamos o atrasamos la fecha de siembra, si cambian algunas de las variables del clima, si se producen cambios importantes en la tecnología del cultivo, entre otras.

Lo más notable de esta relación se aprecia cuando alteramos la fecha de siembra: si la adelantamos muchas veces es beneficioso porque la plaga se desfasa con relación a la fenología del cultivo (escape al problema), pero si se atrasa, se acumula mayor población de la plaga lista para atacar el cultivo inmediatamente que se siembre.

Otra connotación fitosanitaria de estas relaciones es cuando introducimos una variedad con un comportamiento diferente. Por ejemplo: Si la variedad es de un ciclo más corto, estará menos expuesta al problema fitosanitario (escape) y si la variedad es de mayor duración la oportunidad de la plaga de causar afectaciones es mayor.

Cuando la variedad se desarrolla en otra época del año, en que pueden ocurrir problemas fitosanitarios inesperados; es decir, pueden ser menores (escape al problema) o mayores por condiciones más favorables e incluso pueden presentarse plagas que antes no ocurrían para este cultivo.

También, resulta importante cuando se dispone de variedades para diferentes épocas del año (escalera de variedades), lo que otorga

mayores posibilidades de ocurrencia de plagas y, lo más importante, es que se acumula mayor población o fuente de inóculo de las plagas, y por tanto las afectaciones serán mayores.

Lo anteriormente expuesto significa que cuando se desarrollan estos cambios en la fecha de siembra, generalmente se buscan mejoras productivas, mayores ingresos y disponibilidades en el mercado; pero se requiere de un manejo efectivo para prevenir o atenuar los efectos de las plagas.

Es necesario evaluar el comportamiento de las plagas cuando se introducen cambios de la fecha de siembra en una localidad, para poder ajustar el programa de manejo de plagas. Por ello se recomienda hacer los cambios primero a menor escala y después de conocer el comportamiento de las plagas tomar las decisiones.

Se recomienda introducir un sistema de monitoreo más detallado y frecuente para las nuevas variedades, sobre todo en los primeros años de su introducción, con el propósito de detectar a tiempo cualquier problema fitosanitario.

¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DEL PROGRAMA DE SIEMBRA PARA REDUCIR LAS AFECTACIONES POR PLAGAS?

Es la programación de la siembra de los diferentes campos en la finca, considerando la fecha de siembra y la ubicación de los mismos. También se considera la programación de las siembras a nivel del territorio, cuando se coordina un programa para todos los agricultores.

El programa de siembra considera por qué campo o lugar de la finca aparece primero determinada plaga, desde qué lado pueden arribar plagas de fincas o campos cercanos, desde dónde los vientos pueden contribuir a la llegada de ciertas plagas, qué plagas se presentan inmediatamente y pueden infestar los primeros campos y dispersarse por los vientos a los otros campos, entre otros criterios que se basan en la experiencia y observaciones específicas de cada finca y sistema agrícola.

Se tiene en consideración los vientos predominantes, para comenzar a sembrar o trasplantar por los campos en dirección contraria a dichos vientos, de forma tal que se disminuya la dispersión de la plaga desde los campos más viejos hacia los de menor edad.

¿QUÉ IMPORTANCIA FITOSANITARIA TIENE EL TAMAÑO Y LA FORMA DE LOS CAMPOS DE CULTIVOS?

Está demostrado que mientras más diversos (tamaño y forma) y numerosos sean los campos o parcelas en la finca, serán menos afectados por las plagas, lo cual se debe a diversos factores, principalmente los siguientes: diversidad de cultivos, reducción de la concentración de hospedantes preferidos, efectos de las corrientes de aire, efectos desorientadores (olor, color, microclima, etc.), efectos del contraste cultivo-suelo, entre otros.

Los argumentos antes expuestos son factores que constituyen las causas principales por las cuales las fincas de monocultivo intensivo son más afectadas por plagas, además de los factores relacionados con el exceso de agroquímicos y la mecanización, entre otros.

¿EN QUÉ CONSISTE LA COLINDANCIA DE CULTIVOS Y CUÁL ES SU IMPORTANCIA PARA REDUCIR LAS AFECTACIONES POR PLAGAS?

Cuando en una misma área (finca, lote, etc.) se siembran campos de un solo cultivo o de diferentes, surge lo que se conoce como cultivos vecinos o colindantes, sean cuando se siembran en canteros, en parcelas o campos.

También, cuando se sabe que una finca colindante o cercana ya sembró el cultivo y puede ser fuente de infestación, en ese lado de la finca se planifican otros cultivos no susceptibles.

Por ello, la planificación de cultivos constituye una de las principales estrategias de manejo de plagas a nivel de la finca y requiere de experiencia, conocimientos de las características de la finca y un gran poder de observación del agricultor.

La mayoría de los problemas de plagas, sean ácaros, insectos, hongos, bacterias, virus, nemátodos, malezas y otros están en la propia finca y sus alrededores, principalmente en el suelo, en los restos de cosechas, en plantas que son hospedantes secundarios y otros lugares donde generalmente permanecen en bajas poblaciones, en espera de que el cultivo preferido se siembre y entonces lo invaden y se multiplican rápidamente y en grandes poblaciones, realizando los daños conocidos.

Entonces la colindancia puede ser negativa, cuando un campo cultivado afecta al campo que está al lado (colindante) o positiva, cuando se benefician mutuamente o uno de ellos beneficia al otro.

Los efectos fitosanitarios de la colindancia de cultivos se resumen a continuación:

- Reservoirios de plagas (colindancia negativa). Cuando uno de los campos es atacado por las mismas plagas que el otro. Puede ser que un campo esté más afectado que el otro, sea porque se sembró primero, porque el cultivo es más preferido por la plaga, porque está más cerca a otro campo o finca donde la plaga es intensa, porque está en la dirección del viento desde campos donde la plaga es intensa, etcétera.
- No hospedante de plagas (colindancia positiva). Cuando los campos vecinos son de plantas de diferentes familias o no hospedan las mismas plagas. También, cuando repelen las plagas del campo vecino o cuando sirven de barrera física a las plagas que pueden arribar de otros campos por cercanía o dirección del viento.
- Reservoirios de enemigos naturales (colindancia positiva). Un campo aporta reguladores naturales al vecino.

Existen experiencias en la agricultura urbana, en que se han determinado las incompatibilidades en siembras de parcelas y canteros de diferentes especies de hortalizas.

También, hay experiencias en áreas extensas de cultivos para plagas de insectos que son vectores de enfermedades. Ejemplos: la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) que transmite virosis en tomate (*Begomovirus*) y otros cultivos; *Thrips palmi*, que afecta la papa, el frijol, el pepino y otros cultivos. En estos casos se recomienda lo siguiente:

- No sembrar campos vecinos hospedantes de la plaga con diferencias de edad mayores de 15 días, para evitar que las poblaciones de la plaga se pasen del campo más viejo hacia el nuevo.
- Cuando en la finca hay que sembrar diferentes campos de un mismo cultivo, comenzar la siembra en los campos ubicados en sentido contrario a la dirección predominante de los vientos.
- Cuando la finca vecina tiene una alta incidencia de la plaga, en el campo más cercano (cerca por medio), sembrar un cultivo no

hospedante de la plaga y, si fuera absolutamente necesario, mantener un chequeo más riguroso en el mismo.

Esto es importante porque los campos más viejos tributan poblaciones de plagas a los más nuevos durante las diferentes fases de su desarrollo.

¿EN QUÉ CONSISTE LA ASOCIACIÓN E INTERCALAMIENTO DE CULTIVOS Y CUÁL ES SU IMPORTANCIA PARA REDUCIR LAS AFECTACIONES POR PLAGAS?

Asociar e intercalar cultivos no es más que la siembra de más de un cultivo en el mismo espacio; es decir, un campo, una parcela, un cantero, etc. (figura 7.1). Sin embargo, hay que tener mucho cuidado con la tendencia a asociar e intercalar cultivos sin un criterio técnico, porque se puede favorecer el desarrollo de ciertos organismos causales de plagas.



Figura 7.1. Ejemplos de intercalamientos de cultivos.

Los efectos sobre la ocurrencia de plagas son diversos, veamos a continuación los más importantes:

- Disminución de la concentración del alimento preferido por la plaga. Cuando se cultiva una sola especie de planta hay mayor concentración del recurso alimenticio u hospedante de la plaga; en cambio, cuando se cultivan dos o más plantas en la misma área, la concentración del alimento disponible u hospedante preferido es menor.
- Barreras físicas. La altura, la arquitectura de la planta, el tamaño de las hojas y otras características físicas de uno de los cultivos asociados, pueden obstaculizar que la plaga se oriente en la búsqueda de su planta preferida.
- Emisión de olores que confunden. Las emanaciones químicas u olores que emiten las plantas no preferidas por la plaga pueden ocasionar efectos de repelencia y de confusión que limitan la búsqueda del cultivo preferido.

- Alteraciones fisiológicas. Cuando las plagas pretenden alimentarse o desarrollarse sobre plantas no preferidas, se altera su funcionamiento como organismo. Igualmente sucede cuando su planta preferida está escasa o le cuesta trabajo localizarla.
- Emanaciones tóxicas. Algunas plantas emiten o segregan sustancias tóxicas a otros organismos. Estos efectos también se manifiestan en el suelo, ya que estas emanaciones del follaje generalmente se lavan hacia el suelo por la lluvia o por el riego. También, el sistema radicular de la planta que emite estas toxinas actúa sobre las plagas del suelo.
- Disminución de la fuente de inóculo de enfermedades. Al existir menor concentración del hospedante preferido, el nivel del microorganismo nocivo disminuye.
- Aumento de benéficos en el campo. La diversidad de fuentes de alimento para huéspedes y presas alternativas, de flores para la alimentación, mejora del microclima, entre otros son factores que favorecen a los reguladores naturales, principalmente entomófagos y entomopatógenos.
- Aumento de benéficos en el suelo. Se incrementa la fauna de hormigas y otros artrópodos que tienen funciones beneficiosas sobre la superficie del suelo y en sus primeros centímetros de profundidad. También favorece el desarrollo de antagonistas de organismos causales de enfermedades a las plantas. La diversidad de sistemas radiculares en el suelo tiene efectos benéficos múltiples.
- Reducción de gastos energéticos. Principalmente combustible, plaguicidas, fertilizantes y mano de obra.
- Reducción de deshierbes. Al estar asociados los cultivos hay menor espacio y luz para el crecimiento de las arvenses, sobre todo cuando estos cierran.
- Mejora del microclima del campo y de la finca, al retener mayor humedad sobre el suelo y reducir el efecto desecante de la superficie foliar que ocasionan las corrientes superficiales de aire.
- Mejora del suelo. Se incrementa el contenido de materia orgánica en el suelo, además de que mejoran sus propiedades físicas y químicas.

Esto significa que el acompañamiento de cultivos no es bueno para las plagas, ya que tienen menor comida o sustrato y se alteran en la búsqueda de su planta preferida, lo cual contribuye a reducir sus daños y su desarrollo

como organismo y, por otra parte, es bueno para los organismos beneficiosos y tienen diferentes ventajas económicas.

Para que estos efectos sean mejores, hay que considerar los organismos nocivos de cada cultivo a asociar, si tienen efecto alelopático de unos sobre otros, si benefician o no a los enemigos naturales, entre otros factores. Esto significa que siempre que se vayan a realizar asociaciones hay que tener en cuenta sus efectos positivos y negativos para evitar errores que afecten la producción.

Desde luego, las mejores experiencias son la asociación de monocotiledóneas (maíz, sorgo) con las dicotiledóneas, porque generalmente no son atacadas por las mismas plagas.

Esta es una práctica muy bien acogida por la mayoría de los agricultores, principalmente en los sistemas de la agricultura urbana y suburbana, los sistemas campesinos, las áreas de autoconsumo, los parceleros y otros.

En Cuba se aprecian buenos resultados, principalmente en el sector cooperativo, donde las asociaciones maíz-frijol se han incrementado y surgen otras variantes muy interesantes, como la asociación maíz-boniato, que permite el aumento de la fauna de hormigas, que actúa



Figura 7.2. Principales usos del maíz por sus efectos ecológicos en los policultivos. De izquierda a derecha: Intercalamiento, barrera viva, mosaico de cultivos y asociación.

sobre el tetuán del boniato (*Cylas formicarius*), a la vez que reduce la ocurrencia de *Spodoptera frugiperda* al maíz (figura 7.2). En estas asociaciones es tangible el incremento de los parasitoides y predadores, que encuentran un hábitat muy favorable para su desarrollo.

Se ha demostrado que por sus características biofísicas, el maíz asociado, intercalado, en barreras vivas y como cultivo en mosaicos de cultivo, tiene los aportes entomológicos siguientes:

- Contribuye al microclima del campo, principalmente porque atenúa las corrientes superficiales de aire, retiene la humedad y reduce la incidencia directa de las radiaciones solares sobre la superficie del suelo, condiciones que tienen efectos sobre la biodiversidad asociada al cultivo.
- Actúa eficientemente como barrera física de poblaciones inmigrantes de adultos de insectos.
- Es sitio de refugio de insectos benéficos ante los efectos de los plaguicidas, las prácticas culturales, las corrientes de aire y las radiaciones solares.
- Es reservorio de poblaciones de enemigos naturales en diferentes huéspedes que habitan en el maíz, principalmente en el cogollo de la planta, que se considera uno de los principales reservorios de entomófagos.
- Contribuye al desarrollo de poblaciones de hormigas en el suelo.
- Contribuye al manejo ecológico de las arvenses.

En particular el intercalamiento de otros cultivos en campos de maíz, como son los de cobertura o bajo porte (boniato, frijol y otros), es una práctica que se ha incrementado debido a que reduce la ocurrencia de la palomilla (*Spodoptera frugiperda*) por confusión en la orientación de las hembras que acuden al campo de maíz a avipositar, se incrementan las poblaciones y diversidad de enemigos naturales de esta plaga y se favorece la diversidad de hormigas predadoras; por otra parte, contribuye a la reducción de las afectaciones por el tetuán del boniato (*Cylas formicarius*) y del salta hojas de los frijoles (*Empoasca kraemeri*).

¿EN QUÉ CONSISTEN LAS BARRERAS VIVAS Y CUÁL ES SU IMPORTANCIA PARA REDUCIR LAS AFECTACIONES POR PLAGAS?

Las barreras vivas son las plantas que se siembran en los lados de los campos o parcelas con diferentes propósitos. También se consideran como tal los llamados "realengos" en los sistemas de riego, entre otros.

Hay barreras vivas de plantas repelentes, de plantas para atenuar las corrientes de aire, como barrera física a poblaciones de plagas que se desplazan entre los campos de cultivos y de plantas para contribuir a la actividad de los reguladores naturales, entre otros propósitos.

Como práctica en la conservación y manejo de reguladores naturales existe diversidad de estudios que demuestran la utilidad de las barreras vivas de maíz, sorgo y girasol, principalmente por lo siguiente:

- Regulación del microclima, al favorecer la humedad y atenuar las corrientes superficiales de aire que afectan los reguladores naturales de plagas y los controladores biológicos que se aplican o liberan en los campos.
- Refugio y multiplicación de reguladores naturales de organismos nocivos.

Cuando las barreras se fomentan con el propósito de limitar la entrada de plagas inmigrantes, deben ubicarse en los lados por donde existe mayor riesgo de arribo desde fincas cercanas; en cambio, cuando se prefiere su actuación en la conservación de reguladores naturales de plagas se ubican en el lado de menor diversidad vegetal de la finca.

¿QUÉ IMPORTANCIA FITOSANITARIA TIENE EL PROCESO DE SIEMBRA Y TRASPLANTE?

La distancia y profundidad de siembra y plantación es propia de las especies de plantas que se cultivan y sus variedades, así como de la tecnología de cultivo que se practica, aunque los agricultores muchas veces realizan experimentos para buscar variantes más factibles bajo sus condiciones particulares.

Además de su importancia económica y tecnológica, la distancia y profundidad de la siembra tiene efectos directos sobre la ocurrencia de ciertas plagas. Las altas densidades afectan el desarrollo de las malezas, pero pueden favorecer algunos microorganismos fitopatógenos. Por el contrario, las siembras espaciadas facilitan las labores, pero las malezas

crecen mejor y logran mayor competencia con el cultivo, además de que muchas plagas de insectos se orientan mejor hacia el cultivo.

En algunos casos las siembras más superficiales exponen la semilla al ataque de plagas que escarban o penetran fácilmente para comérselas o trasladarlas.

Esencialmente, el manejo de estos aspectos depende de la experiencia local, de acuerdo a las características del suelo, el clima, las plagas existentes, las tradiciones y la tecnología del cultivo, entre otros factores.

Muchas de estas situaciones se manejan en la actualidad con el empleo de asociaciones de cultivos de diferentes estratos, de coberturas vivas o muertas, entre otras prácticas.

¿QUÉ IMPORTANCIA FITOSANITARIA TIENE EL PERÍODO DE CRECIMIENTO-DESARROLLO DE LOS CULTIVOS?

Realmente, el período de crecimiento-desarrollo es muy sensible a pérdidas elevadas por plagas. Abarca desde inmediatamente que brota la planta (siembra directa) y posterior al trasplante, hasta que comienza la fructificación.

Es el llamado “período crítico” para la mayoría de los cultivos, por tanto es una etapa decisiva desde el punto de vista fitosanitario.

En este período no se deben tener incidencias medias ni altas de plagas. Las observaciones se realizan cada 5-7 días y, ante la presencia de plagas, realizar evaluación del índice y continuar haciéndolo con la misma frecuencia.

¿QUÉ IMPORTANCIA FITOSANITARIA TIENE EL MANEJO DEL AGUA DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO?

El manejo del agua consiste en garantizar su disponibilidad para el cultivo en el momento y la cantidad necesaria, sin ocasionar efectos secundarios que afecten el cultivo (pudriciones, daños mecánicos, etc.), que contribuyan a la erosión hídrica del suelo y la dispersión e incremento de plagas.

Esto significa que el manejo del agua no es solamente regar el cultivo, sino su uso óptimo. Además, el agua es un recurso natural que no debe

ser utilizado indiscriminadamente. Los efectos fitosanitarios del agua pueden ser positivos y negativos.

Los efectos positivos más importantes son los siguientes:

- Las plantas que están sometidas a un sistema de riego óptimo, de acuerdo a sus necesidades, estarán en mejores condiciones fisiológicas y nutricionales para tolerar las afectaciones por plagas. Las plantas con un adecuado suministro de agua mantienen sus células y la circulación de la savia, haciéndola menos sensible a la nocividad de las plagas. Las plantas estresadas por falta de humedad son más susceptibles a determinadas plagas.
- Cuando la superficie de los órganos de las plantas están húmedos, los productos fitosanitarios tienen mejor actuación sobre las plagas y enfermedades; además, persisten mayor tiempo sobre dichos órganos. Esto es muy importante para los bioplaguicidas.
- El cultivo que está bien regado, mantiene un microclima óptimo para la mayoría de los reguladores naturales de plagas y favorece el desarrollo de epizootias de entomopatógenos.
- El riego por aspersión puede tener efectos mecánicos sobre los adultos de ciertos insectos, ocasionándoles lesiones en sus órganos o su caída al suelo. Esto se ha podido comprobar en el caso de los thrips y las moscas blancas.

Los principales efectos negativos son:

- El exceso de humedad en el suelo contribuye el desarrollo de ciertos microorganismos causales de enfermedades a las plantas, sobre todo cuando hay encharcamiento.
- El agua que circula por el canal de riego o por la superficie del suelo cuando es excesiva, es portadora de plagas, como las semillas de malezas, los insectos, los ácaros, las bacterias y los hongos.

Lo principal en el caso del efecto sobre los patógenos del suelo es evitar fallas en el sistema que favorezcan encharcamientos prolongados.

Para los controladores biológicos es fundamental evitar estas interferencias en la programación de las aplicaciones de bioplaguicidas y las liberaciones de entomófagos.

Las aplicaciones de bioplaguicidas son mejores inmediatamente después del riego y las liberaciones de entomófagos deben esperarse a que se seque la superficie de los órganos.

¿QUÉ IMPORTANCIA FITOSANITARIA TIENE EL PERÍODO DE FRUCTIFICACIÓN-COSECHA?

Esta etapa puede ser importante para plagas que afecten el fruto, por ello las observaciones se mantienen cada siete días y en la etapa final de cosecha se pueden realizar cada diez días.

La cosecha es una etapa importante de cualquier cultivo, y desde el punto de vista agronómico se puede ver como la culminación de todo el proceso o el cumplimiento del objetivo final.

Durante esta etapa las plantas han desarrollado y están en decadencia fisiológica, ya que todas sus energías han estado en función del proceso de fructificación, las hojas y otros órganos son menos apetecibles para ciertas plagas, las que comienzan a emigrar a otros campos o cultivos.

Existen plagas específicas de los frutos, y por lo general estas atacan muy tempranamente, desde la etapa de floración o en el inicio de la fructificación, por lo que el agricultor debe ser muy observador para conocerlas y detectarlas.

También en esta etapa abundan los biorreguladores de plagas, y esto es bueno para regular las poblaciones de plagas existentes y para tributar poblaciones de estos organismos a otros cultivos o al resto de la vegetación de la finca.

No se deben realizar aplicaciones de productos fitosanitarios, ya sean químicos, bioquímicos o biológicos, porque pueden afectar a las personas que realizan esta labor o fijarse estas sustancias en el fruto y después al ser consumido, los residuos pueden tener diversos efectos sobre las personas que lo consuman.

Las plagas que atacan los frutos son muy difíciles de manejar porque generalmente están dentro de estos y puede haber reinfestaciones; incluso, muchas plagas pasan a la etapa de postcosecha, con afectación del producto almacenado, como sucede con ciertas especies de gorgojos de los cereales y de las leguminosas.

Por ello, el procesamiento de la cosecha debe manejarse cuidadosamente, porque puede haber infestaciones por plagas.

8. REALIZAR CONTROL ECOLÓGICO CUANDO SEA NECESARIO

El control ecológico es la supresión de poblaciones de plagas mediante la utilización de métodos ecológicos y constituye todo un potencial de prácticas no siempre conocidas y utilizadas, aunque la mayoría de ellas están al alcance del agricultor en su finca.

Los principales métodos de control ecológico son:

- Productos microbiológicos (bioplaguicidas).
- Artrópodos entomófagos.
- Preparados botánicos.
- Plaguicidas minerales
- Abonos orgánicos.
- Trampas de captura.

Estos se integran de manera compatible con las prácticas agroecológicas de manejo de la finca y de los cultivos, así como del manejo y conservación de la biodiversidad funcional que habita en el sistema de producción (entomófagos, polinizadores, micorrizas y otros organismos) con menores efectos colaterales sobre el medioambiente y la biodiversidad.

¿EN QUÉ CONSISTE Y CUÁL ES LA IMPORTANCIA QUE TIENE EL PROCESO DE TRANSICIÓN PARA ADOPTAR EL CONTROL ECOLÓGICO?

El control ecológico de plagas es promisorio para el manejo sostenible de tierras, siempre que se inserte de manera adecuada; es decir, forme parte de un proceso de transición que comienza con su integración compatible con los plaguicidas químicos, hasta que se adopten de manera efectiva como parte del manejo de la finca.

Esto significa que las poblaciones de plagas en los sistemas agrícolas y los sistemas de producción (fincas) están elevadas como resultado del uso indiscriminado de plaguicidas (poblaciones seleccionadas); por ello en la medida en que se logre transformar el sistema de simple a complejo y se reduzca el uso de plaguicidas químicos, las plagas disminuirán (nuevas poblaciones), y por tanto el control ecológico será más apropiado.

Es importante entender que en el proceso de transición o transformación de las fincas de intensivas (simples) a agroecológicas (complejas), la integración de plaguicidas resulta esencial, pues muchas veces se pretende resolver los problemas de plagas simplemente con sustituir plaguicidas químicos por biológicos (sustitución de insumos), sin considerar que las poblaciones de plagas están elevadas como resultado del uso continuado (durante muchísimos años) e indiscriminado (malas aplicaciones) de plaguicidas químicos.

Por otra parte, muchos de los métodos de control ecológico requieren de los servicios ecológicos que ofrece el sistema de producción, como es el caso de los entomófagos, cuyas poblaciones se desplazan sobre toda la finca en busca de alimentos complementarios (polen y néctar de otras plantas) o el caso de los bioplaguicidas a base de hongos entomopatógenos, que requieren de un microclima y suelo que favorezca su actividad y el desarrollo de espizootias con posterioridad a la aplicación. Estas condiciones solo son propicias cuando la finca ha sido transformada hacia la diversificación.

Desde luego, existen plagas cuyas poblaciones son muy sensibles a los productos ecológicos y en estos casos el agricultor puede prescindir de los químicos.

Por otra parte, hay plagas, como por ejemplo las que habitan en el suelo, que requieren de la realización de prácticas agronómicas supresoras para reducir las poblaciones y poder lograr mejores efectos con los métodos de control ecológico, como algunos fitopatógenos cuya fuente de inóculo está precisamente en el suelo.

Lo antes expuesto de manera sintética, resulta un consejo de que el control ecológico debe ser adoptado como un proceso integral, pues de lo contrario no va a contribuir a la reducción de poblaciones de plagas y se pudiera considerar por los desconocedores de estos aspectos técnico-ecológicos que no es efectivo. Desconocer esta situación ha contribuido al fracaso de muchos programas promisorios de control biológico o ha “matado” en su etapa inicial buenos productos biológicos.

¿CUÁLES SON LAS BUENAS PRÁCTICAS EN LAS APLICACIONES DE CUALQUIER TIPO DE PLAGUICIDA?

Las aplicaciones de productos plaguicidas, sean químicos o biológicos, tienen sus requisitos, los que son específicos para cada producto o tipo de producto; no obstante, existen reglas o normas generales que

contribuyen a mejorar la utilización de estos productos, con el propósito de que sean más efectivos y tengan menos efectos colaterales o no deseados.

En este acápite trataremos de comparar estos aspectos de los plaguicidas sintéticos y los biológicos, no solamente para contribuir a la etapa de transición en que deben ser integrados, sino para que se entiendan características fundamentales para lograr las buenas prácticas en el uso de cualquier tipo de producto plaguicida.

Calidad del producto. Todos los plaguicidas tienen sus parámetros de calidad, sean plaguicidas sintéticos o biológicos. Los bioplaguicidas que se adquieren en los centros de reproducción artesanal deben cumplir los requisitos de calidad siguientes:

- Pureza: 100%
- Concentración de conidios: $1-6 \times 10^9$ c/g
- Viabilidad (% germinación de conidios): 90%
- Estabilidad a temperatura de 10-20 °C: 3-6 meses
- Humedad de contenido: < 20%.

Estos parámetros de calidad deben ser exigidos y son, precisamente, los que garantizan la efectividad del producto, por tanto una buena práctica en el uso de bioplaguicidas es conocer estos aspectos.

Tipo de producto. Los plaguicidas son productos elaborados para controlar poblaciones de plagas, es decir, tienen un efecto demostrado sobre estos organismos, y por tanto se justifica su utilización; pero, no todos los plaguicidas tienen la misma efectividad sobre las poblaciones de las plagas.

Los que son de naturaleza sintética están más concentrados (la sustancia activa) y son más estables (tiempo de almacenamiento, post aplicación, etc.), por lo que generalmente logran altas efectividades (más del 90-95%).

En cambio, los que son elaborados artesanalmente o de manera semi industrial, como es el caso de los bioproductos de origen microbiológico o botánico, son menos estables (tanto para almacenamiento o en campo) porque son más sensibles a los factores climatológicos y sus efectividades son menores, las que por supuesto dependen mucho de la calidad del producto. Por ello, estos tienen mayores requisitos respecto a transportación, almacenamiento y calidad de la aplicación, ya que son

más sensibles a las radiaciones solares directas, las altas temperaturas y el exceso de humedad, entre otros factores.

También aquí es esencial el mecanismo de acción del producto, el cual debe ser conocido por el agricultor, ya que el desconocimiento del mismo puede afectar la calidad de la aplicación, y por tanto la efectividad técnica-ecológica de la misma.

Por supuesto, lo antes expuesto es de manera general, pues existen particularidades, lo que significa que no todos los productos son iguales, como veremos más adelante en el caso de los bioplaguicidas de origen microbiológico.

Número de aplicaciones. Las aplicaciones de productos plaguicidas, sean químicos o biológicos, para el control de poblaciones de plagas, constituye una práctica habitual en el manejo de los cultivos agrícolas; sin embargo, muchas veces estos se emplean de manera indiscriminada, al extremo de que se programan con una frecuencia determinada, la que no se corresponde con la biología de la plaga, es decir, el momento en que la plaga es susceptible o controlada por el producto, con las consecuencias siguientes:

- Pérdida de producto: Por no utilización de la cantidad de producto comercial requerida al realizar mayor número de aplicaciones.
- Costo de la aplicación: Se elevan los gastos de energía (combustible) y mano de obra por concepto de número de aplicaciones excesivas.
- Compactación del suelo: El incremento del pase de personas y equipos sobre el suelo acumula efectos de compactación.
- Efectos colaterales: Afectaciones de la biodiversidad que habita en el campo y sus alrededores (por derivas del producto), principalmente los reguladores naturales de las plagas. Mayor presión del producto sobre las poblaciones de estos organismos benéficos debido a la frecuencia de las aplicaciones.

Por ello, una buena práctica es monitorear las poblaciones de las plagas (índices de infestación) y decidir la aplicación según los resultados de este, para realizar las aplicaciones absolutamente necesarias y evitar las consecuencias antes expuestas.

Momento de la aplicación. Por ello es importante entender que estos productos hay que utilizarlos en el momento preciso y considerar lo siguiente:

- **Ciclo biológico de la plaga:** Los diferentes organismos causales de plagas tienen un momento específico de su ciclo biológico en que son sensibles a los productos plaguicidas, de la misma forma que dichos productos actúan sobre una fase de desarrollo específico, lo cual sucede así para insectos, ácaros, hongos, nemátodos, arvenses y otros organismos que se manifiestan como plagas en los cultivos. Este momento es importante conocerlo, porque de esa forma se logrará una mayor efectividad del producto y un uso óptimo del mismo.
- **Fenología del cultivo:** Los cultivos tienen diferentes etapas fenológicas, es decir, cambios en su desarrollo como cualquier organismo vivo: germinan, crecen, florecen, fructifican. Generalmente, las plagas que atacan a determinado cultivo inician su afectación en determinada fase fenológica, debido a las relaciones coevolutivas entre ambos organismos. Por otra parte, el daño o la expresión económica de una plaga es mayor en determinada fase fenológica del cultivo, por tanto en la fase anterior hay que lograr la supresión de la población de la plaga para evitar las pérdidas, esta etapa también se conoce como período crítico del cultivo.
- **Interferencia con otras prácticas:** Principalmente por la reentrada de personas después de la aplicación; porque una práctica posterior puede reducir el efecto del producto, como por ejemplo un riego aéreo, entre otras.
- **Horario del día:** Las radiaciones solares directas sobre el cultivo y el suelo tienen efectos sobre la superficie de los órganos de la planta y del suelo, los que a su vez influyen sobre las poblaciones de plagas que se desplazan (insectos, ácaros), sobre los tejidos de la planta y sobre el producto aplicado. Es decir, en horarios de mayor intensidad de las radiaciones solares, sobre todo en meses calurosos, no son propicios para realizar aplicaciones de productos plaguicidas. Lo correcto es realizarlas bien temprano en la mañana o en horas del atardecer.
- **Condiciones climatológicas:** Principalmente las corrientes de aire y la lluvia son factores que tienen efectos negativos sobre las aplicaciones de cualquier producto.
- **Momento de la cosecha:** Por supuesto, inmediatamente que comienza la cosecha no se deben realizar intervenciones con productos plaguicidas, excepto aquellos que son necesarios para controlar determinada plaga que se desarrolla en el período de cosecha, los que no deben ser incompatibles con esta. Para el caso de los plaguicidas químicos existen diversas regulaciones sobre este aspecto.

Esto significa que el agricultor debe ser muy cuidadoso en el cumplimiento de estos requisitos técnico-ecológicos y, en el caso de las poblaciones de plagas, hay que observar y evaluar para decidir una aplicación, por ello es importante el diagnóstico para saber cuál es la plaga a controlar, el monitoreo del campo cultivado de manera periódica y atender la señal que ofrece el sistema de señalización del servicio de sanidad vegetal del territorio.

Calidad de la aplicación. Desde luego, lo antes expuesto puede tener efectos negativos o no deseados cuando la calidad de la aplicación no es la adecuada, principalmente por lo siguiente:

- Equipos de aplicación en mal estado técnico, sean manuales o de arrastre. Principalmente por salideros, deficiente agitación, deficiente flujo de la suspensión, etcétera.
- Boquilla del equipo inadecuada o en mal estado.
- Parámetros de aplicación incorrectos, principalmente velocidad de desplazamiento, altura de la boquilla, etcétera.
- Mala preparación del caldo en el tanque del equipo, principalmente por la concentración, la exposición excesiva al sol, mala agitación, mala calidad del agua, etc. (figura 8.1).
- Producto en mal estado de conservación y con pérdida de los parámetros de calidad (físicos, químicos, biológicos y otros).

En síntesis, la calidad en el uso de plaguicidas hay que verla como un proceso durante el cual hay que cumplir con las buenas prácticas, las que son específicas para los diferentes lugares, productos, equipos de aplicación, cultivos y plagas a controlar.

¿CUÁLES SON LAS BUENAS PRÁCTICAS EN LA INTEGRACIÓN DEL CONTROL ECOLÓGICO A LA TECNOLOGÍA DEL CULTIVO?

Este es un elemento clave en el uso de productos fitosanitarios, sean químicos, biológicos o minerales, incluso de los métodos físicos como las trampas de captura, así como de las liberaciones de artrópodos benéficos, pues como se ha expresado, el control ecológico de plagas se relaciona de manera directa con la fase o estadio de la plaga según su ciclo biológico, con la fenología o etapas de desarrollo del cultivo, con las características de la finca (suelo, vegetación, microclima, etc.), con las características del producto (mecanismo de acción, calidad, etc.)



Figura 8.1. La preparación del caldo en las aplicaciones de bioplaguicidas exige: (1) calidad del producto, (2) buena pre mezcla, (3) agitar bien para diluir el producto y separar las esporas del sustrato y (4) filtrar para que al caldo no vayan partículas del sustrato.

y con la tecnología de aplicación (equipos, parámetros, etc.), entre otros elementos como la capacidad técnica y de observación del agricultor, etcétera.

Planificación de productos plaguicidas. Lo primero que debe tener el agricultor es un programa anual de manejo de plagas para la finca, donde aparece su planificación de aplicaciones de plaguicidas, el que es muy importante porque a partir de este es que se gestionan, contratan y adquieren los productos, de forma tal que estén disponibles en el momento en que se decida a aplicarlos. Esta planificación debe ser realizada en consulta con los técnicos, para considerar los nuevos productos, la situación de las poblaciones de las plagas en el territorio, entre otros factores.

No es recomendable trabajar sin esta planificación, aunque en la práctica no se cumpla, pues los problemas fitosanitarios son muy nocivos, y generalmente no dan tiempo para decidir qué producto utilizar o salir a buscarlo. Aquí es muy importante tener contratados los productos biológicos con los centros de reproducción más cercanos. También es recomendable disponer de

tecnologías rústicas para producir algunos plaguicidas botánicos y reproducir entomófagos en la propia finca, lo cual tiene muchísimas ventajas.

Lo segundo es disponer de los equipos de aplicación y que estos estén en buenas condiciones y calibrados, para garantizar la calidad de la aplicación que es muy importante. Las buenas prácticas en limpieza, manipulación, conservación y parámetros técnicos de los equipos de aplicación son fundamentales para lograr la calidad de la misma y su efectividad técnico-ecológica.

Compatibilidad de productos. Se refiere clásicamente a las mezclas de productos para realizar aplicaciones, lo cual ha sido ampliamente estudiado y está bien documentado en el caso de los plaguicidas químicos. En cambio, para los bioproductos existen algunas experiencias, pero aún es un tema en estudio.

No obstante, existen experiencias que demuestran aumento de la efectividad cuando se mezclan dosis subletales de determinados insecticidas con el bioproducto *Bacillus thuringiensis* para el control de lepidópteros; igualmente se logran complementar efectos cuando se mezclan microorganismos y cepas de bioplaguicidas, como es el caso de *Beauveria bassiana* + *Lecanicillium lecanii* + *Bacillus thuringiensis* contra *Thrips palmi*; de *B. bassiana* + *L. lecanii* + *B. thuringiensis* contra *Diabrotica balteata*; así como de *Metarhizium anisopliae* + *B. bassiana* contra *Thrips palmi*, entre otros.

Decisión de la aplicación de productos. Por ello lo más recomendado es que el uso de estos productos, sean plaguicidas químicos, preparados botánicos, plaguicidas minerales, bioplaguicidas o entomófagos, entre otros, hay que insertarlos como parte de la tecnología del cultivo y no como una cuestión aparte y sin relación con el desarrollo de la planta cultivada. Como se explicó anteriormente, los efectos son diversos, pues dependen de las características de la finca, la calidad y características del producto, el sistema de decisiones y la tecnología de aplicación, entre otros factores.

La decisión de realizar una aplicación o intervención con un producto en el campo debe obedecer a un muestreo previo, para decidir la aplicación, lo cual puede hacerse a partir de una metodología de monitoreo u otras, que se sustente en la intensidad de la población de la plaga o de sus daños al cultivo. No es correcto aplicar sin evaluar antes. Aplicar de manera programada es síntoma de que el agricultor no sabe utilizar los plaguicidas o le tiene miedo a las plagas.

Desde luego, la señal para aplicar un producto no necesariamente puede ser un muestreo, ya que cuando existe experiencia, la aplicación puede decidirse por la fenología del cultivo, porque se sabe que la incidencia de la plaga está muy relacionada con el desarrollo del cultivo.

También es usual en el caso de los bioplaguicidas, que actúan con mayor lentitud, decidir la aplicación a partir de que hay presencia de huevos o larvas en el cultivo.

En el caso de los lepidópteros, se puede utilizar como señal la presencia de adultos en las luces durante la noche y, si fuera posible, ubicar una o varias trampas de luz, de melaza o de luz-melaza, en un sitio conveniente, para saber el momento en que están acudiendo los adultos de lepidópteros (mariposas) que son plagas en el cultivo. Cuando las mariposas de las plagas están masivamente en las luces quiere decir que ya están en la finca y que han comenzado a ovopositor en el cultivo, por tanto, en unos días habrá larvas pequeñas comiendo. En este momento se puede comenzar a liberar parasitoides de huevos (*Trichogramma* y otros) y aplicar bioplaguicidas contra larvas (*Bacillus thuringiensis* u otros).

Las plagas, sean de insectos, ácaros, nemátodos, hongos u otras, hay que controlarlas inmediatamente que comienzan sus ataques y mientras estén en bajas poblaciones; cuando alcanzan el índice o umbral económico, ya el control resulta difícil y puede ser exitosa si dispone de un producto altamente efectivo y una buena tecnología de aplicación. Por eso los bioplaguicidas y entomófagos se deben utilizar en etapas tempranas y en baja incidencia de la plaga, porque son productos de acción más lenta, y por tanto la efectividad es acumulativa; es decir, con la primera aplicación por lo general no se logran altas efectividades, en comparación con los plaguicidas sintéticos.

En el caso del tratamiento a semillas botánicas y agámicas, este se realiza previo a la siembra, generalmente por inmersión en el caso de las suspensiones y mediante mezcla o espolvoreo cuando se trata de un plaguicida sólido.

Para las plántulas o posturas de semilleros y viveros el tratamiento se puede hacer por aspersión inmediatamente antes de extraer o sumergir el sistema radicular antes de trasplantar.

Compatibilidad de la aplicación o liberación. La efectividad de los productos ecológicos puede ser afectada por incompatibilidades con otros

productos en la aplicación así como por otras prácticas que se realicen en el cultivo y a este se les llama compatibilidad de la aplicación.

Esto es un aspecto de gran importancia para un uso eficiente de la lucha biológica y otros métodos de control ecológico de plagas en cualquier programa de manejo de plagas, incluyendo el efecto colateral sobre los reguladores naturales que habitan en el agroecosistema.

La actividad tóxica de insecticidas y fungicidas sintéticos sobre los parasitoides, los predadores y otros entomopatógenos, sean estas poblaciones naturales que habitan el agroecosistema o medios biológicos aplicados o liberados. En particular, el efecto tóxico de los plaguicidas sobre los entomófagos es bastante conocido y por ello no se deben realizar aplicaciones foliares de estos productos cuando se están liberando estos controles biológicos o cuando las tasas de regulación natural son elevadas en momentos en que su contribución al manejo de la plaga es importante (esto último depende del cultivo y su etapa fenológica).

Los adultos de entomófagos, sean parasitoides o predadores, se desplazan mediante su vuelo por las razones siguientes:

- Localizar huéspedes o presas en el cultivo.
- Localizar fuentes de alimentación, ya que necesitan del polen y secreciones azucaradas de las plantas para completar su dieta alimentaria para la reproducción.
- Localizar huéspedes o presas alternativas (secundarios) por cosecha del cultivo.
- Localizar sitios de reproducción en períodos en que no está el cultivo (intercosecha, rotaciones de cultivos, etcétera).
- Refugiarse de las intervenciones que se realizan en el campo, principalmente las aplicaciones de plaguicidas, el riego, las labores de cultivo, la cosecha, entre otras.
- Refugiarse de la acción del intemperismo, principalmente radiaciones solares, calor emanado de la superficie de las hojas y el suelo, lluvias, corrientes superficiales de aire, etcétera.

Precisamente durante este desplazamiento estarán más expuestos a cualquier producto que se aplique en el campo.

Se ha demostrado que, aunque los bioplaguicidas son menos tóxicos que los plaguicidas sintéticos, hay efectos sobre algunos enemigos naturales. Por ello antes de aplicar un bioplaguicida, principalmente en

agroecosistemas y cultivos donde la actividad de los enemigos naturales (entomófagos) es relativamente eficiente, deben realizarse evaluaciones previas, para conocer el estadio predominante de la plaga y las tasas de los reguladores naturales existentes (tabla 8.1).

Tabla 8.1. Principales criterios sobre compatibilidad en campo de aplicaciones de bioplaguicidas con los parasitoides (liberados o naturales). Ejemplo de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Momento de la aplicación de bioplaguicida	Estado del parasitoide expuesto	Efectos
Antes de la parasitación (forrajeo del parasitoide)	Adulto	-El parasitoide no actúa en ninfas de la mosca blanca colonizadas por hongos. -El microorganismo o sus toxinas pueden ser patogénicos al adulto del parasitoide.
Posterior a la parasitación	Inmaduro	-El microorganismo no coloniza en ninfas de la mosca blanca parasitadas (las hifas mueren) -El microorganismo aplicado no afecta la actividad del parasitoide (ni durante su desarrollo en el interior de la ninfa ni al emerger de esta).
Posterior a la emergencia del parasitoide	Adulto	-El microorganismo o sus toxinas pueden ser patogénicos al adulto del parasitoide

Sobre los hongos entomopatógenos, los mayores efectos inhibitorios se presentan con los fungicidas sintéticos, aunque también hay efectos de insecticidas. Hay recomendaciones específicas respecto al tiempo que se debe esperar para aplicar un fungicida después de una aplicación con un hongo entomopatógeno, lo que está en dependencia de diversos factores, entre ellos las características del fungicida, el clima y las características del bioproducto. No obstante, lo más recomendado son seis días como mínimo.

Por supuesto, cuando se trate de poblaciones naturales o cuando se desea el establecimiento del entomófago o se espera epizootia del entomopatógeno, las aplicaciones posteriores de plaguicidas sintéticos

no son recomendables, salvo que estos organismos no logren el nivel de regulación necesario.

Cuando existe un sistema de riego por aspersión o llueve, la aplicación de los plaguicidas debe realizarse con posterioridad, ya que el agua bajo presión o gravedad lava el producto de la superficie de la planta y no actúa.

También, pueden afectar las labores culturales que eliminen físicamente los enemigos naturales y los controladores biológicos utilizados o que contribuyan a su afectación por efecto de cambios bruscos en el microclima del campo cultivado, etc. Aquí lo más negativo es cualquier práctica cultural que modifique el microclima del campo cultivado. Esto es particularmente importante para los entomófagos, ya que es conocido el efecto depresivo sobre sus poblaciones por la acción de las corrientes superficiales de aire, por el calentamiento de la superficie del suelo o ambos.

También cualquier labor que elimine las plantas u órganos que constituyen fuentes de refugio y alimentación de los adultos de los entomófagos, sean estas de la vegetación natural o las plantadas con este u otros propósitos, igualmente cuando el insecto plaga es reservorio de reguladores naturales.

Respecto a los entomopatógenos, lo que más inhibe su actividad son las modificaciones del microclima del campo cultivado, ya que estos organismos necesitan alta humedad relativa y son muy sensibles a las radiaciones solares directas.

¿CÓMO SE LOGRA LA MEJOR INTEGRACIÓN EN LA APLICACIÓN DE LOS BIOPLAGUICIDAS?

Bioplaguicidas entomopatógenos. El momento en que se va a realizar la aplicación de un bioplaguicida deben cumplirse determinadas condiciones, principalmente las siguientes:

- Estos bioproductos son muy sensibles al calor y las radiaciones solares, por lo que deben depositarse en lugar fresco y durante su traslado no estar expuestos a la incidencia directa del sol.
- Las aplicaciones deben realizarse preferentemente en horarios de la tarde-noche, para que el microorganismo no sea afectado por las radiaciones solares directas.
- Si fuera posible, la aplicación debe realizarse después del riego, ya que este garantiza una buena humedad en el campo, lo que beneficia el microorganismo.

- La mejor actividad y posibilidades de establecimiento de los entomopatógenos, es cuando la finca es diversificada, principalmente porque se favorece un microclima menos adverso a estos bioproductos. Si no fuera así, es recomendable establecer previamente barreras vivas (preferiblemente de maíz y sorgo).
- Los equipos para aplicar estos bioproductos deben ser fijos, es decir, no se deben utilizar para productos químicos, debido a que los residuos de estos pueden afectar.
- Hay que tener mucho cuidado con el pH del agua que se utilice para preparar los bioplaguicidas, pues si no está entre 5-7 se puede afectar el microorganismo.
- Si después de una aplicación de bioplaguicida se produce una lluvia, hay que repetirla, pues el producto se lava de la superficie de la hoja y otras partes aéreas de la planta.
- La mayoría de los bioplaguicidas se degradan rápidamente bajo nuestras condiciones (menos de 24 horas), sea en campos típicos o en la sombra, así como en cultivos protegidos, por lo que la aplicación debe ser muy eficiente, para optimizar la efectividad del bioproducto.
- La dosis de campo o la concentración de esporas que sale por la boquilla del equipo de aplicación (caldo) debe ser bien determinada.
- Por lo anterior, es muy importante que cuando se adquiere el bioplaguicida en el CREE o la Planta de Bioplaguicidas se exija y observe los parámetros de calidad, ya que esta es la base para lograr una buena efectividad en el campo.

De forma general los bioplaguicidas que no son formulados, es decir, que el producto está compuesto por la biomasa integrada por el microorganismo y el sustrato de crecimiento, las esporas no están concentradas ni protegidas, todo lo cual obliga a cumplir con las condiciones antes expuestas. Por ello, estos microorganismos actúan de manera diferente, es decir, sus conidios deben ponerse en contacto con el cuerpo del insecto, para poder germinar en su superficie, penetrar y enfermarlo.

Estos pueden llegar al cuerpo del insecto por diferentes vías:

- Directamente desde la boquilla del equipo de aplicación (equipos convencionales).
- Al caminar o desplazarse el insecto sobre la superficie de los órganos de la planta donde está depositado el producto.

- Mediante las corrientes de aire que dispersan las esporas en el campo desde cualquier parte donde estén y las depositan sobre el cuerpo del insecto.
- Mediante insectos infectados (esporulados y muertos), cuyas esporas se dispersan por el viento y caen sobre los órganos de la planta o los insectos directamente.
- Mediante insectos infectados (no esporulados, vivos aún) que se desplazan hacia los órganos de la planta donde se desarrollan sus crías, allí mueran y logran contaminar al resto (cogollo de la planta, sistema radicular, entre otros).
- Mediante el lavado del follaje con la lluvia o el riego, lo que dispersa las esporas por los diferentes órganos de la planta y el suelo, contribuyendo a que accedan al insecto.
- A través, de otros insectos, como ciertos predadores, pero que no sean susceptibles al microorganismo y de esta forma trasladan las esporas sobre su cuerpo en su búsqueda del huésped o presa en la planta.
- Mediante trampas de captura-liberación, que consiste en capturar el insecto adulto, infectarlo con el bioplaguicida, y luego liberarlo en el campo. De esta forma la propia plaga se encarga de trasladar el microorganismo hacia los lugares donde están sus poblaciones en el campo.
- Mediante el sistema de riego, principalmente aspersores, que dispersan el bioplaguicida sobre el follaje de la planta o el suelo.
- Depositando el producto sólido o asperjándolo en la base de la planta, para que de esta forma penetre en el suelo favorecido por el riego o la lluvia.

Primero se mezclan con agua para diluirlos y filtrarlos, para finalmente aplicarlos con la concentración requerida para controlar una población de la plaga (dosis de campo), la cual es efectiva cuando se consideran los criterios siguientes:

- En el caso de los hongos entomopatógenos, si la suspensión se deposita directamente sobre la población de la plaga (adulto, larva) que está en sus primeros estadios de desarrollo, es una garantía que habrá efectividad. Si la población de la plaga se encuentra en estadios avanzados (por ejemplo: larvas de estadio tres en adelante), ya el producto no es efectivo porque las esporas del microorganismo no logran penetrar la cutícula del insecto, desarrollarse en su interior y completar el ciclo hasta matarlos y esporular en su superficie.

- En el caso de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis*, si la suspensión se deposita directamente sobre los órganos de la planta (ramas, hojas, frutos) en el momento en que la larva o el adulto se están alimentando de estos órganos. Si la población de la plaga ya no se está alimentando porque la larva está en el último estadio, paso a fase de prepupa o pupa, ya el producto no es efectivo.

Es importante que el agricultor conozca que estos bioplaguicidas artesanales no formulados pierden su viabilidad rápidamente bajo las condiciones de campo, pues generalmente en menos de 24 horas de haber sido aplicados ya no están en la concentración que tiene efecto letal sobre las plagas, principalmente por la acción de varios factores, principalmente los siguientes:

- Dispersión por impacto del agua del producto sobre la superficie de los órganos.
- Efecto de la temperatura de los estos órganos de la planta.
- Efecto de las radiaciones directas sobre las esporas depositadas.
- Efecto de las corrientes de aire sobre las esporas depositadas.
- Fisiología de la planta (velocidad de crecimiento y otros).

Lo anteriormente sintetizado significa que los bioplaguicidas a base de hongos entomopatógenos pueden ser aplicados mediante diferentes técnicas, lo que depende de varios factores, principalmente los siguientes:

- Que la cepa del entomopatógeno esté bien adaptada a las condiciones locales, o sea, autóctona.
- Que la calidad del bioplaguicida sea buena, principalmente alta concentración de esporas, alta viabilidad de las esporas y elevada virulencia.
- Que la aplicación se realice en horario de menos incidencia de rayos solares para que estas esporas no se afecten por los mismos.
- Que el microclima sea adecuado para la germinación de las esporas, principalmente diversificado y con sistema de riego.
- Que se aplique en presencia o bajas poblaciones de la plaga. Estos no se recomiendan para el control en altas poblaciones de la plaga.
- Que la plaga se encuentre en un estado susceptible a la misma. Esto es fundamental, porque la espora del hongo entomopatógeno debe desarrollarse dentro del insecto y debe tener tiempo para ello. Digamos, en larvas o ninfas de estadios avanzados no hay

posibilidades de que el hongo se desarrolle y lo mate. Es decir, debe considerarse la duración de la fase del insecto y la duración del desarrollo del hongo.

Esto sugiere que en determinados sistemas de cultivos no es necesario realizar las aplicaciones de hongos entomopatógenos mediante la cobertura total, lo que significará un ahorro de insumos importantes como combustible y agua, entre otros. Por supuesto, esto depende mucho de las dimensiones de los campos, entre otros elementos particulares que deben ser cuidadosamente analizados. Las técnicas más convenientes de aplicación de hongos entomopatógenos son:

- Equipos convencionales de aplicación (arrastre, mochilas, motomochilas): Aplicaciones de cobertura total, aplicaciones en franjas, aplicaciones localizadas en los focos, aplicaciones en sitios que favorezcan epizootias, aplicaciones inoculativas, etcétera.
- Frascos rústicos de aplicación : Recipientes plásticos de desecho (1,0-1,5 L), en los que se coloca una boquilla rústica para facilitar una entrega de la suspensión con presión no estable, pero suave. El frasco se aprieta para que la suspensión salga con cierta presión. Se aplica directamente a la planta, pero solo en el determinada parte u órgano donde predominan las poblaciones de la plaga en su estado inicial o sobre algunas plantas; no se persigue acceder a toda la población (cobertura), sino a una parte de los individuos. Más recomendada para canteros, parcelas pequeñas, focos de plagas o para aplicaciones inoculativas en campos típicos. La aplicación es para inocular el bioproducto y que se establezca.
- Moteo. Se emplean recipientes o frascos de desecho, preferiblemente plásticos, de diferentes capacidades. En el extremo de estos (boca) se ata una tela o malla fina. En el frasco se introduce el bioplaguicida sólido. Este se motea sobre el cogollo de la planta, por lo que es más propicio para plagas que habitan en este órgano. El rocío facilita que posteriormente el bioproducto se disperse y se establezca.
- Trampas de captura-liberación: Generalmente, son trampas de frascos plásticos de desecho. Se utilizan atrayentes para que acudan las poblaciones de adultos de la plaga. En el frasco se coloca el bioplaguicida en forma sólida, para que los adultos se infecten. Diariamente se extraen dichos adultos y se liberan. Estos insectos infectados se enferman y mueren, al esporular el microorganismo estará inoculado en el campo (planta, suelo, etc.). También se emplean trampas con órganos de la planta que tienen la capacidad

de atraer adultos del insecto, como los pseudo tallos para el picudo negro del plátano.

- Cría-inoculación-liberación. Consiste en realizar pequeñas crías del insecto plaga, infectarlos con el bioplaguicida y luego liberarlos en sitios del campo donde puedan dispersar el hongo entomopatógeno al morir y esporular.

Si el producto no tiene los parámetros de calidad requeridos para matar el estadio de la plaga al cual está dirigido, la aplicación no resultará efectiva y se pierde, con el consecuente gasto de recursos y energía.

Es importante entender que la cantidad de la suspensión que se deposite sobre el insecto (hongos entomopatógenos) y sobre los órganos de la planta (*B. thuringiensis*) debe tener la concentración letal, es decir, la cantidad de esporas del microorganismo que logre penetrar a su interior y causarle la muerte.

Cuando estos requisitos de calidad fallan, influyen sobre la percepción del agricultor respecto a dicho producto, lo cual muchas veces sucede y se dice que el producto no funciona o no controla y en realidad lo que sucedió es que no funcionó la calidad de la aplicación.

Desde luego, en el caso de los bioplaguicidas a base de hongos entomopatógenos, es posible que el microorganismo se establezca y se mantenga actuando mediante un proceso conocido como epizootias, es decir, las esporas del hongo que germinaron y se encuentran sobre los cadáveres de los insectos plagas, se dispersan por el viento y otros factores e infectan otros insectos no enfermos de la población, continuando así actuando en la supresión de la población de la plaga. Por ello, cuando se utilizan hongos entomopatógenos se recomienda crear condiciones de humedad y pocas corrientes de aire para favorecer la epizootia post aplicación.

Bioplaguicidas contra fitopatógenos (hongos, nemátodos, etc.). Estos productos se aplican de diferentes formas, de acuerdo a la tecnología del cultivo y los organismos a controlar, es decir:

- Aplicaciones convencionales (equipos de arrastre, mochila, moto mochila). El biopreparado líquido se aplica sobre el suelo, el follaje de la planta o los productos cosechados. La concentración del microorganismo que sale por la boquilla del equipo de aspersión debe ser de 10^7 connidias/mL.

- Aplicaciones sólidas sobre el suelo en cultivos. Se realizan a 20 g/m² en la superficie del suelo en la zona cercana al tallo de la planta, según el sistema radicular.
- Mezcla con la materia orgánica. El biopreparado se mezcla con la materia orgánica, el sustrato o el suelo, generalmente para semilleros y viveros de diferentes tecnologías. De esta forma ya está en el suelo o sustrato antes de sembrar la planta.
- Inmersión del material de siembra. Esto se realiza antes de sembrar a las raíces de las plántulas y la semilla agámica.
- Inmersión de la semilla botánica (10%). Se puede combinar con zeolita para peletizar las semillas antes de sembrar.
- Colocación en el sitio de siembra. Se coloca el bioproducto sólido o se asperja en forma líquida sobre el surco de siembra o en el hoyo, según el cultivo. En estos casos el microorganismo está actuando inmediatamente que se efectúa la siembra o trasplante.
- Aplicaciones mediante el sistema de riego. Sea por aspersores, gravedad (aniego) u otros. El agua es un vehículo efectivo para dispersar las esporas del microorganismo y llevarlas a cualquiera de los órganos de la planta y el suelo. Es una vía constante de mantener el bioplaguicida actuando.
- Tratamiento a heridas. Especialmente, en árboles (frutales, forestales) que se podan para saneamiento o regulación de estructura. Las heridas de los cortes se tratan con el biopreparado.

Lo antes expuesto permite entender que el uso de estos bioplaguicidas tiene una gran aplicación contra patógenos del suelo, por lo que su integración a la aplicación de abonos orgánicos, la micorrización y otros bioproductos, así como al sistema de riego y sistema de siembra es importante para aprovechar recursos, siempre que se consideren los criterios de compatibilidad en las mezclas y en el campo.

¿CÓMO SE LOGRA LA MEJOR INTEGRACIÓN EN LA LIBERACIÓN DE LOS ENTOMÓFAGOS?

La liberación de un entomófago debe obedecer en primer lugar al momento en que el parasitoides o predador a liberar sea efectivo y esto se relaciona con el estadio y estado de la plaga que parasita o preda, lo que es debido a que sus relaciones evolutivas son muy estrechas, por ello este elemento es muy específico para los diferentes entomófagos que se utilizan, como se especificará más adelante.

Desde luego, muchas veces hay que realizar más de una liberación y ello obedece a que las dosis de liberación no alcanzan el nivel de supresión necesario. En este caso una segunda liberación debe estar muy relacionada con la dinámica poblacional de la plaga en dicho cultivo, para buscar el momento en que se encuentra en su estadio o estado que puede ser parasitado o predado.

Desde luego, en el caso de las liberaciones inoculativas, es decir, para que el entomófago se establezca y continúe actuando como regulador de poblaciones de las plagas, el momento en que se realice la liberación es muy importante para tener éxitos, pues no deben existir interferencias con otras prácticas.

Por ello, las liberaciones para establecimiento se realizan principalmente para cultivos permanentes como frutales y forestales y se efectúan en etapas fenológicas en que menos perturbaciones existan en los campos.

Para cultivos anuales o temporales también existe la posibilidad de realizar las liberaciones inoculativas durante el cultivo o antes de la siembra, esta última principalmente de dos formas:

- En los alrededores de los campos: esto es en ambientes semi naturales de la finca o en los bordes de caminos o cercas que estén cercanas a los campos a sembrar o trasplantar.
- En las barreras vivas: En este caso estas deben sembrarse con antelación al cultivo y ser preferiblemente de plantas entomófilas (maíz, sorgo, girasol, yuca y otras).

En ambos casos se debe considerar la dirección predominante de los vientos y otras perturbaciones que favorezcan u obstaculicen el desplazamiento de los entomófagos hacia el campo cultivado de interés.

¿CONTRA QUÉ PLAGAS SE EMPLEA *Bacillus thuringiensis* EN LA AGRICULTURA?

Es uno de los bioplaguicidas de mayor producción y demanda en la agricultura, se basa en una bacteria entomopatógena de la cual se dispone de cepas efectivas contra larvas de lepidópteros, ácaros y fitonemátodos.

Plagas de insectos. Su mayor utilización es para la lucha contra larvas de lepidópteros, para lo cual el biopreparado se aplican en la etapa en que las larvas comienzan a emerger y durante los primeros estadios, pues

debido a que el microorganismo actúa por ingestión (tiene que penetrar al cuerpo del insecto con el alimento), durante las etapas iniciales se alimenta con mayor intensidad.

Las dosis para la lucha contra insectos se ajustan en dependencia de la concentración final del producto, del tipo de plaga y del grado de infestación, aunque generalmente están alrededor de 1-2 L/ha. La solución final de aplicación no debe tener menos de 10^7 esporas/mL. Las plagas de insectos que pueden ser suprimidas con efectividad con este bioplaguicida son las siguientes:

- Polilla de la col (*Plutella xylostella*), que ataca el repollo y el berro.
- Gusano de la col (*Ascia monuste eubotea*) que se alimenta de las hojas que aún no han cerrado.
- Palomilla o gusano del cogollo (*Spodoptera frugiperda*). Se aplica desde que brota la planta y aparecen las puestas de huevos sobre las hojas y las primeras larvitas en el cogollo. Se recomienda utilizar la cepa LBT-24 en dosis de 1-2 L/ha. También se puede utilizar cuando esta plaga ataca el arroz y el sorgo.
- Larvas de gusanos (noctuidos) en hortalizas y viandas, principalmente el falso medidor (*Trichoplusia brassicae*), el gusano del fruto del pimiento (*Heliothis zea*). Para este último la aplicación debe realizarse oportunamente, para que el producto actúe cuando la larvita no ha penetrado el fruto o lo ha hecho recientemente, pues cuando está ya en su interior el producto no accede a la parte del fruto donde se está alimentando o ya la larva ha dejado de hacerlo por estar desarrollada.
- Larvas de los gusanos de las cucurbitáceas (*Diaphania* spp.).
- Larvas de las primaveras de la yuca (*Erinnyis ello*), del tabaco (*Manduca sexta*), de la fruta bomba (*Erinnyis alope*) y del boniato (*Herse cingulata*), que son muy bien controladas con la cepa LBT-24 a dosis de 1-2 L/ha, siempre que se aplique cuando las larvas se están alimentando.
- Larvas del falso medidor de los pastos (*Mocis latipes*), que también puede atacar a la caña de azúcar, en dosis de 1-2 L/ha. Es muy importante que el bioproducto llegue a todo el follaje de la planta, que en el caso de estas gramíneas es denso.
- Larvas del cogollero del tabaco (*Heliothis virescens*), en este caso la cepa LBT-21, en dosis de 1 L/ha.

- Larvas del perforador de la fruta bomba (*Davara caricae*) en dosis de 1-2 L/ha. Garantizar una alta solución final y presión del equipo para que el bioproducto llegue a los sitios donde está la larva, la que además tiene cierta protección porque se desarrolla entre los frutos que están unidos y en la zona del pedúnculo de estos.
- Larvas del pega pega de los frijoles (*Hedylepta indicata*) en dosis de 1-2 L/ha. Garantizar una buena cobertura y presión del producto en la aplicación, ya que las larvas están en las hojas dobladas, dentro de las cuales se alimenta, por lo que el bioproducto debe acceder a estos sitios.
- Larvas del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*). A pesar de que la larva se desarrolla en el interior de la mina, se puede lograr efectos de este bioproducto cuando la aplicación tiene buena cobertura y se realiza en el momento en que los adultos han puesto los huevos y la larvita comienza a perforar para practicar la mina.
- Larva del minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*) en hortalizas, granos y viandas. El efecto de este bioproducto contra los agromícidos ha sido muy discutido, pero se ha demostrado en la práctica que resulta efectivo por dos motivos, uno directo y otro indirecto. El efecto directo es sobre las larvitas recién emergidas, antes de que penetren en la hoja para hacer la mina y el efecto indirecto es que facilita la actividad de los parasitoides sobre las larvas en las minas al no utilizarse plaguicidas químicos, estos últimos muy nocivos contra los parasitoides, que son diversos y muy efectivos.

Plagas de ácaros. También se ha incrementado su uso en la lucha contra ácaros (cepa LBT 13), principalmente el ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) en hortalizas, papa y cítricos a 1-2 L/ha; el ácaro rojo (*Tetranychus tumidus*) en banano y plátano a 5-10 L/ha; ácaro del moho (*Phyllocoptruta oleivora*) en cítricos a 20 L/ha y otros.

Nemátodos. Se han realizado aplicaciones contra nemátodos de cepas que han demostrado efectividad.

¿CONTRA QUÉ PLAGAS SE EMPLEA BEAUVERIA BASSIANA EN LA AGRICULTURA?

Es el más utilizado entre los hongos entomopatógenos que se producen en Cuba como bioplaguicidas y básicamente se utiliza una cepa en todo el país contra adultos de coleópteros, la que se ha demostrado es muy efectiva (cepa LBB-1), aunque también se ha utilizado una cepa de Pinar del Río con buena efectividad contra áfidos y otros hemípteros y, más

recientemente se emplean cepas locales en la lucha contra adultos de la broca del café (*Hypothenemus hampei*).

Las plagas de insectos que son suprimidas eficientemente por este microorganismo entomopatógeno son las siguientes:

- Adultos del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*) en banano y plátano. Para las siembras nuevas se realiza la primera aplicación en el momento del trasplante mediante la desinfección del chocho (inmersión en suspensión del bioproducto) y la aplicación al hoyo (espolvoreo del producto sólido). En plantaciones se puede aplicar directamente en la base de la planta (producto sólido). También se puede utilizar trampas de pseudotallo, las que se levantan y cuando se observan los adultos que fueron atraídos, se realiza una aspersión del biopreparado y se retira la trampa, lo cual garantiza que una parte de la población muera por la acción del bioproducto y otra se traslade a los chopos y contamine el resto de la población del insecto.
- Adultos del tetuán del boniato (*Cylas formicarius*). Para la desinfección de la semilla se sumergen los esquejes durante 2-3 minutos en la solución al 5% (5 Kg en 100 L de agua). En plantaciones se combina con el uso de trampas de feromona, para lo cual se colocan 16 trampas/ha y semanalmente se asperja una superficie de un metro alrededor de la trampa a dosis de 1 L/trampa. Se mantiene la trampa en la misma ubicación durante tres semanas consecutivas, luego se cambia la ubicación a 12 m de distancia y así sucesivamente hasta el día antes de la cosecha. Existen variantes a este procedimiento, las que han sido innovadas en la práctica.
- Adultos del picudito acuático del arroz (*Lissorhoptrus oryzophilus*). Se aplica al suelo después del trasplante o en el segundo aniego.
- Adultos del picudo verde-azul de los cítricos (*Pachnaeus litus*). Se aplica al suelo contra larvas y al follaje de la planta contra los adultos, según el momento de ocurrencia en estas partes.
- Adultos de crisomélidos, principalmente el crisomélido común (*Diabrotica balteata*) en hortalizas y el crisomélido verde brillante en el boniato (*Typophorus nigrinus*). En estos casos el bioproducto se aplica al follaje de las plantas, que es donde estos insectos realizan su daño a las hojas.
- Adultos del tuétano de la yuca (*Lagochirus dezayasí*). Se utiliza en lugares donde esta plaga incide, para lo cual se desinfecta el cangre antes de la siembra mediante inmersión en suspensión del bioproducto.

- Adultos de chicharrones o gallegos (*Phyllophaga* spp.) en pina, viveros de pino, cítricos y otros cultivos. Los adultos de estos insectos atacan el follaje de las plantas y sobre este es que se realiza la aplicación cuando están atacando, de manera que se reduzca la población.
- Adultos del escolítido perforador de ramas del café robusta (*Xylosandrus compactus*). Los adultos perforan las ramas tiernas en la parte terminal de la planta, por tanto la aplicación del bioproducto debe dirigirse al brote.
- Adultos de la broca del café (*Hypothenemus hampei*). Las hembras adultas vuelan dentro de los cafetales para localizar frutos óptimos con vistas a perforarlos y ovopositar en su interior. Por ello, las aplicaciones foliares deben estar dirigidas a toda la planta y en el momento que se observan los primeros frutos hechos a maduros. Una vez que la hembra ha penetrado al interior del fruto, ya el biopreparado no logra su acción.
- Bibijagua (*Atta insularis*). Las aplicaciones del biopreparado deben estar dirigidas al hoyo, para que logren penetrar y actuar sobre toda la población del nido, incluyendo el hongo del cual se alimentan. Se aplica con la mochila sin boquilla.
- *Thrips palmien* papa, frijol, pepino y otros cultivos. Se aplica en presencia de la plaga y puede ser mezclado con otros bioplaguicidas.
- Salivita de los pastos (*Monephora bicincta*). Se aplica contra poblaciones en la base de las plantas.
- Falso medidor de los pastos (*Mocis latipes*). Las aplicaciones se dirigen al follaje contra las larvas.
- Chinche de encaje del aguacatero (*Pseudacysta perseae*). Aplicar sobre el follaje en plantas jóvenes y sobre el tallo en árboles, pues en los árboles viejos las hormigas que se desplazan por el tallo hacia la copa del árbol son potencialmente distribuidoras de las esporas del entomopatógeno.
- Chinche de encaje (*Corythucha gossypii*) en plátanos. Se aplica sobre el follaje contra poblaciones de inmaduros y adultos,
- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en hortalizas y granos. También controla la mosca blanca, sobre todo en épocas más calurosas y puede ser combinada con el bioplaguicida a base de *Lecanicillium lecanii*.
- Descortezador del pino (*Ipsspp.*). Se aplica sobre el tallo de los árboles, con alta solución final para que penetre por las perforaciones. Las hormigas que cohabitan en el tallo son potencialmente dispersoras de las esporas del bioplaguicida.

¿CONTRA QUÉ PLAGAS SE EMPLEA *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii* EN LA AGRICULTURA?

También es de amplio uso en la agricultura, por sus efectos contra moscas blancas, pulgones, cochinillas harinosas, chinches, trips y otras plagas (Cepa Y-57). Este hongo es más efectivo en los períodos frescos y puede aplicarse solo o en mezclas con *Beauveria bassiana*, para aumentar su efectividad.

La primera aplicación se realiza cuando aparecen los estadios inmaduros de las plagas y durante las primeras semanas, ya que cuando la plaga alcanza los estadios intermedios y finales, la aplicación ya no resulta eficiente, pues ésta completa su ciclo antes de que el hongo logre penetrarla y matarla.

Se utiliza en la lucha contra las plagas siguientes:

- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate, frijol, papa, pimiento, pepino y otros.
- Pulgón (*Aphis gossypii*) en fruta bomba y otros.
- Pulgón verde (*Myzus persicae*) en tabaco y otros.
- Pulgón de la col (*Brevicoryne brassicae*) en col o repollo.
- Pulgón de la col (*Lipaphis erizini*) en col o repollo.
- *Thrips palmi* en diversos cultivos.
- Otras plagas de insectos.

También este bioplaguicida es efectivo contra garrapatas del ganado (*Boophilus microplus*). Se aplica directamente al animal y sobre el pasto.

¿CONTRA QUÉ PLAGAS SE EMPLEA *PAECILOMYCES* *FUMOSOROSEUS* EN LA AGRICULTURA?

No se reproduce con frecuencia, pero se ha demostrado ser efectivo contra la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y otros insectos, a saber: *Aphis gossypii* (pulgón), *Myzus persicae* (pulgón verde), *Brevicoryne brassica* (pulgón de la col), *Plutella xylostella* (polilla de la col), *Liriomyza trifolii* (minador de la hoja), *Spodoptera frugiperda* (palomilla del maíz), *Toxoptera citricidus* (pulgón de los cítricos) y otros.

¿CONTRA QUÉ PLAGAS SE EMPLEA *Metarhizium anisopliae* EN LA AGRICULTURA?

Se emplea contra coleópteros, lepidópteros, salta hojas y otras plagas, a saber:

- Picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*). Para las siembras nuevas se recomienda realizar la primera aplicación en el momento del trasplante. También se debe desinfectar el chopo antes de sembrar. En plantaciones se puede aplicar en la base de las plantas y combinado con trampas de pseudotallo.
- Adultos del tetuán del boniato (*Cylas formicarius*). Para la desinfección de la semilla se sumergen los esquejes durante 2-3 minutos en la solución al 5% (5 kg en 100 L de agua). En plantaciones se combina con el uso de trampas de feromona, para lo cual se colocan 16 trampas/ha y semanalmente se asperja una superficie de un metro alrededor de la trampa a dosis de 1 L/trampa. Se mantiene la trampa en la misma ubicación durante tres semanas consecutivas, luego se cambia la ubicación a 12 m de distancia y así sucesivamente hasta el día antes de la cosecha.
- Adultos del picudito acuático del arroz (*Lissorhoptrus oryzophilus*). Se aplica al suelo después del trasplante o en el segundo aniego.
- Adultos del picudo verde-azul de los cítricos (*Pachnaeus litus*). Se aplica al suelo.
- Bibijagua (*Atta insularis*). Las aplicaciones del biopreparado deben estar dirigidas al hoyo, para que logren penetrar y actuar sobre toda la población del nido, incluyendo el hongo del cual se alimentan. Se aplica con la mochila sin boquilla.
- *Thrips palmi* en papa, frijol, pepino y otros cultivos. Se aplica en presencia de la plaga y puede ser mezclado con otros bioplaguicidas.
- Salivita de los pastos (*Monephora bicincta*). Se aplica contra poblaciones en la base de las plantas.

¿CONTRA QUÉ PLAGAS SE EMPLEA *Neomurea rileyi* EN LA AGRICULTURA?

Se ha demostrado que este hongo entomopatógeno es efectivo contra *Spodoptera frugiperda* (palomilla del maíz), *Heliothis virescens* (cogollero del tabaco), *Anticarsia gemmatilis* (gusano del frijol de terciopelo).

¿CONTRA QUÉ PLAGAS SE EMPLEAN LOS NEMÁTODOS ENTOMOPATÓGENOS EN LA AGRICULTURA?

Los nemátodos entomopatógenos o entomonemátodos están capacitados para buscar y matar rápidamente a su hospedador, muestran una alta virulencia y elevada tasa de reproducción y se establecen en el suelo si las condiciones de humedad son buenas, por lo que ha de esperarse que sea suficiente con una aplicación para cultivos permanentes; aunque en el caso de los cultivos que se cosechan y siembran anualmente es necesario aplicar de nuevo, igualmente en los suelos estresados.

Para lograr disminuir los efectos de los factores bióticos y abióticos sobre la eficacia de los nemátodos y su persistencia, se recomienda la aplicación inundativa de una concentración alta (de hasta 1-1,5 millones de J_3/m^2) como estrategia inicial para asegurar que suficientes nemátodos se pongan en contacto con el insecto objetivo.

Las aplicaciones foliares deben realizarse de según la relación fenología del cultivo-fase de la plaga o de acuerdo con los muestreos que se realizan para la señalización, preferentemente en horas de la tarde y después de haber realizado un riego. El momento de la aplicación está en dependencia de las características de la plaga, el cultivo y su tecnología y la fase del insecto sobre la cual actúan.

Los nemátodos entomopatógenos se aplican al suelo y al follaje con los mismos equipos que se emplean para otros bioproductos (mochilas, motomochilas, equipos de arrastre, aéreos, etc.). También se pueden aplicar mediante el sistema de riego por goteo o por aspersión.

No deben utilizarse filtros en los equipos y las boquillas deben tener como mínimo una abertura de 500 micrones y la presión máxima permisible es de 5 bares. Deben utilizarse altos volúmenes de solución final (1 000 L/ha) para que se favorezca el alcance del nemátodo al insecto blanco, ya que para su desplazamiento el nemátodo requiere una lámina de agua. Se recomienda tener equipos específicos para las aplicaciones de nemátodos, pudiendo ser los mismos que se disponen para los bioplaguicidas.

La aplicación debe lograr una cobertura uniforme sobre el área a tratar, manteniendo la suspensión en continuo movimiento para evitar que los nemátodos se depositen en el fondo del tanque del equipo de aplicación.

Se emplea contra diversas especies de insectos plagas que atacan las raíces de las plantas (aplicaciones al suelo) o al follaje u otros órganos

(aplicaciones foliares) y su utilización se ha incrementado en viveros, viandas, granos y hortalizas, entre otros cultivos.

Cuando se emplean bioplaguicidas se pueden aplicar sin dificultad e incluso mezclarlos, ya que poseen efecto sinérgico con otros agentes entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y otros), pudiendo aumentar la eficiencia y la economía del método. En muchos casos estas mezclas superan a otros patógenos en los índices de mortalidad que provocan.

Los infectivos juveniles penetran al insecto hospedante por vía oral, el ano y espiráculos y se dirigen al hemocele, donde se liberan las bacterias, las cuales se multiplican y provocan la muerte del insecto por septicemia en 48-72 horas.

Las especies aisladas de los suelos cubanos pertenecen a los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis*, esta última la de mayor reproducción en el país.

Las aplicaciones contra plagas del suelo se realizan a dosis de 1 000 000 de individuos/m², efectuándola con mochilas, preferentemente en horas de la tarde y después de haber realizado un riego. Las experiencias más comprobadas son con las plagas siguientes:

- Larvas del picudo verde azul (*Pachnaeus litus*) en bolsas de viveros de cítricos.
- Poblaciones del picudito acuático del arroz (*Lissorhoptus oryzophilus*).
- Poblaciones del tetuán del boniato (*Cylas formicarius*) en campos de boniato.
- Poblaciones del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*) en plantones.
- Larvas de cachazudos (*Agrotis* spp.) en campos de hortalizas.
- Poblaciones de gallegos o gusanos de manteca (*Phyllophaga* spp.) en hortalizas.
- Bibijagüeros (*Atta insularis*).
- Poblaciones en el suelo de la broca del café (*Hypothenemus hampei*).
- Pupas de *Thrips* palmi en hortalizas y granos.

Contra plagas foliares, especialmente en la agricultura urbana, las dosis de aplicación no están suficientemente comprobadas e igualmente deben realizarse en horas de la tarde, preferentemente después de un riego por aspersión o la lluvia. Se ha utilizado contra las siguientes plagas:

- Larvas de la palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda*).
- Larvas de *Thrips palmi* en hortalizas y granos.
- Larvas de *Trichoplusia ni* en hortalizas y viandas.
- Larvas de la polilla de la col (*Plutella xylostella*) en col y berro.
- Larvas de *Spodoptera* spp. en hortalizas y viandas.
- Larvas del pega pega de la remolacha (*Herpetogramma bipunctalis*).
- Poblaciones de cochinillas harinosas (Pseudococcidae).
- Ninfas de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en hortalizas y frijol.
- Poblaciones de pulgones (Aphididae).

Las radiaciones solares directas afectan sensiblemente a estos organismos y limitan su desplazamiento en la búsqueda del huésped. Los resultados se pueden evaluar en 72 horas y siete días después de la aplicación.

¿CONTRA QUÉ PLAGAS SE EMPLEAN LOS ANTAGONISTAS DE FITOPATÓGENOS EN LA AGRICULTURA?

El más utilizado pertenece al género *Trichoderma* (figura 8.2), que se emplea principalmente en el control de enfermedades fungosas del suelo, aunque también hay experiencias para regular poblaciones de hongos que afectan los frutos en la etapa de post-cosecha y existen avances en el tratamiento contra patógenos foliares, hongos que sirven de alimento a los insectos y fitonemátodos, entre otros.



Figura 8.2. Muestra de bioplaguicida *Trichoderma* que se comercializa para el control de hongos fitopatógenos del suelo.

Algunas de sus principales características que le atribuyen ventajas cuando se utiliza contra patógenos del suelo, son las siguientes:

- Logra una elevada propagación en el suelo, aumentando sus poblaciones y ejerciendo control duradero en el tiempo.
- Ayuda a descomponer materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en formas disponibles para la planta, por lo tanto tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo.
- Estimula el crecimiento de los cultivos, porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas. Promueve el crecimiento de raíces y pelos absorbentes. Moviliza nutrientes en el suelo para las plantas.
- Puede ser aplicado en compostaje o materia orgánica en descomposición para acelerar el proceso de maduración de estos materiales, los cuales a su vez contendrán el hongo cumpliendo también función de biofungicida.
- Favorece la proliferación de organismos benéficos en el suelo, como otros hongos antagónicos.
- Es compatible con micorrizas, azotobacter y otros biofertilizantes.

Las mayores experiencias en Cuba se han obtenido con hongos del género *Trichoderma*, muy efectivo contra patógenos del suelo y de gran aceptación por los agricultores, principalmente los usos siguientes:

- *Phytophthora nicotianae* en tabaco. Se aplica antes del establecimiento del semillero y se puede combinar con solarización previa. Dosis: sólido (6-8 kg/ha); líquido (15- 20) L/ha.
- *Rhizoctonia solani* (pudrición de la base del tallo o damping off) en tabaco. Se mezcla con el sustrato (10 kg/ha). Una vez esterilizado el sustrato y aireado se realiza la aplicación. Se repite semanalmente hasta que el crecimiento de las hojas cubra la superficie del alvéolo. Inocular la materia orgánica antes de incorporarla a los semilleros. En hortalizas y ornamentales se mezcla con la semilla humedecida (inmersión de la semilla en la solución líquida al 10% o sólido una suspensión 20 g/L durante 10 minutos). Se secarán a temperatura ambiente durante tres días, sin recibir sol para el secado. Pueden almacenarse hasta 45 días después del tratamiento. También puede utilizarse mediante espolvoreado o asperjado sobre la semilla en el surco o cantero antes de taparlo.

- *Phytium* sp. (pudrición de la base del tallo) en tabaco. Aplicación semillero de tabaco combinada con la siembra y a la retirada del cobertor, utilizando la materia orgánica como vehículo (10 kg/ha).
- *Phytium aphidermatum* (pudrición de la base del tallo o damping off) en hortalizas. Se seleccionan las plántulas sanas y se desinfecta el mazo durante 10 minutos (20 g/L) antes del trasplante. Para viveros de ornamentales se aplica al suelo y se siembra inmediatamente después.
- *Phytophthora parasítica* (pudrición del tallo) en bulbos de ornamentales. Inmersión del bulbo durante 10 minutos o mezcla con el biopreparado.
- *Phytophthora capsici* (marchitez del pimiento). A partir de la germinación de semilla, bulbos o establecida la plantación.
- *Sclerotium rolfsii* (tizón de la base del tallo) en sustratos de semilleros de hortalizas. Inocular la materia orgánica antes de incorporarla a los canteros de los organopónicos y huertos intensivos.
- *Fusarium* spp. Inocular la materia orgánica antes de incorporarla a los canteros de los organopónicos y huertos intensivos y en la base de las plantas.

La mayor efectividad de este bioproducto en el suelo se logra cuando existe un buen contenido de materia orgánica (> 2%).

¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES BIOPLAGUICIDAS NEMÁTODOPATÓGENOS QUE SE EMPLEAN EN LA AGRICULTURA?

El control biológico de nemátodos de las plantas mediante la utilización de bioplaguicidas está en desarrollo, aunque ya se ha generalizado el uso del hongo *Trichoderma viride* (cepa TS 3) en hortalizas y otros cultivos.

También se están generalizando el Hebernem (es la bacteria *Tsukamurella paurometabola*, cepa C-924) y el KlamiC (a base de *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata*: cepa IMI SD187).

Algunos requisitos para el uso de estos productos biológicos son los siguientes:

- El material de siembra (posturas) debe ser libre de nemátodos.
- El suelo puede tener grados ligeros a medios de infestación (de 1 a 3 en la escala de 5).

- Se aplica principalmente sobre los estadios libres de los nemátodos en el suelo y que se mueven de una raíz a otra en búsqueda de nuevos sitios de alimentación
- La aplicación debe realizarse con una buena humedad en el suelo. Posterior a la aplicación debe asegurarse el funcionamiento del sistema de riego para mantener la humedad alta en el suelo y facilitar la penetración del producto en el suelo.

La mayor efectividad de estos bioproductos en el suelo se logra cuando existe un buen contenido de materia orgánica (> 2%).

¿CONTRA QUÉ PLAGAS SE EMPLEAN LOS ENTOMÓFAGOS PARASÍTOIDES DE HUEVOS EN LA AGRICULTURA?

Los parasitoides de huevos, como su nombre lo indica, viven parte de su vida dentro del huevo de los insectos plagas, generalmente los del orden Lepidoptera, emergiendo de este el adulto del parasitoides al completar su ciclo.

Trichogramma. Es una avispa muy pequeña, que parasita los huevos de lepidópteros, que se libera en los campos durante las primeras etapas del cultivo, inmediatamente que los adultos arriban a los campos y comienzan a ovopositar.

Las plagas de lepidópteros que más experiencia existe con el uso de este entomófago son las siguientes:

- Primavera de la yuca (*Erinnyis ello*). Dosis de 8-30 mil individuos/ha, según la población de huevos de la plaga (desde 2 huevos/cada 4 plantas hasta más de un huevo/planta).
- Falso medidor (*Mocis* spp.) de los pastos. Dosis de 5-30 mil individuos/ha, según poblaciones de la plaga y manejo del pasto.
- Polilla de la col (*Plutella xylostella*) en crucíferas. Dosis de 50- 500 mil individuos/ha desde presencia de la plaga hasta un índice de 0,2 adultos/planta.
- Gusano de la col (*Ascia monuste eubotea*). Dosis entre 15-50 mil individuos/ha desde presencia de huevos.
- Falso gusano medidor (*Trichoplusia brassicae*) en crucíferas. Dosis de 15-50 mil individuos/ha en presencia de huevos.
- Gusanos de las cucurbitáceas (*Diaphania* spp.). Dosis entre 30-100 mil individuos/ha en presencia de adultos y huevos a la semana de germinación.

- Prodenias o mantequillas (*Spodoptera* spp.) en hortalizas y papa. Dosis de 30 mil individuos/ha en presencia de huevos o adultos.
- Primavera (*Protoparce sexta jamaicensis*) en tomate y papa. Dosis de 30 mil individuos/ha en presencia de huevos o adultos.
- Bórer de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*) en maíz y cana de azúcar. Dosis de 30 mil individuos/ha. En presencia de huevos y adultos.
- Cogollero del tabaco (*Heliothis virescens*). Dosis de 30-100 mil individuos/ha en presencia de huevos y adultos.

Telenomus. Otro parasitoide de huevos, pero en este caso las experiencias de su utilización han estado limitadas a las especies de lepidópteros del género *Spodoptera*, con muy buenos resultados.

- Palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda*) en maíz, sorgo y arroz. Dosis de 3 mil adultos o 25 puestas parasitadas en presencia de masas de huevos o adultos en los campos.
- Prodenias o mantequillas (*Spodoptera* spp.) en tomate y pimiento. Dosis de 3 mil adultos o 25 puestas parasitadas en presencia de masas de huevos y adultos. En huertos y organopónicos las dosis de 200-300 adultos/200 m² o una puesta por 200 m² según el ciclo del cultivo. En cebolla dosis de 3-5 mil adultos/ha o 25 puestas parasitadas en presencia de masas de huevos y adultos.

¿CONTRA QUÉ PLAGAS SE EMPLEAN LOS ENTOMÓFAGOS PARASITOIDES DE LARVAS Y PUPAS EN LA AGRICULTURA?

Parasitoide de huevos-larvas (*Chelonus insularis*). Este es un caso particular de parasitoides, que comienzan a parasitar el huevo del lepidóptero y salen en la fase de larva cuando completan el ciclo. Se emplea contra la palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda*) en este y otros cultivos a dosis de 100-150 adultos/ha en el momento del vuelo de los adultos y para otras especies de *Spodoptera* en hortalizas se emplea a dosis de 200 adultos/ha cuando el 10% de las plantas presentan masas de huevos.

Parasitoides de larvas-pupas. Otros entomófagos que actúan como parasitoides de larvas y pupas han sido estudiados y existen tecnologías de reproducción masiva, con experiencias de liberaciones inoculativas (pequeñas cantidades del parasitoide), principalmente contra las plagas de insectos siguientes:

- *Tetrastichus* sp. contra la polilla de la col (*Plutella xylostella*) en crucíferas. Dosis de 7-8 mil adultos/ha en presencia de larvas medianas-grandes (0,7-1,0 cm).
- *Rogas* sp. contra prodenias o mantequillas (*Spodoptera* spp.) en tomate, pimiento, boniato, papa, hortalizas de organopónicos. Dosis de 100 adultos en presencia de larvas recién eclosionadas o masas de huevos. Contra la palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda*) se libera a dosis de 400-500 adultos.
- *Euplectrus plathypenae* contra el cogollero del tabaco (*Heliothis virescens*). Se libera semanalmente en presencia de oviposiciones o larvas pequeñas.
- *Diadegma* sp. contra el cogollero del tabaco (*Heliothis virescens*). Liberaciones semanales en presencia de huevos o larvas pequeñas del I instar desde la germinación.
- *Archytas marmoratus* contra la palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda*), el falso medidor (*Mocis latipes*) y los gusanos de la caña de azúcar (*Leucania unipuncta*). Se libera en presencia de larvas a dosis de 50 adultos.
- *Tetrastichus howardi* contra bórer de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*) a dosis de 15 mil individuos/ha cinco meses posteriores a la cosecha, dos liberaciones a intervalos de tres meses o liberaciones mensuales de 1 500 individuos/ha. También se utiliza contra otros lepidópteros en hortalizas, viandas y granos.

¿CONTRA QUÉ PLAGAS SE EMPLEAN LOS ENTOMÓFAGOS PREDADORES DE LARVAS Y PUPAS EN LA AGRICULTURA?

Para el caso de los predadores, los más utilizados han sido las crisopas y las cotorritas, últimamente en las producciones urbanas, aunque existen experiencias en cría masiva de varias especies.

- *Chrysopa* spp. contra inmaduros de lepidópteros, áfidos y ácaros. Liberaciones quincenales de 100 adultos o 3-4 huevos-larvas/m² en presencia de la presa.
- *Cycloneda sanguinea* contra áfidos, moscas blancas, etc., liberaciones quincenales de 100 adultos.
- *Coleomegilla cubensis* contra inmaduros de lepidópteros, áfidos, ácaros, etc., en presencia de la plaga, liberaciones quincenales de 100 adultos.

- *Cryptolaemus montrouzieri* contra cochinillas harinosas, áfidos. Liberaciones quincenales en presencia de la plaga, a dosis de 10-40 individuos/planta, de 2-6 liberaciones.
- *Zelus longipes* contra larvas de lepidópteros a dosis de 2 adultos/cada 50 larvas.
- *Orius insidiosus* contra *thrips*, ácaros, moscas blancas. Liberaciones de 1-2 individuos/m² en presencia de la plaga.

¿EN QUÉ CONSISTEN LOS BIOPREPARADOS BOTÁNICOS RÚSTICOS Y CÓMO SE UTILIZAN EN EL CONTROL DE PLAGAS?

Los preparados botánicos rústicos son aquellas suspensiones acuosas que se elaboran de manera artesanal por el propio agricultor, a partir de plantas o sus partes, que cultiva o colecta en su finca o lugares cercanos y que se utiliza por sus propiedades como plaguicidas, antialimentarios, repelentes, coadyuvantes, diluyentes, entre otras.

Estos bioproductos se utilizan en forma sólida y líquida, se asperjan o espolvorean (motean) sobre el follaje de las plantas, se incorporan al suelo, se mezclan con las semillas, entre otras formas de utilización en la lucha contra las plagas.

Las plantas de las cuales se elaboran plaguicidas botánicos con mayor frecuencia en el país son las siguientes:

Nim. El árbol del nim (*Azadirachta indica*) tiene propiedades como repelente, antialimentario, esterilizante, desorientador de la ovoposición, insecticida y regulador del crecimiento.

Se puede cultivar en la propia finca, preferiblemente en lados de la cerca viva cercanos o colindantes con otras fincas de cultivos similares o en mini bosques en determinados sitios.

Se puede preparar de forma artesanal utilizando las hojas y las semillas, estas últimas tienen una mayor concentración del ingrediente activo (Azadirachtina A y otros).

Para preparar extractos acuosos de frutos estos se cosechan cuando por lo menos el 15% estén maduros o de color amarillo, posteriormente se despulpan a mano o con una máquina, se lavan con agua y se secan al sol durante los primeros 2-3 días, luego se colocan a la sombra en un sitio aireado para continuar el proceso de secado durante 2-3 semanas. Posteriormente se descascaran y muelen.

Antes de aplicarlo se sumergen en agua, a una proporción de 20-25 g/L de agua, durante 6-8 horas, se remueven cada cierto tiempo y antes de filtrar, se deja en reposo durante dos minutos y luego se filtra con un tamiz fino.

La aplicación debe realizarse de inmediato pues si demora o se deja para el día siguiente el extracto acuoso se descompone y pierde sus propiedades; se realizan a dosis de 0,6-0,7 g de polvo/m² (6-7 kg/ha) con una solución final de 300-600 L/ha.

Aunque estos plaguicidas no son sintéticos, se deben manipular con cuidado y seguir las normas establecidas para los plaguicidas químicos, ya que su efecto tóxico puede afectar a las personas.

En el caso del nim se ha demostrado que tiene múltiples ventajas, entre ellas las siguientes:

- Como biopreparado plaguicida.
- Como planta repelente en la cerca viva perimetral.
- Como silvícola, en la periferia o intercalada en los sistemas silvopastoriles. Ofrece sombra y tiene acción antiparasitaria.

También, se pueden preparar a partir de hojas de la planta, para lo cual se colocan sobre bandejas de metal y se exponen a secado natural, durante los primeros cuatro días puede ser al sol directamente, pero posteriormente a la sombra. Posteriormente, se procede igual que con las semillas, al molerlas para preparar un polvo, lo más fino posible.

Paraíso. El árbol conocido como paraíso (*Melia azederach*) posee en su composición química principios activos detectados en las hojas y los frutos con efecto insecticida, acaricida y nematicida, así como con acción antiapetitivo y regulador de crecimiento; también es una planta ornamental y tiene algunas propiedades medicinales. La actividad insecticida está dada por la presencia en las hojas y las semillas de un grupo de sustancias biológicamente activas (triterpenoides), entre las cuales se encuentran el melianon, meliantriol, que tienen efecto antiapetitivo e inhibidor del crecimiento en los insectos o provocan la muerte de éstos por su acción directa.

Los frutos después de secados debidamente se someten a un proceso de molinado, empleándose un molino de martillo o con similares características, para lograr un tamaño en la partícula de aproximadamente 2 mm. El insecticida producido en forma de polvo seco, se puede conservar

hasta 30 días, y ubicado en un almacén aireado, libre de humedad y de luz solar.

Para el empleo en forma de extracto acuoso el insecticida obtenido en forma de polvo por el molinado de las semillas, se mezclará con agua en una proporción de 75 a 150 g/L, se somete a agitación, a intervalos regulares, durante dos horas y se dejará reposar entre 12 y 24 horas para lograr una óptima extracción del principio activo, para posteriormente filtrarlo a través de una malla fina.

La solución acuosa preparada se asperja sobre el follaje de la planta en la lucha contra diversas plagas de insectos, principalmente moscas blancas, pulgones, trips, larvas de lepidópteros, crisomélidos, minadores de las hojas, ácaros y otras. Estas se realizarán preferiblemente en horas de la tarde y son compatibles con *Bacillus thuringiensis* a nivel de campo y en mezclas.

Cuando se vaya a usar el producto insecticida en forma de polvo seco, el material molinado podrá aplicarse de inmediato directamente al cultivo en forma de moteo en el cogollo del maíz, sorgo o fruta bomba a dosis de 3 g/planta.

Tabaquina. Se elabora a partir de los residuos de la elaboración del tabaco (venas, polvillo, restos de hojas).

Para preparar caldos que constituyen un extracto acuoso (alcaloide) que actúa por asfixia, contacto, así como por ingestión. Para su preparación se macera 1 kg de los residuos de la elaboración del tabaco, se sumerge en 4 L de agua por 8-10 horas y se filtra mediante una malla fina o tela. En el momento de la aplicación se diluye en 20 L de agua y se agregan 10 g de hidrato de cal (cal viva) por litro de la solución de aplicación. Una vez preparado se debe aplicar de inmediato pues pierde su actividad. Se puede adicionar adherente. También se elabora en forma sólida mediante el molinado de los residuos de la industria del tabaco, el cual se prepara igual que el método anterior.

Se emplea con muy buenos resultados en aplicaciones foliares para la lucha contra diversas especies de fitófagos, entre otras plagas.

Se utiliza también para el control de nemátodos de agallas (*Meloidogyne* spp.). Se incorporan los residuos de la industria del tabaco directamente en el suelo en la base de las plantas y luego se efectúa un riego.

Otras plantas con propiedades plaguicidas. Las plantas con estas propiedades se pueden cultivar en lugares apartados de la finca o integrada a la cerca viva perimetral. La ventaja que tiene conocer y atender estas plantas es que el agricultor puede disponer de la materia prima para elaborar plaguicidas durante todo el año en su propia finca. Es decir, cuando se va a realizar una aplicación, se cosechan los órganos y se procede a su preparación.

Los principales métodos de preparación de las plantas o partes de plantas que se van a emplear como biopreparados son:

- Pulverización. El órgano o la planta se somete a un proceso de secado, en un sitio fresco y sombreado, aunque algunos pueden secarse al sol. Las partes más suculentas se fraccionan, para acelerar la evaporación y evitar la putrefacción. Una vez extraída la humedad se puede tamizar o moler para que pueda ser utilizado por espolvoreo, mezcla con semillas o en suspensiones acuosas para aspersiones. Para semillas y hojas pequeñas se recomienda un secador rústico (figura 7).
- Decocción. También conocido como cocción o cocimiento. Se realiza con calor, poniendo en contacto el material vegetal fresco en agua dentro de un recipiente abierto. Puede permanecer hirviendo 15-60 minutos, según ensayos previos.
- Maceración. Se realiza a temperatura ambiente. Se pone el material seco o fresco desmenuzado en un recipiente con agua y se deja reposar 24 horas o menos.
- Fermentación. Se prepara mezclando el material vegetal, finamente picado o desmenuzado, con agua en proporción de 3:7. La mezcla se revuelve dos veces al día. El proceso concluye cuando no se observa espuma al agitarlo.
- Extracción del jugo. Es muy útil para material vegetal suculento. Se prensa en forma mecánica el material vegetal fresco.
- Lixiviación. Se depositan los órganos en un recipiente o sitio donde pueda ser colectado el líquido que lixivia.

Como se aprecia, estos son procedimientos artesanales, por lo que son factibles para pequeñas áreas de cultivo, ya que para extensiones mayores hay que disponer de mayor capacidad en los recipientes y demás utensilios utilizados.

En algunos casos se puede mejorar la actividad biológica de estos preparados botánicos con la adición de adherentes y tensoactivos, que

también pueden ser de origen natural como el jugo de la sábila (*Aloe* spp.), que tiene propiedades adherentes y el jugo del henequén (*Agave fulcroides*) y del jaboncillo (*Sapindus saponaria*) que son tensoactivos.

Las especies más comunes y que pueden utilizarse son las siguientes:

- Adelfa (*Nerium oleander*). Biopreparados de ojas tienen efectos sobre insectos, nemátodos, moluscos y hongos.
- Anonáceas (*Annona* spp.). Biopreparado de las semillas tienen efectos sobre insectos.
- Cardón, Cardona (*Euphorbia* spp.). Biopreparados de esta planta tienen efectos sobre insectos.
- Cebolla y ajo (*Allium* spp.). Las hojas y la cáscara tienen efectos contra insectos, nemátodos, hongos y bacterias.
- Eucaliptos (*Eucaliptos* spp.). Biopreparados de las hojas, ramas y tallo tienen efectos sobre insectos, bacterias y hongos.
- Flor de muerto (*Tagetes erecta*). Biopreparados de las raíces y flores tienen efecto contra insectos y nemátodos.
- Fruta bomba (*Carica papaya*). Biopreparados de semillas, raíces y hojas tienen efectos sobre insectos, nemátodos y hongos.
- Güirito espinoso (*Solanum globiferum*). Biopreparados de hojas y frutos tienen efectos contra moluscos.
- Higuereta (*Ricinus communis*). Biopreparados de la semilla y planta tienen efectos sobre insectos, namatodos y hongos.
- Piña (*Ananas comusus*). La incorporación al suelo de hojas fraccionadas tiene efectos contra nemátodos.
- Piñón botija (*Jatropha curcas*). Biopreparados de las semillas tienen efectos sobre insectos y moluscos.
- Tomate (*Lycopersicon esculentum*). Biopreparados de las hojas tienen efectos sobre insectos y nemátodos.

Lixiviados del raquis del plátano. Los ácidos fúlvicos extraídos mediante lixiviación del raquis de plátano contienen una alta concentración de potasio, el cual tiende a inducir resistencia a algunas enfermedades mediante aspersiones foliares, lo cual se ha informado efectivo contra mildiu en rosa, sigatoka en plátanos y como nutriente en tomate.

Los productores de banano que procesan en la propia finca para envasar los racimos aprovechan el raquis y lo procesan en un lixivador, que puede

ser recipientes plásticos de gran capacidad o tanques de mampostería contruidos al efecto (cisterna), en el fondo de los cuales coloca un tubo de salida, para cosechar el líquido que se lixivia del raquis. Este lixivador debe colocarse en un sitio bajo techo.

También se puede construir un piso inclinado de mampostería para colocar encima los raquis, pero en este caso debe tener doble inclinación: hacia un lado y hacia el centro y en este último se deja un canal que termina en un recipiente de colecta. Este lixivador se puede construir en sitios cerca de los campos y debe estar techado, preferiblemente de guano u otros materiales rústicos.

Este proceso se puede acelerar si asperjan microorganismos eficientes en la superficie del raquis introducido en el tanque.

El lixiviado se almacena en recipientes plásticos y se utiliza a partir de los 90 días de obtenido, para lo cual se prepara una solución al 5%.

¿CONTRA QUÉ PLAGAS SE EMPLEAN LOS PLAGUICIDAS MINERALES EN LA AGRICULTURA?

Cal hidratada. Se ha generalizado como un efectivo protector de las plantas contra organismos fitopatógenos, por lo que se emplea regularmente con carácter preventivo en aplicaciones foliares. Si es en forma de hidrato de cal se aplica a dosis de 4 kg/ha y como lechada a 3-4 L/ha.

También se han obtenido buenos efectos con aplicaciones foliares contra poblaciones de insectos de cuerpo blando, como son los huevos y larvas de lepidópteros, los pulgones, los trips, las ninfas de moscas blancas, las cochinillas harinosas y otros que se desarrollan expuestos en los órganos de la planta.

Desde luego, el uso de la cal como plaguicida requiere cuidados especiales, ya que no debe mezclarse con ningún plaguicida químico o biológico y las aplicaciones se deben realizar después del riego o la lluvia. Tampoco debe aplicarse contra plagas del suelo, ya sean fitopatógenos, fitonemátodos o insectos, porque puede tener efectos adversos sobre el funcionamiento del suelo, como por ejemplo cambiar su acidez.

También se utilizan para el control de babosas, mediante la realización de barreras de cal por los senderos donde transitan.

Su uso en el tratamiento de semillas botánicas contra plagas de almacén ha sido demostrado, sea contra fitopatógenos o insectos, como los gorgojos y las polillas. No se debe utilizar cuando la semilla se trata con *Trichoderma* u otros bioplaguicidas.

Zeolita. Las zeolitas se presentan de forma natural en rocas de origen volcánico y son minerales del grupo aluminosilicatos hidratados, compuesto por aluminio, sílice, hidrógeno y oxígeno; organizado en una estructura tridimensional altamente estable; conformada por cristales de zeolitas que poseen una red de micro poros conectados entre sí.

Aumenta la retención de nutrientes, lo que permite reducir la aplicación de los fertilizantes minerales; facilita una mayor estabilidad de los contenidos de materia orgánica del suelo y no permite las pérdidas de materia orgánica por mineralización; forman un depósito permanente de agua, asegurando un efecto de humedad prolongada, hasta en épocas de sequedad, entre otras ventajas.

Los principales efectos fitosanitarios de este mineral son los siguientes:

- Se puede aplicar en el suelo entre el 25 al 75% en el cultivo del plátano (*Musa paradisiaca*), lo que disminuye las poblaciones de nemátodos hasta los niveles más bajos en el suelo, debido a que la zeolita ejerce un efecto nematicida (impide el nacimiento de nuevos nemátodos, estimula la reproducción de sus enemigos naturales, no permite que el agua y los nutrientes lleguen fácilmente al nemátodo, etcétera).
- En tratamiento a la semilla, incluso si es combinado con turba y micorrizas, contribuye a que las semillas germinen más rápidamente, las plántulas también se desarrollaron mejor, manifestándose mayor vigor, un color verde intenso, mayor número y tamaño de las hojas y de raíces, además de ser menos afectada por las enfermedades. Existen experiencias muy efectivas en la mezcla de zeolita muy fina con *Trichoderma harzianum* para peletización de semillas botánicas.
- En la mezcla con semillas botánicas para prevención y reducción de afectaciones por plagas de almacén (gorgojos, polillas, ácaros), ya que la zeolita actúa como deshidratador del cuerpo de estos insectos.

¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN EL MANEJO DE PLAGAS?

Clásicamente los abonos orgánicos, los biofertilizantes y ciertos inoculantes como las bacterias fijadoras de nitrógeno, las micorrizas, entre otros, se consideran como productos de origen natural elaborados por diferentes métodos, que se incorporan al suelo o se aplican directamente a las plantas, para contribuir a la nutrición mediante diferentes mecanismos, entre otros efectos.

Pero, se conoce que estos bioproductos no solamente contribuyen a la nutrición de las plantas, sino a su defensa contra diversos factores como los eventos extremos del cambio climático, los organismos nocivos o plagas y los contaminantes de diferentes orígenes, entre otros.

Esto significa que la nutrición de la planta y la supresión de poblaciones de plagas deben estar integradas para favorecer sinergismos, multi efectos y reducir gastos energéticos por aplicaciones de estos bioproductos.

Como es conocido, los abonos orgánicos se pueden producir en la propia finca, para lo cual existen diversidad de tecnologías, unas simples y otras complejas, pero que permite el aprovechamiento de subproductos (biomasa vegetal y animal), a la vez que no están introduciendo biodiversidad.

Los principales efectos fitosanitarios de los abonos orgánicos son los siguientes:

Incorporaciones al suelo. Cuando los abonos orgánicos se incorporan al suelo, además de incrementar el contenido de materia orgánica y mejorar las propiedades del suelo, tienen importantes efectos sobre la reducción de poblaciones de plagas, a saber:

- Favorecen el desplazamiento de los artrópodos predadores (hormigas, carábidos, ácaros y otros).
- Favorecen el desplazamiento de los insectos parasitoides (avispidas).
- Contribuyen a la actividad de los reguladores naturales de los fitonemátodos (parásitos, predadores, parasitoides, patógenos).
- Contribuyen a la actividad depredadora, parasítica y de competencia de los hongos antagonistas del género *Trichoderma*.

- Facilitan el desarrollo de la biota microbiológica que contribuye al desarrollo de suelos supresores de fitopatógenos, como los microorganismos eficientes.

Aplicaciones foliares. Cuando se aplican foliarmente contribuyen a la reducción de las afectaciones por enfermedades causadas por hongos y bacterias, ya que se favorece el desarrollo de los tejidos, los que son menos afectados o más tolerantes; además, los organismos benéficos presentes en el bioproducto y los nutrientes que lo integran tienen los efectos siguientes:

- Los organismos patógenos estarán más limitados a infectar los tejidos de las plantas, porque estos sitios propensos a las infecciones estarán ocupados por los organismos benéficos.
- Los organismos patógenos no dispondrán de alimentos para su crecimiento, porque los exudados producidos por la planta serán consumidos por los benéficos ya instalados.
- Las fuentes de nutrientes presentes servirán para alimentar solo benéficos.
- Los nutrientes agregados alimentan los cultivos y estos, a su vez, generan más nutrientes en forma de exudados disponibles para los benéficos.
- La existencia de benéficos sobre hojas producirán un incremento en la retención de nutrientes disponibles para la planta.

Es decir, la microflora epifítica que crece de manera simbiótica en la superficie de los órganos de la planta se beneficia con estos bioproductos, pues la planta segrega más sustancias nutritivas para estos, a la vez que portan nutrientes y microorganismos que los benefician y mejoran, todo lo cual mejora su actuación en la defensa natural de las plantas.

Algunas experiencias en integración de abonos orgánicos y otros bioproductos, cuyos efectos directos e indirectos sobre las plagas sugieren la necesidad de utilizarlos de manera efectiva, se resumen a continuación:

- En campos con problemas de nemátodos y patógenos del suelo, debe incrementarse el contenido de materia orgánica, para lo cual es fundamental el uso del compost y lumbricompost, entre otros.
- En campos con problemas de insectos en las raíces, como cochinillas harinosas, picudos, escarabidos y otras plagas, es recomendable incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, para favorecer

el desplazamiento de entomófagos predadores y parasitoides que regulan naturalmente las poblaciones de dichas plagas.

- En suelos donde se fomentan frutales y forestales y tienen potencialidades de afectaciones por patógenos y nemátodos, se debe incorporar abonos orgánicos en el fondo del hoyo antes de trasplantar.
- En suelos donde se van a realizar aplicaciones del antagonista *Trichoderma*, se favorecen sus efectos cuando se incorporan previamente abonos orgánicos. Esto también es útil para otros bioplaguicidas que se emplean contra fitopatógenos.
- Los cultivos muy sensibles a nemátodos y patógenos, en suelos con antecedentes de especies nocivas como *Meloidogyne*, *Fusarium* y otros, es recomendable micorrizar para favorecer la defensa del sistema radicular de la planta cultivada.
- En cultivos que requieran aplicaciones de *Trichoderma*, *Paecilomyces* u otros bioplaguicidas contra nemátodos y hongos fitopatógenos del suelo, es recomendable aplicarlos mezclados con los abonos orgánicos, incluso con las micorrizas, lo que potencia sus efectos.

Las aplicaciones foliares de estos abonos orgánicos en forma de suspensiones acuosas (lixiviados, té, remojados u otros), pueden ser utilizadas en cultivos permanentes y temporales, siempre que se cumplan los requisitos establecidos para evitar contaminación de las cosechas con sustancias tóxicas que puedan existir en dichos bioproductos.

Los biopreparados más comunes de abonos orgánicos son los siguientes:

- Lixiviados. Se producen directamente de las pilas del proceso de compostaje o lumbricompostaje, son ricos en sustancias nutritivas y contienen microorganismos cuando son extraídos al principio del compostaje y se caracterizan por una coloración negruzca. Es el lixiviado del proceso de lumbricultura, que se colecta en recipientes por debajo del nivel de las canaletas de producción de humus de lombriz. También se le conoce como humus líquido y se aplica semanalmente a dosis de 6 L/mochila.
- Extractos. Proviene de la mezcla fermentada que se obtiene al colocar en un saco el material e introducirlo en un recipiente con agua por 7 a 14 días.
- Remojado. No es más que introducir el compost o lumbricompost en una bolsa de yute, remojarlo y presionarlo dentro de un recipiente con agua y utilizar dicha suspensión.

- **Té de compost.** Se coloca material maduro de compost en agua y se somete a fermentación anaeróbica alimentado con una fuente energética, que permite un crecimiento de microorganismos benéficos. Se recoge un extracto fermentado que se aplica entre 10-15 horas después de obtenido, para lo cual se asperja sobre el follaje de la planta y la superficie del suelo, a una dosis de 50 litros por hectárea. La proporción de la dilución recomendada es de 1:5 o sea 50 litros para una hectárea, más 250 litros de agua, para una solución final de unos 300 litros por hectárea. Es decir 2,7 litros por asperjadora de espalda de 16 litros. Las aplicaciones se realizan en horas de la tarde o bien temprano en la mañana. Es más efectivo durante la etapa de crecimiento-desarrollo del cultivo. No debe utilizarse cuando faltan 7-10 días para la cosecha, aunque después de la cosecha se puede utilizar para acelerar la descomposición de los residuos, si fuera necesario.

¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL MANEJO DE PLAGAS?

Los microorganismos eficientes (EM) constituyen un inoculante microbial que está integrado por cultivos mixtos de microorganismos benéficos encontrados en ecosistemas naturales, pero elaborado como producto comercial con determinadas características.

También se pueden producir de manera artesanal, mediante la colecta del inóculo (población nativa de microorganismos eficientes) en un sitio no intervenido (natural) en la finca (bosques o monte natural), los que localizan en la superficie del suelo debajo de la hojarasca.

Con este inóculo se elabora el biopreparado utilizando como sustrato algún cereal (cabecilla de arroz, cáscara o salvado de arroz, trigo, etc.), al que se le adiciona como fuente nutricional levadura o melaza y leche o yogurt natural.

Estos componentes se mezclan hasta lograr una biomasa semi compacta, la que al apretarse con la mano se mantiene y no se desintegra. Toda esta biomasa se introduce, apretadamente o compactada, en el interior de un recipiente plástico hasta casi llenarlo, el que se tapa herméticamente para favorecer el proceso de fermentación anaeróbica.

Existen en el país diversos agricultores con muy buenas experiencias sobre elaboración artesanal en la propia finca de microorganismos

eficientes nativos (MEN) y su utilización en diferentes cultivos, con efectos importantes en el crecimiento vegetativo y la reducción de fitopatógenos, como son:

- Facilitación de la descomposición de las enmiendas orgánicas y la liberación de nutrientes disponibles para las plantas.
- Incrementos en la disponibilidad de nutrientes en la rizósfera de las plantas.
- Incrementos en la germinación de las semillas, emergencia y crecimiento de las plántulas.
- Incrementos en el biocontrol de enfermedades y patógenos que atacan las plantas, a través de antagonismo y antibiosis.
- Incrementos en el crecimiento de las plantas debido a hormonas sintetizadas por los microorganismos (ejemplo las auxinas) y factores de crecimiento.
- Detoxificación de sustancias con residuos fitotóxicos.
- Incrementos en la producción de antioxidantes que reducen los efectos adversos de los radicales libres en el metabolismo de las plantas.

La aplicación de los MEN mejora la calidad y la salud de los suelos y el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos, ya que está constituido por un complejo de especies de microorganismos, incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y en menor número bacterias fotosintéticas, actinomycetes y otros tipos de organismos, los que son mutuamente compatibles unos con otros y coexisten.

Se aplican directamente en el suelo, en la base de las plantas y en su follaje. No constituyen riesgos biológicos de ningún tipo, pues su utilización está basada en rigurosas investigaciones realizadas en diferentes países, en las cuales se ha demostrado que el desarrollo de estos microorganismos constituye un proceso continuo que concluye con el dominio de los que tienen propiedades antioxidantes.

Para aplicaciones foliares o al suelo se utilizan 2 ml de MEN + 2 ml de melaza /L litro de agua y cuando se aplica por el sistema de riego (goteo, aspersores) se incrementa la dilución a una parte de MEN más una parte de melaza en 10 litros de agua.

Los efectos combinados, nutrición de la planta y supresión de organismos causales de enfermedades, han convertido a estos biopreparados como muy atractivos para los agricultores, incluyendo las fincas de grandes extensiones de la agricultura convencional.

¿EN QUÉ CONSISTE EL SISTEMA DE TRAMPAS COMO MÉTODO DE CAPTURA DE POBLACIONES DE INSECTOS PLAGAS?

La captura de insectos con trampas es un procedimiento tradicional, que puede tener los propósitos siguientes:

- Detección de poblaciones de insectos (vigilancia de nuevas plagas).
- Monitoreo de poblaciones de adultos para decidir las aplicaciones de plaguicidas.
- Método de supresión de poblaciones de especies plagas.

Estas trampas funcionan gracias a la propiedad que tienen algunas familias, géneros y especies de insectos de orientarse hacia la luz, algunos olores y colores (estímulos olfativos y visuales), además de las feromonas (estímulos sexuales), entre otros.

Existen diferentes sistemas de trampas, los que son comercializados o elaborados por encargo, que generalmente se emplean con determinados atrayentes, la mayoría sintéticos y forman parte de sistemas de monitoreo de plagas de importancia.

Sin embargo, en la práctica se ha podido demostrar la explotación racional por los agricultores de sistemas de trampas rústicas o de bajo costo, elaborada principalmente con materiales de desecho, las que emplean con diferentes propósitos, con resultados promisorios.

Precisamente, para la supresión de poblaciones de plagas en cultivos de importancia se ha incrementado el uso de trampas de captura, sobre todo las que tienen un bajo costo de adquisición o confección, así como de manipulación, como se expresa más adelante, y demuestran ciertas efectividades en la reducción de las poblaciones de especies que se manifiestan como plagas, constituyendo un complemento a las demás prácticas que se emplean en los programas de manejo.

Trampas de color: Hay diferentes tipos de trampas de color, aunque las más conocidas son los tableros engomados, generalmente pintados de color amarillo, que se emplean para atraer y capturar poblaciones de pulgones y moscas blancas. También hay trampas de agua en bandejas que combinan colores. También se pintan externamente otros tipos de trampas como las de atracción por olor y de esta forma se combinan varias propiedades.

Respecto a los colores, la mayoría de las especies de insectos responden a los pigmentos amarillos, principalmente los pulgones, las moscas blancas, los minadores de las hojas, las moscas de la fruta y las salivitas, entre otras; aunque, se ha podido comprobar que la atracción por el color es variada y en ocasiones específica, como sucede con los trips, en que algunas especies son atraídas mejor por el blanco y otras por el azul.

En el caso de las trampas de tableros engomados, es muy importante la calidad del pegamento, pues en ocasiones se emplea grasa de rodamientos, la que se endurece y oscurece rápidamente por la acción de las radiaciones solares y la lluvia, por lo que sus propiedades de atracción se afectan y la trampa no es efectiva.

Trampas de olor: Existen diversos olores que atraen poblaciones de insectos, aunque los más conocidos son las feromonas y ciertas sustancias naturales que tienen esta propiedad, sobre todo cuando son moléculas muy similares a los olores que emanan las plantas que hospedan o sirven de alimento a dichos insectos.

En la composición química de las plantas, los animales y los microorganismos existen sustancias cuyos olores son emanados hacia el hábitat y precisamente debido a la coevolución entre los diferentes organismos que integran las comunidades en los ecosistemas, estas sustancias señaladoras o mensajeras contribuyen a establecer vínculos, que son aprovechadas para la repelencia o atracción entre ellos.

En el caso particular de los insectos, los olores que emanan las plantas, generalmente tienen propiedades de atracción por el alimento o la ovoposición cuando se trata de sus plantas hospedantes o preferidas; en otros casos la señal emitida es de repelencia, también a la alimentación, la ovoposición e incluso para acercarse a dicha planta.

También, los insectos emiten olores para repeler a otros insectos en la competencia por el alimento o por la cópula, para proteger su prole de los depredadores y parasitoides, entre otras.

Todos estos canales de comunicación olfativa derivados del proceso evolutivo han sido aprovechados para el diseño y explotación de trampas de captura de insectos.

Un ejemplo muy utilizado es la feromona, que son sustancias específicas emitidas por glándulas especiales en bajas concentraciones, que tienen la función de emitir un mensaje para iniciar el apareamiento (feromonas sexuales), para la elección de lugares adecuados para la ovoposición o

la alimentación (feromonas de agregación o feromonas señaladoras) e incluso las que contribuyen al inicio de la fuga (feromonas de alarma). Desde luego, para el aprovechamiento práctico de estas propiedades, en muchos casos estas sustancias se han aislado, identificado y se producen de manera sintética para su comercialización.

Una modalidad de este tipo de trampas es la utilización de cebos, los que tienen una composición que resulta atractiva para algunas especies de insectos, lo que les confiere cierta especificidad.

Trampas de luz: Son muy utilizadas en investigaciones ecológicas, aunque también se emplean para el monitoreo de poblaciones de insectos que constituyen plagas, principalmente lepidópteros y coleópteros, utilizan luces de diferentes longitudes de onda, las que tienen atracción en rangos para determinados insectos.

En algunos casos se emplean como método de control, aunque no es muy aceptada porque la energía eléctrica encarece su explotación. Desde luego, existen experiencias de trampas de luz que utilizan biogás, faroles de kerosene, mechones y otras fuentes de luz más baratas.

Trampas de órganos de la planta. Desde luego, la atracción que ejercen determinados órganos de la planta a ciertas especies de insectos también es aprovechada para la captura de sus poblaciones. Un ejemplo muy conocido es la trampa de pseudo tallo y de tocones del plátano, que consiste en colocarlos cortados en el campo, para atraer a los adultos y luego controlarlos con un plaguicida.

Trampas sexuales. Es un poco más complicada, pero también se ha utilizado. Consiste en colocar recipientes en la trampa con adultos hembras de la plaga, para atraer los machos. Para ello se requiere disponer de una cría de estos insectos, por lo que se encarece.

¿CUÁLES SON LAS BUENAS PRÁCTICAS EN EL USO DE TRAMPAS DE CAPTURA DE INSECTOS?

Colocación de las trampas: Los resultados en la captura de insectos por los diferentes tipos de trampas pueden ser influidos también por las características de la radiación solar en cada lugar, los efectos del cultivo, la distribución espacial e intensidad de las poblaciones del insecto, entre otros factores que deben ser comprobados en cada localidad.

Existen trampas que se cuelgan a los árboles, sea en cultivos permanentes de frutales o forestales, así como en las cercas vivas perimetrales. Otras trampas utilizan pedestales o soportes de diferentes tipos para colocarlas a cierta altura del suelo y las hay que se colocan directamente sobre el suelo.

Distribución de las trampas: La distribución de las trampas en el campo o la finca es un factor importante. Para capturar con el propósito de reducir las poblaciones de adultos (control), el criterio es de número de trampas por hectárea o densidad de trampas por campo y este valor debe ser determinado experimentalmente para que sea rentable como método de control.

Muchas veces las trampas se van cambiando dentro del campo o la finca, según las características del cultivo, la plaga y el propósito de la plaga, lo cual obedece a un sistema de manejo específico.

Revisión de las trampas: Generalmente se realiza cada 7-10 días, pero esta frecuencia puede ser menor en dependencia del propósito de la trampa.

Cuidados de las trampas: Este es un elemento importante, pues la trampa debe estar protegida del alcance de los niños y los animales domésticos; también debe atarse o fijarse con seguridad, para evitar su destrucción por corrientes de aire o las precipitaciones.

Las trampas que utilizan como atracción los olores, debe estar colocada en un sitio donde no incidan directamente las radiaciones solares.

Peligros de las trampas: La mayoría de las trampas de captura pueden ser peligrosas para las personas y los animales domésticos y de crianza. En el caso de las trampas de luz, el voltaje de la electricidad, las trampas de olores y algunas sustancias que se emplean como atrayentes, entre otras, que generalmente se advierte para cada tipo de trampa.

¿CUÁLES SON LOS TIPOS DE TRAMPAS RÚSTICAS DE CAPTURA MÁS UTILIZADAS EN EL CONTROL DE PLAGAS DE INSECTOS?

Se ha acumulado alguna experiencia práctica en el uso de trampas de captura como método de control ecológico, la mayoría de ellas como resultado de innovaciones realizadas por los agricultores.

Como se observa más adelante, varias de estas trampas combinan diferentes sistemas de atracción y de captura; otras combinan la captura, inoculación y liberación para el control con hongos entomopatógenos.

Melaza y mechón para adultos de lepidópteros. Las mayores experiencias son colocando un mechón en el centro de un recipiente de metal (figura

8.3) o un neumático cortado en el medio, donde se coloca la solución de melaza u otra que atraiga y capture los adultos. Muy utilizadas para atraer poblaciones de adultos de lepidópteros en pastos y otros cultivos.



Figura 8.3. Trampa rústica de mechón (fibra impregnada de petróleo dentro de un recipiente de metal) y fondo de metal debajo para la captura de adultos de lepidópteros en un organopónico de la agricultura urbana.

Pomos plásticos y atrayentes para moscas de la fruta. Las trampas se confeccionan con frascos plásticos de refresco desechados (capacidad: 1,0 o 1,5 L), a los cuales se les practican cuatro aberturas laterales en 2-4 lados, de aproximadamente 2 cm² cada una, todas a una altura de la mitad del frasco (figura 8.4).

En el fondo se introduce la solución que actúa como atrayente, que debe estar compuesta por un atrayente alimenticio, que puede ser levadura torula, melaza, guarapo, fermentado de cáscara de piña, orine humana o urea, todos en una proporción de 5-10% del atrayente y el resto de agua. Si existiese bórax, se pueden agregar 3-5 g.

Las trampas se cambian semanalmente, para lo cual se vierte el contenido del líquido junto con los insectos capturados, se enjuagan y se le echa líquido nuevo. Las trampas se atan a una rama mediante un alambre, procurando que quede ubicada a la sombra y a una altura que no pueda ser alcanzada por animales.

Ha demostrado ser efectiva en guayaba y mango en la reducción de poblaciones de moscas de la fruta (*Anastrepha* spp.) utilizando como atrayente urea y en fruta bomba para la mosca de la fruta (*Toxotrypana curvicauda*) con jugo de piña y azúcar prieta.



Figura 8.4. La trampa rústica de frasco plástico de desecho para introducir el atrayente olfativo y combinado con el amarillo como atrayente visual.

Pomos plásticos, feromona y bioplaguicida (trampa de tetuán). Son las trampas del tetuán del boniato (*Cylas formicarius*) que emplean una feromona específica para la atracción de los adultos. El bioplaguicida *Beauveria bassiana*, en forma sólida, se introduce en el fondo de la trampa para que infecte los adultos atrapados. Posteriormente, dichos adultos son liberados para que dispersen el hongo en el resto de la población que está en el campo y la trampa se activa de nuevo con el bioproducto (figura 8.5).



Figura 8.5. Trampa rústica de frasco plástico de desecho, confeccionada para la captura de adultos del tetuán del boniato. Encima de la trampa se coloca un techito o cubierta de bráctea de palma real para proteger la trampa de las radiaciones solares directas y de la lluvia.

Pomos plásticos y atrayentes alcohólicos (trampa de broca). Consiste en un recipiente desechable de 1,5-2 litros de refresco embotellado, con una abertura en su parte central para permitir la difusión del atrayente y la entrada de adultos de la broca. Se coloca el atrayente en un frasquito desechable de medicamento, el que tiene un orificio que permita la salida del olor de los alcoholes. Los adultos hembras son atraídos por el olor y son atrapados en el contenedor inferior que contiene agua (figura 8.6). Se utiliza como atrayente una mezcla de alcohol metílico y alcohol etílico, a una proporción de 3:1.

La trampa se sujeta a una rama de la planta de café a un metro del suelo en las etapas post cosecha y precosecha, a mayor altura durante la etapa de fructificación-cosecha. Se ubican en el interior del campo y en los lados de este que colindan con caminos y sitios de depósito de cosecha.

Una variante de esta trampa es sustituir el agua del fondo del pomo por bioproducto sólido de *Beauveria bassiana*, utilizando cepas locales de este hongo. Se procede de la misma forma que las trampas de tetuán, al liberar las hembras adultas capturadas (infectadas) para que dispersen el hongo en el cafetal, lo cual es más efectivo para las trampas que se colocan en las etapas de post cosecha y pre cosecha.



Figura 8.6. Trampa rústica de frascos plásticos y atrayentes alcohólicos utilizadas para la captura de la broca del café (*Hypothenemus hampei*).

Bandejas pintadas con agua. Muy utilizada para monitoreo, pero en ocasiones se emplea también para la supresión de poblaciones en cultivos en que los pulgones y las moscas blancas son plagas habituales, pero que sus niveles poblacionales no requieren de aplicaciones de plaguicidas (figura 8.7).



Figura 8.7. Bandejas amarillas para la captura de adultos de pulgones. Observe que en su interior se pinta de amarillo y en el exterior de negro. La trampa se coloca sobre un pedestal para separarla del suelo.

Pancartas o tableros engomados. Generalmente se construyen de material resistente a la lluvia y el sol. Se pintan de colores que atraigan los insectos de interés y se recubre de un pegamento. Se coloca en sitios convenientes en los campos (figura 8.8).

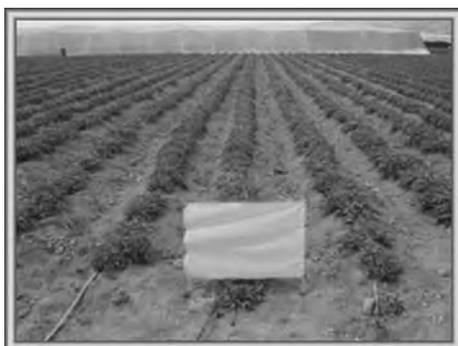


Figura 8.8. Muestra de una trampa de tablero engomado. Izquierda: color amarillo para la captura de moscas blancas y otros; derecha: color blanco para capturar thrips.

Melaza. Se utilizan recipientes de cualquier tipo, los que pueden colocarse sobre el suelo o mediante un pedestal (figura 8.9). Son efectivas para atraer y capturar diferentes insectos que son atraídos por los olores de la melaza.



Figura 8.9. Trampa de melaza con pedestal. Recipiente abierto y frasco con orificios laterales.

Trampa de pseudo tallo de plátano combinada con bioplaguicidas. Recomendada para la captura e inoculación con bioplaguicidas de adultos del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*). En este caso el bioplaguicida se coloca en la trampa para que cuando los adultos acudan se infecten y al regresar a la planta contaminen al resto de la población; es decir, los adultos dispersan el control biológico en el campo. Pueden utilizarse de dos formas:

- Para el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*: Los pseudo tallos se cortan en pedazos de 30-40 cm, se dividen en dos partes longitudinalmente y se colocan estas partes sobre el suelo. Debajo del pseudo tallo se aplica el bioplaguicida en forma sólida.
- Para el nemátodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora*: Entre los cortes longitudinales se asperja el bioplaguicida y se unen de nuevo dichas partes (tipo *sándwich*). Los pseudo tallos cortados se colocan unidos y al acudir los adultos los nemátodos los infectan. Estos adultos pueden morir en la propia trampa o acudir a las plantas contribuyendo a dispersar el nemátodo.

9. EVALUAR PARA SABER LOS RESULTADOS Y TOMAR LAS DECISIONES

La evaluación de indicadores sobre manejo de plagas a nivel de la finca, generalmente resulta poco atractiva para los agricultores, debido a que su trabajo es muy operativo, y por lo general no dispone de tiempo para evaluar plagas o realizar registros de datos; sin embargo, si lo organiza y realiza con sistematicidad, mediante una libreta para las anotaciones, puede registrar las informaciones y por la tarde o la noche analizarla para saber si debe tomar alguna decisión en los cultivos y, cuando termina el cultivo, puede dedicar unas horas a procesar toda la información y analizarla, anotando sus conclusiones al respecto.

Una vez que el agricultor ha logrado este sistema, tendrá mayor éxito en el manejo de plagas, lo que significa menos gastos y mayores ganancias al concluir la cosecha.

¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DEL SEGUIMIENTO DE LAS VARIABLES DEL CLIMA PARA EL MANEJO DE PLAGAS?

Los agricultores siempre están monitoreando el clima y en base a las informaciones que reciben, saben tomar las mejores decisiones en sus fincas, ya que forma parte de sus tradiciones para decidir sobre fecha de siembra, trasplante, cosecha y otras prácticas.

Desde el punto de vista agrario, en general el clima es importante, por sus disímiles efectos; sin embargo, respecto a su importancia en el manejo de plagas muchas veces no existe una percepción correcta, lo que contribuye a restarle importancia.

El conocimiento por parte del agricultor de las variables del clima que más se relacionan con la ocurrencia de plagas constituye un elemento decisivo en el manejo de éstas (tabla 9.1), toda vez que como organismos vivos dependen de la temperatura, la humedad relativa y otros factores para su desarrollo.

Una buena utilidad del seguimiento del clima se expresa en la confección de climogramas locales, para lo cual se puede obtener información climática de una estación meteorológica cercana o instalar una mini-estación climatológica con estos propósitos.

Tabla 9.1. Síntesis de la importancia del clima en la prevención y supresión de plagas.

Variables del clima	Importancia fitosanitaria relativa
Época del año	Muchas plagas como los microorganismos fitopatógenos se manifiestan con mayor intensidad en los períodos lluviosos y otras como los insectos chupadores son más agresivas en los secos.
Lluvias	La lluvia es una precipitación que favorece la fisiología de la planta, pero contribuye al desarrollo de algunos problemas fitosanitarios, como son las malezas y los fitopatógenos que habitan en el suelo.
Temperatura	La temperatura tiene efectos directos sobre todos los organismos. Las altas temperaturas aceleran el ciclo biológico de las plagas y los enemigos naturales.
Humedad relativa	La humedad relativa, al igual que la temperatura, es importante en el desarrollo de cualquier organismo. Cuando la humedad relativa es baja, ciertos organismos como los fitopatógenos, los ácaros y los insectos fitófagos no se desarrollan normalmente. Algunos biorreguladores de plagas como los parasitoides requieren de un ambiente húmedo para su mejor desarrollo. Los nemátodos entomopatógenos requieren alta humedad para su supervivencia y traslado en busca de su huésped.
Rocío	El rocío favorece las aplicaciones de ciertos productos fitosanitarios. También puede ser negativo, porque permite el desarrollo de microorganismos fitopatógenos. Muchos insectos parasitoides se afectan por el exceso de rocío en la superficie de la planta.

Variables del clima	Importancia fitosanitaria relativa
Radiación solar	La radiación solar directa afecta a diversos organismos y contribuye al calentamiento de los órganos de la planta más expuestos, limita el desarrollo de algunas plagas y sus enemigos naturales que son más sensibles, en particular los que habitan en la superficie de las hojas. Los parasitoides son muy sensibles a las radiaciones solares. La radiación solar afecta los bioplaguicidas cuando son aplicados en horas de mayor incidencia.
Meses de sequía	La sequía prolongada ocasiona estrés al cultivo. También favorece el desarrollo de ciertas plagas, como son los chupadores y raspadores (<i>thrips</i>)
Fases de la luna	Las fases de la luna se han utilizado tradicionalmente por los agricultores para realizar diversas labores en la producción agraria.

Una buena utilidad del seguimiento del clima se expresa en la confección de climogramas locales, para lo cual se puede obtener información climática de una estación meteorológica cercana o instalar una mini-estación climatológica con estos propósitos.

¿CUÁLES SON LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS EVALUACIONES QUE REALIZAN LOS AGRICULTORES EN LA FINCA PARA EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS?

En Manejo Agroecológico de Plagas las evaluaciones principales son de tres indicadores (tabla 9.2):

- La incidencia de las plagas en los cultivos. Este indicador se evalúa periódicamente en cada cultivo para tomar las decisiones rápidamente.
- Los índices promedio de plagas y sus reguladores naturales al concluir el cultivo o el año. Estos índices son para comparar un año con el anterior y saber si las prácticas agroecológicas que ha adoptado están siendo efectivas.

- La adopción de prácticas en el manejo de la finca. Permite registrar sus avances en la transformación de las fincas y compararlos con los índices promedios de plagas y sus enemigos naturales.

Esto es muy importante, porque significa un cambio respecto al enfoque de controlar las plagas que ha predominado en la fitosanidad, ya que el agricultor no solamente debe estar evaluando las plagas y los resultados de las aplicaciones de cualquier tipo de producto, sino que también debe evaluar cómo avanzan las transformaciones agroecológicas que realiza en la finca y cuáles son sus resultados a corto, mediano y largo plazos.

Tabla 9.2. Principales indicadores que evalúa el agricultor y decisiones en Manejo Agroecológico de Plagas

Indicadores	Momento de la evaluación	Decisiones
Incidencia de plagas.	Durante el desarrollo del cultivo.	Saneamiento. Control ecológico. Manejo de la cosecha.
Índices promedios de plagas y reguladores naturales.	Al finalizar cada cultivo en los temporales y anualmente en los permanentes.	Plan anual de manejo agroecológico de plagas de la finca.
Adopción de prácticas en el manejo de la finca.	Anualmente.	

Cuando se realiza el manejo agroecológico de la finca para transformarla de intensiva o convencional a agroecológica, además del monitoreo de las poblaciones de plagas, es importante chequear cómo se desarrollan los reguladores naturales; es decir, hay que llevar a la par ambos tipos de informaciones.

Por otra parte, es necesario que durante la transformación de la finca se evalúen una serie de indicadores que permitan conocer los cambios que van sucediendo en la misma, para poder relacionarlos con los resultados en la supresión de poblaciones de plagas, en la reducción de gastos por prácticas de control y en los incrementos productivos en diversidad y cantidad.

Es básico entender que los efectos del manejo de la finca sobre la ocurrencia de plagas en los cultivos no se apreciarán de inmediato, sino que el resultado del proceso de transformación tendrá influencia paulatina sobre las poblaciones de estos organismos nocivos.

¿EN QUÉ CONSISTEN LAS OBSERVACIONES Y DECISIONES POR EL AGRICULTOR PARA UTILIZAR UN PRODUCTO PLAGUICIDA?

Los problemas de plagas en los cultivos generalmente son de carácter permanente o habitual; es decir, se presentan cada vez que se siembra el cultivo, por lo que el agricultor siempre está tomando medidas contra los mismos, lo que sucede cada año y en las diferentes etapas: preparar el suelo, sembrar o trasplantar el cultivo, atender o cultivar la planta para que produzca (desarrollo), cosechar, almacenar, comercializar o procesar en la industria.

Desde luego, la etapa que más le preocupa al agricultor es la de sembrar o trasplantar y la del desarrollo del cultivo, también llamado período crítico, que es cuando los problemas fitosanitarios tienen efectos significativos sobre la producción, ya que en la cosecha, generalmente, va a cosechar lo que finalmente se logró producir.

Por ello el agricultor normalmente evalúa y toma decisiones a nivel de cada campo y de toda la finca, para lo cual se basa en su experiencia, sus observaciones y las recomendaciones de los técnicos.

El agricultor es el principal interesado en que no se le pierda el cultivo por ataques de plagas, por tanto hace todo lo posible en prevención y esta puede ser en dos momentos:

- Antes de sembrar. Antes de sembrar y para prevenir afectaciones por plagas el agricultor tiene en cuenta la fecha de siembra, el momento de la siembra, la variedad, la calidad de la semilla (o las plántulas), la colindancia de los campos, la preparación del suelo, entre otros componentes del manejo del cultivo que el conoce pueden influir en la incidencia de organismos nocivos. Esto puede ser más o menos exitoso de acuerdo a la efectividad de las medidas, la calidad con que las realizó y la posible influencia de factores no controlados por él (clima, etcétera).
- Después de sembrado. Después que siembra el cultivo también realiza acciones preventivas, independientemente de que no haya observado la plaga, siendo la más importante el chequeo periódico de los campos.

Por supuesto, también son usuales las aplicaciones preventivas de plaguicidas, las que son programadas con cierta frecuencia (independientemente de que haya plaga o no). Esto no es recomendado, porque se pierde producto, se

incrementan los gastos, se crea resistencia de las plagas a dichos productos, se afectan los reguladores naturales, se afecta el medio ambiente y no se resuelve el problema.

En el caso de los medios biológicos, sean hongos entomopatógenos y antagonistas, así como para los entomófagos, se realizan intervenciones para colonizar o establecer un nivel poblacional (inóculo). Se realiza en el campo, en la barrera viva y en los alrededores del campo (ambientes semi naturales).

También, se realizan intervenciones de productos mediante otros sistemas de decisiones que no son precisamente basados en el índice de las plagas o la intensidad de los daños (umbral económico) y son las que se realizan ante determinadas señales que da la plaga, el cultivo o el clima, las que por supuesto se logran cuando el agricultor tiene experiencia y está capacitado para ello, como son:

- Se observa el vuelo de adultos en las luces o en el campo y sus alrededores (poblaciones inmigrantes de insectos). Muy útil para liberar parasitoides de huevos o aplicar bioplaguicidas contra larvas recién nacidas de lepidópteros.
- Se observan los primeros huevos y larvas en los órganos de la planta (presencia). Esto es muy común en todos los insectos, requiere de mayor observación, pero es una señal muy efectiva para decidir la liberación de un parasitoide de huevos o larvas y para aplicar un entomopatógeno.
- La fenofase del cultivo está muy correlacionada con el inicio de la incidencia de la plaga. En momentos de la tecnología del cultivo (en el trasplante, cuando la planta tenga determinado desarrollo según su fonología, etc.). Cuando se conoce bien la plaga y su relación con las fases fenológicas del cultivo, se puede realizar una aplicación al iniciarse la fase del cultivo en que la plaga también comienza sus ataques.
- Las condiciones climáticas son favorables para la incidencia de la plaga. Generalmente, los fitopatógenos aparecen en el cultivo cuando existen condiciones climatológicas óptimas para que se manifieste la enfermedad.

Una vez que el cultivo se ha desarrollado y la plaga se está manifestando, el agricultor está en extrema alerta, y por tanto está chequeando los campos regularmente, para poder tomar una decisión lo más oportuno que pueda.

Desde luego, los agricultores que aplican regularmente (cada 4-5 días, semanalmente, etc.) solamente chequean si el producto está teniendo efectividad (las poblaciones han disminuido, los daños no se presentan o se mantienen, etcétera).

El agricultor, que no aplica por programa tiene necesariamente que chequear sistemáticamente (diariamente, cada dos días, cada 3-4 días, semanalmente, etc. en dependencia del tamaño del predio y la etapa del cultivo) para decidir una aplicación y en este caso, por lo regular, hace lo siguiente:

- Realiza un recorrido por el campo para observar las plantas.
- Va observando las plantas mientras realiza otras labores (riego, deshierbe, etcétera).

En estos chequeos, generalmente observa varios indicadores, los que pueden ser más o menos precisos en dependencia de su experiencia y habilidades:

- Qué población de la plaga hay (inicial, poca, mucha, etc.). Excepcionalmente realiza conteos de poblaciones de la plaga.
- Qué fase de la plaga está predominando (la que pone los huevos, la que hace daño, la que no hace daño, etcétera).
- Qué órgano de la planta me va a atacar o está afectando (el follaje, las raíces y el tallo, las flores, los frutos) y en qué caso me afectará la producción potencial o la cosecha.
- Cuánto tiempo falta para la cosecha.
- De qué producto dispone y en cuánto tiempo puede lograr reducir las poblaciones de la plaga.
- Cómo está el clima para tener éxito en la aplicación.
- Si aplica ahora, cuándo tendría que aplicar de nuevo.
- Qué otras labores interfieren o se pueden combinar con la aplicación.
- Cuánto gastará y cuánto se beneficiará si aplica o no aplica.

Por supuesto, todo este análisis que realiza el agricultor estará afectado por diversidad de factores, que son propios y muy difíciles de precisar, porque se relacionan con sus experiencias, economía, etc. y se considera que es lo más racional y efectivo a mediano y largo plazos, en contraste con el método clásico de aplicar por programas, que es muy cómodo, pero tiene efectos negativos colaterales.

Por lo general, al agricultor no le es factible o no tiene tiempo para muestrear la cantidad de plantas que se requiere en las metodologías de monitoreo, seguir el recorrido correcto, realizar el conteo de la población de la plaga en los órganos que se establece, ver si hay actividad de los enemigos naturales, así como realizar los cálculos pertinentes para determinar el índice en que se encuentra la plaga y luego consultar si es necesaria una aplicación, tampoco realiza el mismo procedimiento posterior a la aplicación para conocer la efectividad de la misma.

No obstante, estos procedimientos son bastante sencillos, por lo que se deben esforzar por realizarlos regularmente, ya que constituye la forma más segura de saber la situación de la plaga y la efectividad de la aplicación de cualquier plaguicida.

¿CUÁNTAS PLANTAS SE EVALÚAN PARA DETERMINAR LA INCIDENCIA DE PLAGAS EN LOS CAMPOS?

Esto es lo que se conoce como tamaño de muestra y debe ser determinado científicamente para cada plaga y cultivo, ya que existen diferencias que dependen de sus características y relaciones.

Aunque la distribución de las plagas en el campo (espacio cultivado) es diferente, pues unas se logran distribuir en todo el campo (uniforme) y otras en determinados puntos (agregada), se ha acordado que la representatividad del muestreo a nivel del campo o parcela se logra con un recorrido en diagonal cruzada cuando la topografía es llana y en la diagonal mayor cuando es inclinada o irregular. Para canteros se evalúan las plantas a lo largo del mismo en zigzag.

En el desarrollo de las metodologías de señalización y otras investigaciones realizadas se recomienda que para campos típicos en cultivos anuales se evalúan 33 plantas por hectárea, agregando una planta más para completar 100 muestras; mientras que para canteros y parcelas de pequeñas dimensiones se evalúan 10 plantas y tres niveles para completar 30 muestras.

En cada planta se evalúan tres niveles (superior, medio, inferior), en dependencia de la etapa de desarrollo. En cada nivel se evalúan los órganos de interés, de acuerdo a la plaga.

¿CÓMO SE REALIZA LA EVALUACIÓN PARA DETERMINAR LA INCIDENCIA DE INSECTOS Y ÁCAROS?

La incidencia o intensidad de ataque de insectos y ácaros en los cultivos se realiza de las formas diferentes:

- **Conteo directo de la plaga en campo.** Se realiza directamente sobre los órganos de la planta, tanto en la parte aérea (tallos, hojas, flores, frutos, etc.) como en el suelo (raíces, tubérculos, etcétera).
- **Evaluación directa de daños en campo.** Igualmente, pero evaluando los síntomas que presentan los órganos afectados. Esto, generalmente se hace para insectos que atacan el interior de los órganos (perforadores, minadores, agallíferos, etc.) y para fitopatógenos.
- **Muestreo para evaluación en laboratorio.** Este método se utiliza, fundamentalmente para las plagas del suelo, para lo cual se requiere tomar muestras de suelo para analizarlas. También, se utiliza para nemátodos, malezas y hongos.

Lo usual es evaluar directamente la incidencia o índice de las poblaciones del estado que realiza el daño o está más directamente relacionado con la planta cultivada (tabla 9.3).

Tabla 9.3. Principales tipos de plagas de artrópodos (insectos y ácaros) y elementos básicos de su evaluación en campo

Tipo de plaga	Fase que se evalúa	Indicador que se evalúa	Expresión de los resultados
Lepidópteros defoliadores	Larva u oruga	Número de larvas	Larvas/planta Larvas/hoja
Lepidópteros minadores de las hojas	Larvas vivas o minas vivas	Número de minas con larvas vivas en las hojas	Minas/planta Hojas con minas

Tabla 9.3. (continuación)

Tipo de plaga	Fase que se evalúa	Indicador que se evalúa	Expresión de los resultados
Lepidópteros o coleópteros que perforan frutos, tallos, ramas, etcétera.	Generalmente se evalúa el daño, ya que la fase del insecto está en el interior del órgano de la planta atacada.	Número de frutos perforados, número de ramas perforadas, número de plantas con tallos perforados, etcétera.	Frutos perforados/planta Ramas perforadas/planta Plantas perforadas
Coleópteros que comen follaje como los crisomélidos	Adulto	Número de adultos en la planta, número de hojas con perforaciones, número de plantas con hojas perforadas.	Adultos/planta Hojas perforadas/planta
Pulgones, thrips, ninfas de moscas blancas y otros insectos que viven en colonias en las hojas o los brotes terminales.	Larvas o ninfas y adultos	Número de brotes infestados, número de hojas infestadas	Brotes infestados/planta Hojas infestadas/planta Frutos infestados/planta
Moscas blancas, salta hojas u otros insectos picadores-chupadores que tienen gran movilidad	Adultos	Número de adultos por planta durante aproximadamente un minuto de observación.	Adultos/planta Individuos/planta Individuos/pase de red.

Tabla 9.3. (continuación).

Tipo de plaga	Fase que se evalúa	Indicador que se evalúa	Expresión de los resultados
Moscas blancas, salta hojas u otros insectos picadores-chupadores que tienen gran movilidad.	Adultos	Número de individuos (ninfas, adultos) por cantidad de pases de red entomológica o jamo.	Adultos/planta Individuos/planta Individuos/pase de red.
Ácaros	Adultos e inmaduros	Número de ácaros en la hoja o el fruto. Número de órganos (hojas, frutos) afectados.	Ácaros/hoja Hojas afectadas/planta.

Esto quiere decir, que los resultados se pueden expresar en valores relativos o índices, es decir: adultos por planta (ejemplo: 0,7 adultos/planta), minas por planta (ejemplo: 2,0 minas/planta), colonias por planta (ejemplo: 4,6 colonias/planta), individuos por hoja o ninfas más adultos por hoja (ejemplo: 3,5 individuos/hoja).

Las decisiones para realizar aplicaciones de plaguicidas sintéticos se basan en índices estudiados bajo condiciones particulares, que consideran las características de los productos que se van a utilizar, principalmente su efectividad y el tiempo en que la logran, entre otros criterios técnicos y económicos. Bajo las condiciones de Cuba existen índices determinados para las metodologías de señalización, los que sirven de referencia para conocer el umbral o momento en que la población de la plaga debe ser suprimida o controlada, pues de lo contrario las pérdidas serían importantes (tabla 9.4).

Desde luego, se pueden realizar evaluaciones más precisas cuando se toman muestras de hojas y se revisan con el auxilio de una lupa o un estereoscopio, para cuantificar el número de individuos de cada fase del insecto o el ácaro presentes. Tanto para insectos como para ácaros, se pueden hacer evaluaciones en determinada área del órgano afectado, como por ejemplo un centímetro cuadrado, y cuantificar el número de individuos presentes.

Es importante que el agricultor conozca bien el insecto y cada una de sus fases, para evitar confusiones. Igualmente puede auxiliarse de alguna persona para anotar los resultados de los conteos.

Tabla 9.4. Índices establecidos en el sistema de señalización para algunas plagas en Cuba (IISV, 1981)

Cultivo	Plaga	Índice
Papa	Pulgones (<i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i>)	Cuando se presente el 5% de las plantas con 20 o más áfidos (1,5 por planta.)
	Minador de la hoja (<i>Liriomyza trifolii</i>).	1 larva viva por hoja (promedio de 66 hojas cuando los daños son localizados en los tercios inferiores del cultivo). 0,5 larvas vivas por hoja (promedio en 33 hojas) cuando aparezcan daños en el tercio superior. Si los biorreguladores son inferiores al 40% se harán observaciones para determinar la tendencia y la definición del modo de control.
	Ácaro blanco (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>)	10-20% de hojas infestadas.
Ajo	Minador de la hoja (<i>Liriomyza trifolii</i>).	Siembra directa hasta la 5ta. hoja 0,5 larvas vivas/hojas. Siembra de trasplante 1 larva viva/ hoja. Se dará la señal si los biorreguladores < 40%.
	Mantequillas, prodenias (<i>Spodoptera</i> spp.)	Cuando el 10-15% de las plantas observadas presenten larvas de los primeros estadios.

Cultivo	Plaga	Índice
Ajo	Ácaros (<i>Eriophes tulipae</i> , <i>Rizoglyphus setosus</i>).	<u>R.setosus</u> . Cuando se observe un promedio de 2-3 ácaros /diente o planta hasta los 45 días de plantado. <u>E.tulipae</u> . 3-4 ácaros/hoja hasta 60 días y 5-10 ácaros/ hoja hasta 75 días.
	Alternaria (<i>Alternaria porri</i>)	Con los primeros síntomas.
	Mancha blanca	A partir de octubre se emitirá el pronóstico a largo plazo (3- 5 días) de la ocurrencia de concentraciones nocivas de ozono.
Col	Polilla (<i>Plutella xylostella</i>)	0.5 larvas por plantas (25 larvas en 50 plantas)
	Alternaria <i>brassicae</i>	Primeros síntomas
Tomate	Mantequillas (<i>Spodoptera</i> spp.) Keiferia (<i>Gnorimoschema lycopersicella</i>)	<u>Spodoptera</u> : Desde el trasplante hasta 50 días se dará la señal cuando el índice sea superior a 0,4 larvas del 2do. estadio por planta. Más de 50 días Cuando se observe 1 larva/planta y la infestación sea superior al 10%. <u>Gnorimoschema</u> : Si se observa de un 5-10% de hojas con minas con larvas vivas o huevos.
	Pulgón (<i>Myzus persicae</i>)	Cuando se presente el 5% de las plantas con 20 o más áfidos (1.5 por planta.)

Tabla 9.4. (continuación).

Cultivo	Plaga	Índice
Tomate	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).	El índice para la señalización se basará en la ausencia, presencia y magnitud de la enfermedad viral. En ausencia de geminivirus: Primeros 15 días 0,2 adultos por planta. Si después de 15 días del trasplante hasta el inicio de desarrollo de frutos no se ha detectado la infección el índice será 0.5. En fructificación el índice será de 1 mosca/planta. Plantas con geminivirus: 1ros. 15 días del trasplante 0,2 adultos/ hoja. Después de 15 días 0,2 hasta grado 3 en que cesa la señal.
Maíz	Palomilla (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	10 al 15% de masas de huevo o comienza la eclosión de las larvas.
Boniato	Tetuán (<i>Cylas formicarius</i>)	A-Cultivo menor de 45 días 2% de los puntos evaluados con presencia de las plagas. B- Mayor de 45 días 6% con presencia de adultos.
Frijol	Salta hojas (<i>Empoasca kraemeri</i>)	A. C.D. 0.5-0.8 larvas y/o adultos /hoja hasta 50 días y 1-2 después. B. J. 0.5 adultos / jamada hasta 50 días 1- 1.5 después (Valorar variedades)

Tabla 9.4. (continuación).

Cultivo	Plaga	Índice
Frijol	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	0.2 moscas /planta en 1 ha
	Crisomélidos	Jamo: 1 insecto/jamada. Conteo directo: 2 insectos /planta.
Yuca	Primavera (<i>Erinnys ello</i>)	0-3 meses 5-10% de ataque. 3-5 meses 10-15% de ataque. Más de 5 meses 15-20% de ataque.
	Centella (<i>Lonchaea chalybaeae</i>)	0-3 meses 0.20-0.25 centellas/ planta. 3-5 meses 0.25-0.35 centellas/planta. Más de 5 meses 0.35 o más.
Cucurbitáceas	Gusanos de las cucurbitáceas (<i>Diaphania hyalinata</i> , <i>Diaphania nitidalis</i>)	Etapa A: 5% de brotes infestados. Etapa B: 10% de brotes infestados.
	<i>Pseudoperonospora cubensis</i> (pepino)	Con el 2% de ataque
Plátano	Ácaro rojo (<i>Tetranychus tumidus</i>)	Cuando se presente el grado 3 de infestación según escala. Para Microjet: Grado 1-2 como promedio.
	Picudo negro (<i>Cosmopolites sordidus</i>)	Fomento 0,5-1 picudos por trampa. Producción: 2 pic/trampa

¿CÓMO SE REALIZA LA EVALUACIÓN PARA DETERMINAR LA INCIDENCIA DE FITOPATÓGENOS?

En el caso de las enfermedades ocasionadas por hongos, bacterias o virus, lo más recomendado es evaluar los síntomas o la presencia de manchas, decoloraciones, etc. en las hojas, los frutos u otros órganos afectados.

La intensidad de la afectación es importante y se expresa por medio del conteo del número de manchas por hoja o el número de hojas manchadas, así como con decoloraciones, amarillamientos, pudriciones, etc. todo lo cual es específico para los diferentes agentes causales de estas patologías, las que generalmente se obtienen en estudios de nocividad. También, se evalúa el número de hojas con manchas o síntomas de la enfermedad. El resto del procedimiento es igual al descrito para los insectos.

De forma empírica, una escala para evaluar afectaciones por enfermedades puede tener cinco grados, que se caracterizan según el porcentaje del área del órgano (hoja, fruto, etc.) que se observa manchada, el porcentaje de hojas de la planta que se aprecian con síntomas de estar enfermas, etc. A continuación se expone un ejemplo:

- Grado 0: No se observan síntomas (aparentemente sana)
- Grado 1: Se observa entre 1 y 25% de los órganos afectados
- Grado 2: Se observan entre 26 y 50% de los órganos afectados
- Grado 3: Se observan entre 51 y 75% de los órganos afectados
- Grado 4: Se observan más de 75% de los órganos afectados

Para calcular el grado de afectación se anota el número de plantas con cada grado de la escala y se multiplica por el valor de la escala. Estos productos se suman y el total se divide entre el producto de la multiplicación del valor mayor de la escala (en este caso 4) por el número de plantas evaluadas en dicho campo.

Es decir:

$$GA = \frac{\sum (v \cdot n)}{i \cdot N}$$

Donde:

- GA es el grado de ataque
- i es el grado mayor de la escala, que en este caso es 4.
- N es el total de plantas evaluadas
- v es el valor del grado
- n es el número de indicadores en cada grado

¿CÓMO SE DETERMINA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLAGA EN EL CAMPO?

Para las plagas de insectos, ácaros y fitopatógenos (hongos, bacterias y virus) es usual determinar la distribución que presenta en el campo, para lo cual se emplea el mismo procedimiento antes descrito y es importante en este caso que se haya realizado correctamente el recorrido por el campo; es decir, que haya sido representativo.

Entonces, con los datos de la evaluación de la incidencia, se anota el número de plantas afectadas, del total evaluada y se determina el porcentaje mediante una regla de tres sencilla.

¿CÓMO SE REALIZA LA EVALUACIÓN PARA DETERMINAR LA INCIDENCIA DE NEMÁTODOS?

Para estos organismos también existen procedimientos específicos, principalmente mediante análisis de suelo, raíces, hojas, semillas y tubérculos, según la especie de nemátodos que es de interés evaluar en determinado cultivo.

Algunos grupos de nemátodos expresan sus síntomas en forma de lesiones o necrosis en las raíces, las que se pueden observar a simple vista o mediante cortes a las mismas. En estos casos se puede conocer si una planta está infestada.

Para ataques por nemátodos formadores de agallas del género *Meloidogyne*, que son muy comunes en los cultivos, existe un procedimiento muy sencillo, que puede ser realizado directamente por el agricultor.

Para determinar su presencia en el suelo se puede aprovechar el hecho de que expresan bien sus síntomas en las raíces de plantas del género *Cucurbita* (calabaza).

El método consiste en tomar muestras de suelo en diferentes puntos del campo (7-10 puntos en una hectárea), con una profundidad de 0-20 cm, luego esparcirlo sobre un nylon y mezclarlo; tomar porciones de este suelo e introducirlo en bolsas de nylon pequeñas (2-3), las que se colocan en un lugar sombreado cerca de los campos.

En cada bolsa se siembran 2-3 semillas de calabaza. Al transcurrir 35 días se extraen las plantas y se observa si el sistema radical está parasitado por estos nemátodos, el que mostrará las agallas en diferente

intensidad, las que pueden evaluarse por una escala específica para saber el grado de ataque (figura 9.1.), que se determina directamente en el campo.

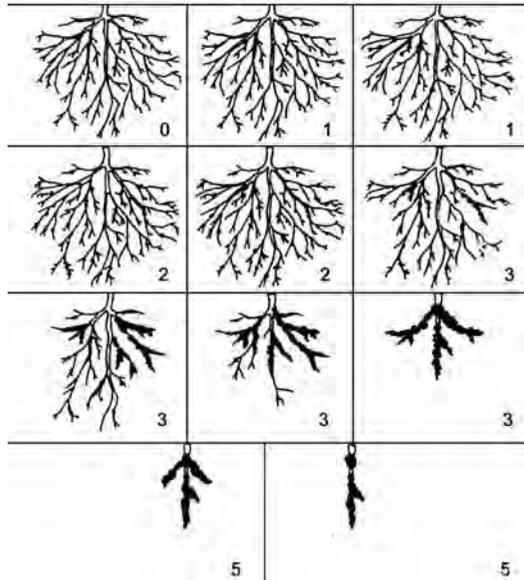


Figura 9.1. Escala para determinar los grados de ataque a las raíces por el nemátodo *Meloidogyne incógnita*.

¿CÓMO SE REALIZA LA EVALUACIÓN PARA DETERMINAR LA INCIDENCIA DE ARVENSES?

Para las malezas, generalmente se evalúan dos indicadores: composición de especies y grado de cobertura.

La composición de especies es muy importante, porque hay malezas que son más competitivas con el cultivo, otras que no son muy dañinas (nobles); existen especies que son predominantes, otras que hospedan plagas o constituyen reservorios de biorreguladores, etc. y todo esto hay que tenerlo presente. Además, hay prácticas como el uso continuado de un tipo de herbicida, que provoca la selección de especies de malezas lo que también debe considerarse.

Para facilitar las evaluaciones, se emplea una clasificación por grupos, que toma en cuenta la forma de sus hojas, sus hábitos de crecimiento, sus ciclos de vida, su capacidad de rebrote y sus raíces (tabla 9.5.).

Tabla 9.5. Clasificación de las malezas según algunos atributos biológicos

Cultivo	Hábito de crecimiento			Reproducción	
	Ciclo de vida	Altura	Raíces	Semillas	Nuevos brotes
Hoja ancha anual	Pocos meses y siempre menos de un año	25-150 cm	Pivotante 15-150 cm	Sí	Casi no
Hoja ancha perenne	Se mantiene de un año a otro	25-200 cm	Variada 25-100 cm	Cada año en cierta época	Sí, yemas en tallos y en raíces
Rizomas perennes y anuales	Época de lluvia de un año a otro	Macolla y rastrera 25-100 cm	Fibrosa abundante 50-150 cm	Sí, a partir de cierta época. Abundancia en cada ciclo.	Sí, yemas protegidas cerca del suelo
Bejuocos anuales	Época de lluvia	Sobre arbustos y árboles	Variada 20-100 cm	Sí	No, si se corta cerca del suelo

Tabla 9.5. (continuación)

Cultivo	Hábito de crecimiento			Reproducción	
	Ciclo de vida	Altura	Raíces	Semillas	Nuevos brotes
Bejucos perennes	Se mantiene de un año a otro	Sobre arbustos y árboles	Variada 30-150 cm	Cada año en cierta época	Sí, de yemas
Ciperáceas	Época de lluvia de un año a otro	25-50 cm	Fibrosa abundante 25-100 cm	Sí	Sí
Cobertura de hoja ancha	Época de lluvia de un año a otro	Rastrera en manchas 10-20 cm	Muy poco profunda 5-20 cm	Sí	Sí
Cobertura de hoja angosta	Época de lluvia de un año a otro	Rastrera en manchas 10-20 cm	Muy poco profunda 5-20 cm	Sí	Sí

El grado de cobertura se puede considerar para cada especie de maleza presente o para el conjunto de especies que habita el campo cultivado, así como para cada uno de los grupos de malezas.

De esto se deduce que es importante que el agricultor conozca bien las especies de malezas que habitan en su finca y el grupo a que pertenecen. No importa si no sabe el nombre científico o la familia, lo esencial es que las conozca, por su nombre vulgar o por sus características. El nombre científico y la familia son también importantes, pero esto puede consultarlo con el técnico o en algún manual.

Cuando se conoce el tipo de malezas, las que predominan y el grado de cobertura, es posible decidir el tipo de preparación del suelo a realizar y el sistema de rotación de cultivos más conveniente, entre otras prácticas agroecológicas que paulatinamente contribuirán a reducir los niveles poblacionales de estas especies en los campos de cultivo.

Para evaluar las malezas hay diferentes procedimientos, lo más sencillo y preciso para el agricultor es el método de la “punta de zapato”, que se realiza como se explica a continuación:

- Se efectúa un recorrido por la finca, de forma que este sea lo más representativo posible de las diferentes partes, donde se consideran las calles o hileras, las diferentes alturas en el caso de que la topografía del terreno no sea plana, etcétera.
- Cada 5-10 pasos, detenerse y mirar a la punta del zapato, anotar el tipo de planta observada exactamente delante del zapato.
- En el caso de los bejucos, se puede observar hacia los lados en cada paso, para anotar si hay alguno sobre alguna planta, sea cultivada o no.
- Al final del recorrido se suman los resultados y se determina el por ciento por cada tipo de planta, como se ejemplifica en la tabla 9.6.

Con estos resultados es posible conocer la composición de especies y la cobertura de cada tipo de maleza, como es el caso del ejemplo anterior, en que se aprecia que los rizomas perennes y anuales tienen el mayor porcentaje (30%), seguidos de las ciperáceas (23%).

Si el agricultor lleva registros cada año de estas evaluaciones, podrá decidir mejor sobre preparación del suelo, uso de herbicidas y sistema de rotación de cultivos, entre otras.

Tabla 9.6. Ejemplo de resultados de anotaciones y forma de determinar la cobertura del suelo por grupo de malezas

Tipo de maleza	Malezas observadas	Veces que se observó en la punta del zapato	Suma	% de cobertura
Hoja ancha anual		////	5	7.6
Hoja ancha perenne		//	2	3
Rizomas perennes y anuales		////////////////////	20	30
Bejucos anuales		///	3	4.6
Bejucos perennes			0	0
Ciperáceas		////////////////////	15	23
Cobertura de hoja ancha		////	5	7.7
Cobertura de hoja angosta			0	0
Puntos del campo sin maleza		////////////////////	15	23
Total			65	100

¿CÓMO SE CALCULA LA EFECTIVIDAD TÉCNICA DE LAS APLICACIONES DE PLAGUICIDAS QUÍMICOS?

En manejo de plagas, generalmente existe la costumbre de evaluar los efectos de cualquier intervención o aplicación para saber si hubo reducción de las poblaciones de las plagas o de sus daños (hay menos plagas o menos afectaciones), y esto generalmente debe apreciarse de inmediato cuando se aplica un plaguicida químico; es decir, 24-72 horas posteriores a la aplicación.

Insectos y ácaros. Usualmente, las efectividades técnicas se determinan sobre la base de la reducción de las poblaciones o intensidad de la plaga, o de la disminución de sus daños.

Respecto al criterio de reducción de las poblaciones, pueden emplearse diferentes métodos, pero el más usual y práctico es el siguiente:

$$ET = (a-b)/a \times 100$$

Donde:

ET es la efectividad técnica (%)

a es la población de la plaga antes de la aplicación

b es la población de la plaga posterior a la aplicación

La evaluación se realiza en dos momentos: antes de la aplicación (en el mismo momento de realizarla) y después (a las 24 horas o más de haberlo aplicado, según el producto).

Cuando el agricultor dispone de un sistema de seguimiento periódico, que puede ser semanal o decenal, entonces no necesita evaluar antes y después de las aplicaciones, porque dicho sistema le mantiene informado de la fluctuación de la intensidad de la plaga.

Fitopatógenos. Para los fitopatógenos estas efectividades, generalmente se determinan en base a la intensidad de la afectación, sea porque se mantenga o se incremente, lo cual usualmente se apoya en escalas de grados que permiten precisar y que por lo general son específicas para cada fitopatógeno, como se expresó anteriormente.

La efectividad de estas tácticas o medidas debe ser objeto de chequeo por el agricultor, para saber si tomó la decisión correcta, si hay que repetirla o si debe buscar otra alternativa para resolver el problema.

Esta es una de las principales actividades de seguimiento y decisiones que realiza el agricultor en sus cultivos, porque sabe que a las plagas hay que chequearlas constantemente.

Desde luego, como se verá más adelante, cuando se realizan prácticas agronómicas, como por ejemplo: el saneamiento, los resultados no se apreciarán hasta el final del cultivo.

¿CÓMO SE EVALÚA LA EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE BIOPLAGUICIDAS ENTOMOPATÓGENOS?

Igualmente, la evaluación de la efectividad de una aplicación se puede realizar de la misma forma que se explicó anteriormente para los insecticidas químicos; es decir, mediante la determinación de los cambios (reducción) de la población comparándola antes y después de dicha aplicación.

Pero, debido a que los bioplaguicidas tienen otros mecanismos de acción sobre las poblaciones de insectos y ácaros, la evaluación de su efectividad se realiza en momentos diferentes, como se explica a continuación:

Bacillus thuringiensis. Esta bacteria entomopatógena actúa principalmente por ingestión, es decir, se requiere que el producto entre al interior del cuerpo insecto, a través del aparato bucal, junto con las hojas y otros órganos de la planta del cual se alimenta. Una vez en su interior, la bacteria se multiplica y mata el insecto por septicemia, proceso que sucede con relativa rapidez y puede apreciarse en el campo en 3-5 días aproximadamente. Esto quiere decir que la evaluación de la efectividad de una aplicación se puede realizar a los 3-7 días.

Las larvas de lepidópteros enfermas con esta bacteria muestran los síntomas siguientes:

- Los insectos pierden el apetito, son lentos y perezosos.
- Mueren con secreciones bucales y por el ano (exudado lechoso).
- Se tornan de color marrón, pardo oscuro y llegan hasta color negro en ocasiones y se presentan blandos y frágiles.
- Otras veces pierden su contenido líquido y dejan una mancha oscura sobre las hojas.

Hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y otros). Los hongos entomopatógenos actúan de manera diferente, es decir, la espora del hongo debe depositarse sobre la superficie del cuerpo del insecto (larva, adulto, etc.) y germinar, para luego penetrar en su interior y desarrollarse hasta completar su ciclo y matar el insecto, resultado que se aprecia en el campo con mayor lentitud (aproximadamente 5-10 días).

Los insectos enfermos por estos hongos muestran los síntomas siguientes:

- *Beauveria bassiana*: Blanco-beige-amarillo.
- *Metarrhizium anisopliae*: Blanco-verde claro-verde oscuro.
- *Numoraea rileyi*: Blanco-verde limón-verde botella.
- *Paecilomyces fumosoroseus*: Blanco-gris claro-gris oscuro.
- *Lecanicillium lecanii*: Blanco algodonoso.

Nemátodos entomopatógenos. Los nemátodos entomopatógenos generalmente logran matar el insecto plaga en aproximadamente 24-

48 horas después de haber penetrado al cuerpo del mismo; pero, el proceso de penetrar requiere que el juvenil se desplace por las hojas u órganos de la planta (aplicaciones foliares) o por el suelo y logre localizar su hospedador y penetrar en su interior, lo que indica que el tiempo de desplazamiento-localización de la plaga varía según las condiciones existentes, principalmente que haya una película de agua en la planta y el suelo, las radiaciones solares, etcétera.

¿CÓMO SE EVALÚA LA EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE BIOPLAGUICIDAS ANTAGONISTAS?

Las aplicaciones de *Trichoderma* y otros antagonistas de hongos fitopatógenos se realizan en diferentes momentos, lo que significa que su efectividad se evalúa de acuerdo al momento y la forma de la aplicación, es decir:

En el material de siembra o el suelo (establecimiento). Generalmente se aplica el bioproducto cuando hay sospecha o existen antecedentes de que puede manifestarse la enfermedad. Esta aplicación se realiza de diferentes formas, a saber:

- En la semilla botánica y agámica (inmersión u otras técnicas).
- Mediante inmersión de las raíces de la planta (antes del trasplante).
- En el suelo o sustrato (bolsas, canteros, campos).
- En el hoyo (árboles).
- Sobre el suelo en la base de la planta.
- Otras.

En estos casos la efectividad se determina al germinar las plantas, desarrollarse y manifestar la enfermedad, lo que puede ser en diferentes momentos, de acuerdo con el patógeno y cultivo.

Cuando la aplicación se realiza sobre el follaje de la planta, la evaluación es similar a la empleada para los fungicidas químicos, es decir, mediante la reducción de la enfermedad (síntomas nuevos, etcétera).

¿CÓMO SE EVALÚA LA EFECTIVIDAD DE LAS LIBERACIONES DE ENTOMÓFAGOS Y LA ACTIVIDAD DE LOS QUE ACTÚAN COMO REGULADORES NATURALES?

Los entomófagos pueden ser parasitoides y predadores, los que se evalúan de forma diferente, por lo que el agricultor debe estar bien entrenado para reconocer los síntomas que muestran los individuos parasitados, al igual que los hábitos y características de los diferentes tipos de biorreguladores.

La actividad (efectividad de los liberados o índice de reguladores naturales) de los entomófagos en los campos de cultivos se aprecia a los pocos días, es decir, depende del tiempo en que el huevo del parasitoide se desarrolla y la larva comienza a alimentarse de la plaga (huevo, larva adulto) y logra matarla. Para los parasitoides de huevos esto puede ser a los tres días y para el resto a los siete a 10 días aproximadamente.

Para los efectos prácticos, estos conteos solamente permiten determinar índices generales: parasitoidismo, predación.

Parasitoides. Los parasitoides, como su nombre lo indica, viven una parte de su vida (huevo, larva, pupa) dentro o sobre el cuerpo de su huésped (insecto) y la otra (adulto) en diferentes partes del campo. Principalmente son insectos de diferentes familias de los órdenes Hymenoptera y Diptera, aunque hay otros menos importantes.

Por determinar el índice o nivel de parasitoidismo en insectos se utilizan signos de la manifestación del parasitoide en la plaga, a saber: orificio de salida del parasitoide, cambio de coloración, de tamaño y de forma del estado de la plaga (huevo, larva, pupa), restos de partes del parasitoide, etc.; es decir, no se evalúa el adulto del parasitoide, aunque en ocasiones este se observa volando en el campo o posado sobre las hojas.

Cuando se evalúa una especie de parasitoide, que es bien conocida o fue liberada, entonces se puede determinar el parasitismo específico; pero, cuando hay más de una especie o no se ha estudiado, se determina el parasitoidismo global, lo que significa que en el resultado están incluidas las diferentes especies que estén actuando, que en muchas plagas son un complejo de varios parasitoides.

Para realizarlo se colectan al azar 100 individuos/hectárea de la especie plaga (huevos, larvas, pupas, adultos), se introducen en bolsas o recipientes plásticos y se trasladan a un local para ser observados

cuidadosamente, si es posible con la ayuda de una lupa y buena iluminación.

El índice de parasitoidismo global (%) se determina por la fórmula siguiente:

$$\text{IPG} = \text{IP} + \text{IPE} / \text{TIE} (100)$$

Donde:

IPG es el índice de parasitoidismo global.

IP son los individuos que se observan parasitados.

IPE son los individuos de los cuales han emergido parasitoides adultos.

TIE es el total de individuos evaluados.

En algunos casos y si existen condiciones, se pueden dejar individuos en observación o cría, para esperar a que se manifieste mejor el parasitismo o este emerja, proceso que es muy sencillo, pues solo se requieren frascos de cristal o plásticos y de boca ancha, a los cuales se les ata una tela o malla fina en la boca. Se colocan en un sitio fresco sin riesgo de acceso de hormigas.

Predadores. Generalmente, pueden ser insectos de diferentes órdenes, ácaros y arañas. La actividad reguladora de los predadores es más difícil de evaluar, ya que no se puede determinar con precisión cuántas de sus presas (plagas) han sido atacadas, ni es posible generalmente verlas en el campo.

Por ello, la evaluación de estos entomófagos se realiza mediante la relación que existe entre la población del predador (adulto o larva) y de la presa (adulto, huevo, larva, pupa), en dependencia de la especie.

Entonces, la relación predador/presa es la relación entre la población que preda de los predadores que se hallan en el cultivo y la población predada del insecto fitófago evaluado.

Esta evaluación se realiza al azar en 30 puntos/hectárea; cada punto es de un metro cuadrado y la evaluación se realiza durante un minuto de observación, contando la cantidad de individuos del o los predadores y de la presa. Es decir, se incluyen las diferentes especies de predadores que están actuando en ese momento en el campo, por tanto es una relación global.

Aquí es importante que se evalúe la fase del predador que realmente realiza dicha actividad, pues en algunos casos (por ejemplo las crisopas),

el adulto no actúa como tal; en el caso de la presa o plaga, la fase que es predada, es decir:

$RPp = \text{Predador} / \text{presa}$

Donde:

P es el número de individuos de la fase que predada.

p es el número de individuos de la fase predada (huevos, ninfas o larvas, pupas).

Los resultados se expresan en valores relativos, es decir, 0,1 etc. Es importante entender que el valor de equilibrio es alrededor de 0,5, lo que significa que hay cierta correspondencia en la actividad de ambos tipos de organismos.

¿CÓMO SE EVALÚA LA ACTIVIDAD DE LOS MICROORGANISMOS ENTOMOPATÓGENOS QUE ACTÚAN COMO REGULADORES NATURALES?

Bajo determinadas condiciones y épocas es usual observar insectos plagas parasitados por hongos entomopatógenos (*Beauveria*, *Metarhizium*, *Lecanicillium*, *Entomophthora*, *Paecilomyces*, *Aschersonia* y otros), por la bacteria *Bacillus thuringiensis* y por virus de la poliedrosis nuclear, los que también son reguladores naturales, porque se manifiestan en los campos de manera natural, es decir, sin que se haya aplicado ningún bioplaguicida.

Estos organismos muchas veces actúan en niveles altos, lo que se considera como una epizootia, y por tanto debe ser observada con mucho interés por el agricultor, ya que puede ser muy efectivo en la supresión de poblaciones de la plaga. Incluso, existen experiencias de agricultores que han dispersado estos insectos enfermos y contribuir a incrementar la distribución del patógeno, y por tanto mayor efectividad en el campo.

Se evalúa de la misma forma que los parasitoides, es decir, se determina el índice de parasitismo por entomopatógenos (%):

$IPE = IPM / TIE (100)$

Donde:

IPE es el índice de parasitismo por entomopatógenos.

IPM son los individuos que se observan parasitados por el microorganismo.

TIE es el total de individuos evaluados.

¿CÓMO SE EVALÚA LA EFECTIVIDAD DE LAS TRAMPAS DE CAPTURA DE INSECTOS PLAGAS?

Resulta muy útil que el agricultor tenga algún tipo de registro cuando utiliza trampas de captura como método de control de poblaciones de insectos, ya que esto le proporciona informaciones valiosas para el futuro, como son:

- Conocer los momentos en que arriban los primeros adultos a la finca o los campos.
- Saber la fluctuación de las poblaciones de adultos bajo las condiciones particulares de su finca.
- Conocer el momento en que las poblaciones son mayores.
- Tener información sobre cantidad de insectos capturados para saber la efectividad de las trampas.
- Comparar capturas de diferentes años, campos, cultivos y plagas, como método para determinar las ventajas y tomar decisiones respecto al manejo de las trampas.

Estas informaciones se pueden registrar en una libreta, con los respectivos datos de fecha, campos, cultivos, etc. También, se pueden ubicar en gráficos por fecha y fases del cultivo, incluso acompañarlos de información climática (temperatura, humedad relativa, precipitaciones) y reflejar los momentos en que realizó las aplicaciones de plaguicidas, el riego, etc. Todo esto contribuye a que el agricultor entienda mejor los resultados de las trampas y del manejo que realiza en el cultivo, entre otras ventajas.

Cuando las trampas se emplean como método de control, la efectividad del mismo puede estar dada por la detención del incremento de los daños al cultivo, por la disminución del índice de infestación en las plantas y por el nivel de captura en las trampas.

En diferentes programas es muy común utilizar el índice de captura, que generalmente se expresa como sigue:

$$ATD = a \times t/d$$

Donde:

(a) es el número de adultos que capturó cada trampa (t) en los días en que estuvo capturando desde la evaluación anterior (d).

¿CÓMO SE DETERMINA LA EFECTIVIDAD ACUMULADA O RESULTANTE DE LA REALIZACIÓN DE DIFERENTES PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS EN LA FINCA?

Cuando la finca se maneja mediante prácticas agroecológicas y como un sistema, el efecto sobre las poblaciones de plagas no se logra solamente cuando se emplean Bioplaguicidas, se liberan entomófagos o se utilizan trampas de captura, entre otros métodos de control ecológico, sino que existe una contribución importante por parte del resto de las prácticas, sean las de manejo del cultivo o del resto de la vegetación de la finca, entre otras.

Es decir, se presenta un efecto acumulado que va contribuyendo a reducir poblaciones de plagas en el suelo y los cultivos, proceso que se logra en varios años y que depende de diversos factores, pero que es acumulativo.

Por ello, la resultante de dicho efecto se puede evaluar anualmente y comparar los diferentes años así como analizar la tendencia.

La información para determinar esta efectividad es muy sencilla y se obtiene de las diferentes evaluaciones realizadas y de los registros que posee el agricultor. Se realiza por cultivos y luego se puede analizar para toda la finca, a saber:

- Índices medios de plagas y enfermedades clave. Estos son los organismos nocivos de mayor importancia, los que requieren de aplicaciones de plaguicidas para su control. Este es uno de los índices de mayor importancia a analizar.
- Número de plagas y enfermedades que se manifiestan. Es el total de organismos nocivos de importancia que afectaron a los cultivos.
- Índice de parasitoidismo global. Para los cultivos en que se manifestaron plagas de insectos importantes.
- Relación predador/presa. Igualmente, en los casos en que se evaluó. El incremento de estos dos índices resulta un indicador muy útil para saber el efecto resultante de las diferentes prácticas.
- Número de aplicaciones de plaguicidas. Se determina para el año o período del cultivo, según sea. Se desglosa por separado los herbicidas, insecticidas, fungicidas, acaricidas, *Bacillus thuringiensis*, hongos entomopatogenos, nemátodos entomopatogenos, antagonistas (*Trichoderma* u otros), plaguicidas botánicos, plaguicidas minerales, trampas de captura, etc. Este

indicador es muy útil cuando se observa cómo se van moviendo los niveles de utilización de los diferentes métodos.

- **Carga tóxica liberada.** Se determina igualmente para el año o ciclo del cultivo e igualmente para toda la finca. Se expresa en L o Kg de ingrediente activo/hectárea y por toda la finca. Se puede agrupar por productos que se aplican al suelo y al follaje de la planta, también por tipo de molécula química, etcétera.
- **Gastos por plaguicidas.** Se determina igualmente para todo el año y se puede desglosar por tipo de producto.
- **Pérdidas.** Los volúmenes de pérdidas en las cosechas cuando se puede determinar bien que es debida a una plaga o enfermedad: se perdió el campo completo, hubo afectaciones severas. Esto se determina comparando las producciones del año anterior o las esperadas.
- **Rendimiento.** Los valores anuales de rendimiento del cultivo por área sembrada.

Existen otros indicadores de efectividad resultante, algunos relacionados con calidad y mercado, que pueden ser utilizados.

¿CÓMO SE EVALÚA LA ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS EN EL MANEJO DE LA FINCA?

Como se expresó anteriormente, las prácticas agroecológicas que se realizan en la finca tienen efectos variados y a diferentes plazos sobre las poblaciones de plagas, los que unidos a los efectos de los métodos de control ecológico aplicados, contribuyen a reducir las poblaciones de las plagas.

La adopción de prácticas agroecológicas puede evaluarse simplemente registrando anualmente en una libreta cada una de las prácticas realizadas, especificando el alcance de las mismas.

Generalmente, los técnicos y extensionistas están necesitados de conocer el grado de adopción por el agricultor de las diferentes prácticas agroecológicas, como forma de evaluar los resultados de la capacitación y otras actividades que se realizan con el propósito de introducir nuevas prácticas. Incluso, en ocasiones es necesario evaluar el grado de adopción de prácticas que han surgido de la innovación que realizan los propios agricultores.

Para ello existen varios métodos, todos con diferentes características , y por tanto rigurosidad y confiabilidad de los resultados, a saber:

- Informes estadísticos basados en datos solicitados.
- Encuestas escritas.
- Entrevistas directas al agricultor mediante recorrido-preguntas.
- Ejercicios en talleres participativos.

Todos son válidos, pero en el orden en que aparecen se incrementa la profundidad del análisis y el rigor de los resultados. Por supuesto, la combinación de métodos es un elemento que favorece.

Para determinar el grado de adopción es fundamental saber el objetivo que se persigue, pues se puede hacer para una práctica en específico, para varias prácticas e incluso para un programa de manejo y en este caso se determina el número y porcentaje de agricultores que la han adoptado, lo que puede reflejarse para un Consejo Popular, un municipio o una provincia.

Si se trata de un programa en que aparecen diferentes componentes y prácticas, se realiza una lista de cada una de las prácticas por componente y la evaluación del grado de adopción se realiza anotando cuáles de esas prácticas han sido adoptadas por cada agricultor, y a partir de esos datos primarios se pueden realizar análisis del grado de adopción en porcentaje para las prácticas de un componente o de todos, así como a nivel de territorio, etcétera.

Por supuesto, estos son procedimientos sencillos, que se pueden expresar en tablas o gráficos, pues para estudios científicos más profundos los análisis son de mayor complejidad; pero los expuestos anteriormente son muy prácticos y permiten realizar análisis de gran provecho.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

La agricultura en general y la sanidad vegetal en particular han realizado cambios importantes a favor de la sostenibilidad de las producciones agrarias, por ello muchos de estos cambios en política agraria han repercutido en las tecnologías de producción y en el manejo de los problemas de plagas, lo que ha generado la adopción de nuevas técnicas y conceptos, bajo la base teórica y metodológica que ofrece la agroecología, como ciencia capaz de entender la agricultura desde un enfoque de sistemas.

Por ello, se ha querido ofrecer un pequeño glosario de términos, como vía para contribuir a su generalización en la práctica, pues la agricultura del país ha logrado cambios sustanciales en materia de conversión hacia la agricultura agroecológica; sin embargo, los actores de estos cambios aún utilizan los términos del modelo de agricultura convencional de altos insumos químicos.

Ácaros: Son artrópodos que afectan las plantas cultivadas, generalmente atacan el follaje y los frutos, como es el caso del ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) en pimiento y otras hortalizas, los tetránicos en diversidad de plantas, principalmente *Tetranychus tumidus* en plátano y banano, y los que atacan los cultivos de raíces como son los del género *Rhizoglyphus* en las malangas, el ajo y otras.

Adopción: Es un término muy utilizado para definir la utilización de una nueva tecnología, sea por el agricultor, los técnicos, el territorio, etc. Esto quiere decir que la realiza en su finca sin necesidad de la participación de externos. Cuando la tecnología se ha adoptado por la gran mayoría de los agricultores se considera generalizada.

Agroecosistema: Resulta difícil delimitar los agroecosistemas. De manera general constituye un área geográfica determinada, muy relacionada por sus características del suelo y el clima, bastante similar respecto al sistema de explotación agraria.

Agroquímicos: Los productos químicos que se emplean en la producción agraria, como los plaguicidas, los fertilizantes, los reguladores del crecimiento de las plantas, etcétera.

Alelopáticas: Son sustancias químicas liberadas por los organismos. En el caso de las plantas, sean cultivadas o arvenses, son las especies

que tienen sustancias biocidas en su composición bioquímica, con efectos diferentes sobre otras plantas.

Antagonistas. Término utilizado para referirse a los microorganismos que tienen efectos antagónicos sobre otros; es decir, impiden o reducen el crecimiento y desarrollo de otros microorganismos, como es el caso de hongo *Trichoderma*, que es antagónico a diversos hongos que causan enfermedades a las plantas, como los patógenos del suelo. Los antagonistas también se consideran reguladores naturales de poblaciones de patógenos en el suelo.

Artrópodos: Son invertebrados y entre ellos se encuentran los insectos, los ácaros y las arañas, sean plagas o enemigos naturales. El término artrópodos benéficos se emplea para referirse a los insectos, ácaros y arañas que actúan como predadores y parasitoides, además de los polinizadores.

Arvenses. Son plantas herbáceas y leñosas que brotan y crecen espontáneamente en los campos de cultivos. Muchas de estas especies se manifiestan como malezas.

Aves: Afectan cultivos y productos almacenados, en ocasiones manifestándose como plagas. En las ciudades los gorriones pueden ser dañinos, ya que afectan distintas especies de hortalizas en la fase de semilleros o plantas recién trasplantadas.

Babosas y caracoles: Habitan en el suelo y son plagas del follaje, el tallo y las raíces principalmente, atacan diversidad de plantas y viven en sitios disímiles, caracterizados por alta humedad y escasa luminosidad (debajo de la hojarasca, las piedras y otros obstáculos como las guarderas o bordes en los organopónicos).

Biodiversidad: La diversidad biológica son las especies y su variabilidad genética que habitan un ecosistema, su población y las interacciones con los demás organismos. La biodiversidad en una finca está integrada por las plantas cultivadas y animales de crianza (agrobiodiversidad); la vegetación auxiliar, como la cerca viva, arboleda, ambientes seminaturales, etc.; la biodiversidad funcional, integrada por los reguladores naturales de plagas, polinizadores, microflora epifítica, micorrizas, entre otros organismos con funciones benéficas directas sobre el cultivo y la biodiversidad nociva, es decir las que afectan el cultivo.

Biorreguladores: Ver reguladores naturales.

Cadena trófica: Es la sucesión por la cual un organismo es consumido por otro, que a su vez es consumido por un tercero y así sucesivamente (ejemplo: cultivo consumido por plaga de insecto, ésta por un parasitoide y este por un hiperparásito).

Chinches: Son plagas cuyo aparato bucal es en forma de pico y su cuerpo es de apariencia en escudo. Pertenecen al orden Hemiptera, suborden Heteroptera. Son de importancia la chinche del aguacate (*Pseudacysta perseae*), especie recientemente introducida, que se ha convertido en una de las principales plagas del aguacatero en el país, cuyos daños afectan sensiblemente las producciones. Muy comunes son la chinche verde hedionda (*Nezara viridula*) en solanáceas y las chinches de las espigas (*Oebalus* spp.) en arroz, entre otras.

Chinchitas: Son igualmente chinches, pero muy pequeñas. Las más conocidas tienen hábitos predadores, como *Orius insidiosus* que preda estados inmaduros de thrips o *Cyrtopeltis varians* que tiene hábitos zoofítófagos, ya que preda larvas de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y pica las flores del tomate.

Ciclo vital de los fitopatógenos: Durante el desarrollo de una enfermedad en la planta, sea ocasionada por hongos o por bacterias, se cumple un ciclo vital que comprende las fases siguientes:

- **Pre-penetración:** El microorganismo del agente causal de la enfermedad se encuentra sobre la superficie de los órganos de la planta susceptible. Esto no significa que se produzca la enfermedad, pues para ello deben concurrir varios factores de forma simultánea o interrelacionadamente; estos son: potencial de inóculo, especificidad de hospederos, condiciones ambientales, microflora epifítica, entre otros.
- **Penetración.** Cuando se han presentado las condiciones antes expuestas, el patógeno germina y está en condiciones de penetrar en la planta. La penetración en la planta puede ocurrir por diferentes vías: A través de los estomas, de los órganos nectaríferos, de los estigmas, etc.; a través de heridas y traumas ocasionados por otros organismos, fenómenos naturales o por la actividad del hombre; por acción directa y mecánica del microorganismo sobre la epidermis de la planta, lo que puede estar favorecido por enzimas secretadas por el microorganismo; por supuesto, también por la inoculación de un vector.

- **Post-invasión:** Una vez que el patógeno ha penetrado dentro del tejido del hospedante, se desarrolla el micelio y luego se reproduce. El período de incubación es el tiempo que media entre la penetración del patógeno en la planta (inoculación) hasta la aparición de los síntomas de la enfermedad. Este período es variable para cada especie patógena y depende de diversos factores.
- **Liberación y dispersión del patógeno:** La liberación del patógeno y su dispersión pueden ser, a través del suelo, el agua, las corrientes de aire, las semillas, los instrumentos y maquinaria agrícola y el hombre, entre otros.

Clasificación de las plagas. Las plagas pueden ser primarias o secundarias, porque ataquen la planta o el tejido sano, o se alimenten de tejidos afectados o enfermos, respectivamente. También se clasifican en directas porque atacan el órgano de la planta o indirectas, cuando se manifiesta en otros órganos y como consecuencia de sus ataques se reduce la producción del cultivo.

Las plagas se clasifican también por el tipo de daños que ocasionan a la planta:

- **Mecánico o físico,** porque consumen o afectan directamente los tejidos.
- **Fisiológico,** por inducción de toxinas que interrumpen los procesos fisiológicos, al causar anomalías en el crecimiento de los órganos o porque obstaculizan la asimilación y circulación de los nutrientes.
- **Patológico,** en el caso que causen enfermedades a la planta.
- **De valor comercial,** cuando contaminan el órgano que se comercializa y no es aceptado.

Desde el punto de vista de su manifestación en un cultivo y región en particular, un organismo causante de plaga (OCP) puede ser habitual, ocasional, esporádico, raro o no conocido e incluso exótico e introducido.

La clasificación que se expone a continuación, cuando está avalada por información, a partir de observaciones de muchos años, resulta muy útil en los programas de manejo de plagas y por ello se le confiere importancia:

Plaga I - Plaga habitual u ocasional: Por lo general son organismos conocidos en la localidad, región o país, que inciden regularmente en el cultivo. La plaga habitual es también nombrada plaga clave. Estos organismos son conocidos por los agricultores y en general se dispone de información sobre hábitos y algunos métodos para su control.

Para este tipo de organismos la detección oportuna a nivel de campo, finca y comunidad ofrece grandes ventajas, ya que facilita la realización a tiempo de las tácticas de lucha, sean estas preventivas o curativas. Por tratarse de organismos causantes de plagas habituales, se entiende que están incluidos en el sistema de monitoreo y ello implica detección y seguimiento de su manifestación.

Plaga II: Plaga esporádica, rara o no conocida: Son organismos que por lo general no se manifiestan, pero están presentes en el agroecosistema. Se convierten en plagas bajo determinadas condiciones o por cambios en la tecnología del cultivo. También nombrados plagas potenciales. Para este tipo de organismo es muy importante la detección y la identificación, porque se supone que el agricultor no dispone de información sobre la misma y mucho menos sobre los métodos de control. La existencia de inventarios o listados locales, regionales o nacionales de organismos causantes de plagas en las diferentes plantas cultivadas, constituyen una importante fuente de información para estos casos, al igual que las colecciones de referencia y sus catálogos. Cuando el servicio de diagnóstico dispone de estas fuentes de información, ello facilita la rapidez con que se obtengan los resultados en su identificación.

Plaga III: Plaga migrante. Son especies que no están presentes en los campos cultivados, pero que pueden llegar a ellos periódicamente debido a sus hábitos migratorios, y por lo general causan daños severos.

Plaga IV: Plaga exótica o introducida. Son organismos que no existían en el país y por ello no se dispone de información sobre las características de su manifestación bajo las condiciones locales, ni sobre los métodos de control. También se incluyen las plagas transfronterizas. Estos OCP son unos de los más importantes en los sistemas de diagnóstico, porque su detección a tiempo e identificación correcta y rápida son imprescindibles para tomar las decisiones respecto al control. Para los OCP exóticas peligrosas por lo general existen programas de vigilancia cuarentenaria, en los que el diagnóstico es un componente esencial. Para el agricultor

estas plagas generalmente son catastróficas, porque se manifiestan con un comportamiento oportunista, lo que unido a la inexistencia o deficiencia en los métodos de control, contribuye a incrementar las afectaciones.

Una clasificación muy conocida, que por supuesto se ha ido enriqueciendo es la siguiente:

- **Primarias:** Aquellas especies que se presentan constantemente causando un daño físico, que se traduce en disminución del valor económico de la producción y que por lo tanto son sujetos de frecuentes prácticas de control. En ausencia de dichas prácticas, los niveles poblacionales alcanzan magnitudes capaces de generar daño económico.
- **Ocasionales:** A diferencia de las primarias, estas especies sólo causan daño económico circunstancialmente en ciertos lugares, temporadas u oportunidades, no obstante ser residentes de los agroecosistemas. Usualmente sus poblaciones se encuentran controladas por los factores naturales de mortalidad y sólo cuando éstos son alterados en sus capacidades reguladores, alcanzan magnitudes de importancia.
- **Potenciales:** Categoría constituida por aquellas especies residentes de los agroecosistemas, cuya presencia, usualmente en bajas cantidades, no causa ningún daño de significación económica y que son de especial importancia, pues los intentos de control ejercidos sobre las primarias y las ocasionales, puedan alterar los mecanismos de regulación natural que mantiene a éstas en situación de existir prácticamente inadvertidas.
- **Transeúntes:** Estas especies no son residentes de los agroecosistemas por lo que su daño está restringido a aquellas ocasiones en las que ingresan a los mismos, utilizándolos simplemente como hábitat temporal dentro de un ciclo de su vida.
- **Transfronterizas.** Especies con habilidades para dispersarse a través de fronteras geográficas.

Cochinillas harinosas: Pertenecen al orden Hemiptera, familia Pseudococcidae. Se consideran principalmente plagas en árboles frutales, forestales y ornamentales, viven en el follaje, el tallo, los frutos, las flores, donde se alimentan mediante la succión de la savia y contribuyen al debilitamiento y muerte de dichos órganos. Existen diversidad de especies y en los últimos años se ha introducido y

generalizado *Paracoccus marginatus*, con niveles poblacionales relativamente elevados.

Coleópteros defoliadores: Los más importantes son los crisomélidos (*Chrysomelidae*), cuyos adultos comen las hojas de las plantas, en las cuales practican orificios circulares muy característicos, mientras que las larvas viven en el suelo donde se alimentan de las raíces, sea en las plantas cultivadas o en las malezas. Las más comunes son *Diabrotica balteata* y *Systema bassalis*, aunque existen otras de menor incidencia.

Coleópteros perforadores: Entre los coleópteros que tienen como hábito perforar los órganos de las plantas están los picudos (*Curculionidae*), el más común e importante es el picudo negro del plátano (*Cosmopolitas sordidus*). También tienen este hábito los Scolytidae, representados por diversas especies que atacan el tallo y las ramas de los árboles forestales y frutales. Otros coleópteros tienen hábitos diversos, como es el caso de las especies cuyas larvas atacan las raíces y los adultos las hojas y los frutos, como por ejemplo el picudo verde-azul de los cítricos (*Pachnaeus litus*).

Colindancia: Es sinónimo de vecindad y cercanía. En el caso de la agricultura, se emplea para hacer referencia a un cultivo que se siembra en un campo al lado del otro, generalmente separados por distancias cortas (1-10 metros). Para la agricultura urbana, puede ser un cantero o una parcela que colinda con la otra. También, se refiere a las fincas vecinas que están divididas solamente por una cerca perimetral.

Conservación de reguladores naturales de plagas: Consiste en proteger, favorecer la reproducción y sobrevivencia, así como promover la actividad reguladora de los entomófagos y entomopatógenos que habitan naturalmente en las fincas, sea en los campos de cultivos o en sus alrededores, con el propósito de incrementar su acción parasítica, predatoria, parásita o patogénica sobre las plagas.

Control: Es una estrategia que se basa en reducir o controlar las poblaciones de la plaga a niveles económicamente aceptables.

Control biológico: Ver lucha biológica.

Control ecológico de plagas. Son los métodos ecológicos supresivos que reducen o controlan poblaciones de plagas, sean productos

plaguicidas (minerales, químicos, bioquímicos, biológicos), artrópodos benéficos, trampas de captura, entre otros.

Conversión del sistema de producción: Es el cambio que ocurre cuando el sistema de producción se transforma de intensivo a sostenible. Esto significa reducir o eliminar paulatinamente la dependencia de insumos externos como son: la energía, el equipamiento, los plaguicidas y fertilizantes, las semillas, los servicios técnicos y otros. Se favorecen los servicios ecológicos de la biodiversidad.

Daño: Cuando la lesión o alteración fisiológica tiene influencia sobre los rendimientos, entonces se produce un daño, que es la expresión económica. Muchas veces el daño es tan severo que ocasiona la muerte de la planta. Puede ser calculado mediante el coeficiente de nocividad.

Densidad y dinámica de población: La densidad de la población es el número de individuos por unidad de espacio. En el caso de que el equilibrio biológico de las plagas no esté alterado la densidad es baja, entonces no se deben observar perjuicios considerables en el cultivo. Si en este caso evaluamos la dinámica de la población en las diferentes fases fenológicas del cultivo y llevamos los datos obtenidos a un gráfico, percibimos una curva ondulada, pero estas ondas no difieren mucho una de otra. Las modificaciones se encuentran dentro de cada generación.

En la práctica de la agricultura ocurre muchas veces que una especie lleva muchos años y no presenta abundancia significativa; por factores favorables del ambiente disminuye la mortalidad natural y presenta una super-reproducción, pero los factores favorables no se repiten y la mortalidad logra de nuevo el nivel de "equilibrio biológico". En este caso se trata de una sobrevivencia abundante, que todavía no es gradación y esencialmente se refiere solo a una generación, máxima de un año, propiedad que poseen las plagas ocasionales. Pero, si la densidad de la población se eleva a varias generaciones durante años, con una tendencia determinada y con aceleración, somos testigos de una gradación. En el gráfico sube la curva siempre más abruptamente, hasta que después de un tiempo relativamente largo, de repente, baja al nivel del inicio.

El conocimiento local de la dinámica poblacional de las plagas es un elemento muy útil en el manejo de estas, porque permite conocer en cada momento cuál es la situación de la plaga y realizar avisos o cualquier intervención preventiva.

Diversidad trófica: Las relaciones alimenticias de diversas especies de organismos en el hábitat donde viven. Las relaciones tritróficas se refieren a las que se presentan entre tres organismos, como por ejemplo el cultivo (hospedante), los organismos nocivos (plagas) y sus reguladores naturales.

Ecotipos: Son las poblaciones de una especie que se han adaptado a un hábitat, por tanto desde el punto de vista ecológico manifiestan diferencias con poblaciones de la misma especie en otros lugares.

Enemigos naturales: Ver reguladores naturales.

Enfoque de sistema: Es el análisis de las interacciones, es decir, todos los componentes del sistema se relacionan entre sí. El enfoque de sistema es lo opuesto al enfoque analítico, que considera cada componente por separado. En una finca, el enfoque de sistema considera que en su manejo integral se favorecen diferentes interacciones y sinergismos, con efectos sobre las plagas y sus enemigos naturales.

Enfoque productivista: Es la producción agropecuaria que considera únicamente la producción; es decir, lograr altas producciones independientemente de los costos económicos, sociales y medioambientales. Lo contrario es el enfoque de la sostenibilidad, que también busca el máximo aprovechamiento de la tierra y productividad, pero minimizando los costos antes expuestos.

Entomófago: Insecto o ácaro que se alimenta y vive de insectos.

Entomopatógeno: Microorganismo, sea bacteria, hongo, virus, protozoo que parasita y es patogénico a insectos.

Entomonemátodo: Nemátodo que parasita y puede ser patogénico a insectos. También conocidos como nemátodos entomopatógenos.

Finca supresora de plagas: Como resultante del manejo que se realiza a la finca, existen menos riesgo de que entren nuevas poblaciones de plagas, se reducen las poblaciones que existen o la habitan, así como hay menos posibilidades de que se incrementen. Es un proceso que se logra a mediano-largo plazo, a través de la transformación de la finca mediante su manejo sobre bases agroecológicas.

Fitófago: Son generalmente, artrópodos que se alimentan de las plantas. Este es un término usado para mencionar a los insectos o

ácaros que pueden estar alimentándose de las plantas sin causarles pérdidas económicas. Es importante conocer que no todos los insectos y ácaros fitófagos son plagas, sino que muchas especies necesitan de las plantas para su alimentación, pero no las perjudican de manera nociva.

Fitopatógeno: Son los microorganismos (hongos, bacterias, etc.) que viven en las plantas y les causan enfermedades (patologías) que afectan su normal desarrollo.

Fitoparásito: Se pueden considerar como tal los anteriores, pero es un término más propicio para nemátodos.

Gusanos de manteca: Estos insectos, cuyos adultos se conocen como gallegos, pertenecen principalmente al género *Phyllophaga* y tienen como hábito fundamental que sus larvas se alimentan de las raíces de las plantas hortícolas y los adultos de las hojas y frutos de arbustos y árboles. Por lo general atacan diversidad de cultivos y sus daños se observan cuando ya la planta está muy afectada. Pertenecen al orden *Coleoptera*, familia *Scarabaeidae*.

Grillos: Son insectos muy peculiares que viven en cavernas o escondrijos sobre el suelo, atacan diversidad de cultivos en la fase de desarrollo de plántulas, las que corta a ras del suelo o come en otras formas. Existen diversas especies y la más común es *Acheta assimilis*. Pertenecen al orden *Orthoptera*, familia *Gryllidae*.

Herbívoros: Los herbívoros son animales que atacan a las plantas (insectos, ácaros, babosas, roedores, aves, etc.). Es un término adecuado para referirse a los que se alimentan de las plantas que compiten con los cultivos y se conocen como malezas o las que son parasíticas como la *Orobanche* en el tabaco.

Hormigas: Las hormigas tienen un comportamiento diverso en los agroecosistemas, unas especies se manifiestan como plagas y otras actúan como reguladores naturales (predadores). Las bibijaguas (*Atta insularis*, *Acromyrmex octospinosus*) y la hormiga brava (*Solenopsis geminata*) son plagas del suelo, pero atacan cualquier órgano de las plantas, la primera destruye el follaje de los arbustos y árboles, mientras que la hormiga brava se come las semillas de hortalizas inmediatamente que se siembran. Una especie de hormiga loca (*Paratrechina fulva*) en ocasiones se manifiesta dañina en animales de crianza y apiarios. Un ejemplo de hormiga que actúa como regulador natural de plagas es la hormiga leona (*Pheidole megacephala*).

Insectario: Lugar donde se crían insectos masivamente, ya sean los insectos benéficos o sus hospedantes. Un insectario puede ser un laboratorio para grandes producciones (como por ejemplo un CREE), para pequeñas producciones (algunas crías rústicas que se realizan para liberar bajas poblaciones de forma inoculativa) o un insectario pequeño (los insectarios de campo para la cría de cotorritas que están realizando los agricultores actualmente), entre otras modalidades de cría masiva.

Insumos: Los recursos materiales e informativos que se requieren para cualquier actividad. En el caso de la producción agrícola, los plaguicidas, los fertilizantes, las semillas, el combustible, etc. Los insumos externos son los que se adquieren fuera de la finca, como son los plaguicidas, los bioplaguicidas, los fertilizantes, etcétera.

Interacciones en el agroecosistema. En el agroecosistema existen interacciones entre sus componentes, sucediendo entonces diversos procesos ecológicos, generalmente influenciados por la manipulación que realiza el agricultor de los recursos biofísicos de la finca, que son:

- **Procesos energéticos.** La energía que ingresa como luz solar y se transforma mediante la fotosíntesis y la cadena alimenticia (consumo). El trabajo humano y animal, los insumos de energía mecanizada, el contenido energético de los agroquímicos.
- **Procesos bioquímicos.** Los principales insumos bioquímicos de un agroecosistema son los nutrientes liberados por el suelo, la fijación de nitrógeno, los nutrientes de la lluvia y el agua, los fertilizantes, los alimentos del hombre y los animales. Los procesos son diversos y por ello los nutrientes se mueven cíclicamente a través del agroecosistema. Ejemplos son el ciclo de nitrógeno, fósforo y potasio; los derivados del abonado de los cultivos; de los restos de cosecha y del ganado; de las asociaciones de cultivos e incluso con ganadería (policultivos, agroforestería, silvopastoriles).
- **Procesos hidrológicos.** El agua es una parte fundamental en los agroecosistemas y su rol es decisivo. Los procesos hidrológicos principales son el papel fisiológico, la relación con los nutrientes, la lixiviación y la erosión. Además, el agua que consumen las personas y los animales generan procesos. También el agua como vehículo para la diseminación de disímiles organismos.

- Procesos de regulación biótica. La invasión y competencia de plantas, las plagas y su control. Se relacionan con el uso de variedades resistentes, manipulación de las fechas de siembra, espaciamiento de hileras, las acciones supresivas de plagas (plaguicidas, control biológico, técnicas culturales, control etológico, etcétera).

Lepidópteros defoliadores: Estos insectos son bien conocidos porque son larvas grandes que comen vorazmente el follaje y en algunos casos los frutos de las hortalizas y otras plantas; las principales especies pertenecen a la familia Noctuidae y son de los géneros *Spodoptera*, *Heliothis* y *Agrotis*, aunque también se pueden presentar *Trichoplusia brassicae* y otros; existen especies de otras familias y de mayor tamaño como el piérido conocido como gusano de las crucíferas (*Ascia monuste eubotea*) y las primavera (familia Sphingidae) de los géneros *Erinnyis*, *Phlegenthontius*, entre otros. Por lo general realizan la pupa en el suelo.

Otras especies de menor tamaño comen el follaje de forma peculiar, como es el caso de la polilla de la col (*Plutella xylostella*) y el minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*), entre otros.

Lesión: Se entiende todo tipo de perjuicio físico causado por el organismo (sea fitófago, fitoparásito o fitopatógeno) sobre cualquier órgano de la planta, es decir, se ocasiona una perturbación de la actividad normal del tejido de la planta en cualquiera de sus partes. Si la lesión es grande, puede afectar las funciones fisiológicas de la planta en el sitio donde es ocasionada.

Muchos organismos no causan lesiones directas, sino alteran el funcionamiento normal de la planta o su fisiología, producto de estar afectada por un patógeno que le causó una enfermedad, por haberle introducido una toxina o por extraer la savia. A veces, la enfermedad se manifiesta más intensamente y esto ocasiona lesiones en los tejidos y órganos del vegetal.

Los tipos de lesiones ocasionadas por los insectos pueden ser: esqueletización, roeduras específicas, minas, formación de túneles, destrucción del interior de los órganos de la planta, doblamiento, arrugamiento, deformación, formación de agallas, entre otras. Las lesiones ocasionadas por parásitos y patógenos (generalmente indirectas) pueden ser: necrosis, podredumbres, momificaciones, atrofas, agallas, tumores, costras, entre otras.

Lucha Biológica: Puede ser definida como el empleo de organismos vivos para la lucha contra las plagas u otros organismos. Generalmente se circunscribe a la producción (o reproducción) masiva, la aplicación (o liberación) y conservación de insectos, ácaros, nemátodos, hongos, bacterias, virus u otros organismos que tienen un comportamiento eficiente como enemigo natural o biorregulador de plagas. Es muy común nombrarlo como control biológico (que es su traducción del inglés), pero no resulta muy atinado el término control cuando en la práctica se trata de una regulación biológica, por ello es más aceptado (ecológico) decir lucha biológica.

Malezas: Ver arvenses.

Manejo de plagas: Es una estrategia que concibe manejar las poblaciones de plagas mediante diferentes prácticas, como parte de la tecnología del cultivo.

Manejo Agroecológico de Plagas (MAP): Es la realización de prácticas agronómicas, la utilización del control ecológico y el aprovechamiento de la biodiversidad, entre otras prácticas, para prevenir o suprimir ataques de plagas a los cultivos. El manejo agroecológico o ecológico implica aprovechar al máximo las bondades de la naturaleza y las mejores prácticas en el manejo agronómico de la finca. Cuando se realiza manejo agroecológico se produce una reducción paulatina en el uso de los plaguicidas químicos, ya que son incompatibles con los organismos benéficos como el control biológico.

Manejo fitogenético: Es la prospección, evaluación, selección y manejo de variedades, clones y otros materiales genéticos para reducir la incidencia y nocividad de plagas, principalmente las causadas por fitopatógenos.

Manejo Integrado de Plagas (MIP): Es la integración de tácticas para prevenir o suprimir afectaciones por plagas, tratando de mantener las mismas a niveles por debajo del umbral económico. El MIP revolucionó la lucha contra las plagas, porque implica utilizar los plaguicidas según el nivel de las poblaciones y daños de las mismas. Además, favoreció integrar las labores culturales, el mejoramiento genético, el asocio de cultivos, entre otras prácticas agronómicas. El MIP ha favorecido la integración de la lucha biológica de forma efectiva.

Manejo Integral del Cultivo (MIC): Es manejar el cultivo integralmente, incluyendo no solo todo lo agrotécnico, sino también las tácticas

de manejo de plagas. EL MIC se circunscribe al campo cultivado y puede ser muy beneficioso cuando las labores culturales y otras prácticas agronómicas se realizan teniendo presente los efectos sobre las plagas y sus reguladores naturales.

Minadores de las hojas: Estos diminutos insectos del orden Diptera, familia Agromyzidae tienen como hábito principal que las larvas minan las hojas y luego realizan la pupa en el suelo. La especie más común y polífaga es *Liriomyza trifolii*, que es una plaga de importancia en hortalizas y otros cultivos. También pueden minar frutos y otros órganos de las plantas.

Existen minadores de las hojas del orden Lepidoptera, como el minador del café (*Leucoptera coffeella*), el minador de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*), entre otros.

Monitoreo de plagas: Es la evaluación periódica de poblaciones y daños de insectos, ácaros, nemátodos, hongos, bacterias, virus, malezas y otros organismos causales de plagas, durante el desarrollo del cultivo o en determinadas fases del mismo.

Moscas blancas: Viven en el envés de las hojas de las plantas, cultivadas o no, las que pican y chupan la savia contribuyendo a su debilitamiento, muerte y caída. En las hortalizas, viandas y frutos menores la especie más común es *Bemisia tabaci*, que su mayor importancia es como vector de enfermedades causadas por geminivirus, mientras que en el ají predomina *Aleurotrachelus trachoides* y en el plátano **Aleurodicus dispersus**. En los frutales y otros árboles, así como en las plantas ornamentales las especies que se manifiestan son otras y muy diversas. Pertenecen al orden Hemiptera, familia Aleyrodidae.

Nemátodos entomopatógenos: Ver entomonemátodos.

Nemátodos fitoparásitos: Los fitonemátodos habitan en el suelo. Atacan las raíces de las plantas y les causan lesiones que afectan su actividad, al extremo de que pueden ocasionar la muerte de las plantas. La especie más común en sistemas agrícolas es *Meloidogyne incógnita*, nemátodo formador de agallas en las raíces y tubérculos, que tiene un amplio rango de hospedantes, en el que se incluyen plantas de numerosas familias de importancia económica e incluso malezas, pero también es posible encontrarlos en depósitos de materia orgánica y turberas, que se convierten en focos de

infección con una alta responsabilidad en las contaminaciones que se presentan en algunos lugares.

Organismos causales de plagas (OCP): Son aquellas especies de organismos de los diferentes reinos que se alimentan y viven de las plantas cultivadas, pero que potencialmente pueden incrementarse a niveles poblacionales que ocasionarían problemas de plagas. Pueden ser de origen animal, microbiano, vegetal, u otros:

- Insectos.
- Ácaros.
- Moluscos.
- Roedores.
- Aves.
- Protozoos.
- Nemátodos.
- Hongos.
- Bacterias.
- Virus.
- Organismos similares a micoplasmas (OSM).
- Organismos similares a rickettsias (OSR).
- Plantas parasíticas.
- Plantas arvenses (malas hierbas).

Parasitoides: Son generalmente insectos que viven parte de su vida dentro o en la superficie del cuerpo del huésped u hospedador, principalmente las fases de huevo, larva y pupa, pues los adultos vuelan y se alimentan de secreciones azucaradas o el polen de las plantas. Los parasitoides al completar su ciclo han logrado matar su huésped y constituyen los grupos más específicos de reguladores naturales.

Parásitos: El término parásito es muy general, pero en nuestro caso se emplea principalmente para los animales que viven toda su vida a expensas de otro organismo, como es el caso de los nemátodos que parasitan las plantas (fitonemátodos) o los nemátodos que parasitan los insectos (entomonemátodos). En este último caso hay que saber que algunos nemátodos parásitos de insectos transportan una

bacteria, que es la que lo mata y en este caso se nombran nemátodos entomopatógenos.

Patógenos: Son los microorganismos que ocasionan enfermedades. Pueden ser fitopatógenos, cuando afectan a las plantas o entomopatógenos, cuando afectan a los insectos.

Patógenos del suelo: Aquí son de gran importancia varios hongos y bacterias fitopatógenas, que afectan el sistema radicular de las plantas, los tallos e incluso el follaje y los frutos, ya que estos organismos habitan o sobreviven en el suelo y están listos para afectar las plantas cuando estas se siembran y existen las condiciones en el cultivo y el microclima. Las especies de hongos fitopatógenos de mayor importancia son *Pythium* spp., *Phytophthora parasítica* y *Rhizoctonia solana* son de importancia en semilleros y viveros, así como en diversas hortalizas, en las que afecta el sistema radicular y el tallo. Como fitobacterias las más importantes pertenecen a los géneros *Xanthomonas* y *Erwinia*.

Plaga: Cualquier organismo, sea un hongo, una bacteria, un virus, un nemátodo, un ácaro, un insecto, un roedor, un ave, una planta, etc., que afecte directa o indirectamente el desarrollo normal de las plantas cultivadas, sea porque le cause lesiones o reduzca la producción de su fruto agrícola. Generalmente el término plaga se asocia a los insectos, pero internacionalmente se ha acordado referirlo a todo lo que dañe a los cultivos o su cosecha de manera significativa para el agricultor o el comercializador de productos del agro.

Plagas exóticas: Son organismos nocivos a las plantas que no existen en el país; es decir, habita otros ecosistemas. Algunas plagas exóticas son reguladas y vigiladas por la cuarentena vegetal debido a que al introducirse en el país pueden afectar cultivos de importancia económica.

Plaguicida: Cualquier producto que se emplee para controlar las plagas. Los plaguicidas pueden ser químicos, biológicos, minerales, botánicos, etc. Pueden ser obtenidos por la vía de la síntesis química, mediante birreactores (fermentación), mediante preparados físicos o bioquímicos, etcétera.

Plantas parasíticas: Son plantas que viven sobre otras o a expensas de otra. Un ejemplo muy conocido es la Orobanche que parasita la planta del tabaco.

Población: Los organismos vivos, sean de origen vegetal, microbiano o animal, viven en comunidad en sus hábitats, lugares donde realizan sus funciones. Bajo estas condiciones viven en poblaciones y los integrantes se llaman individuos. Por ejemplo, cuando nos referimos a los insectos que hay en un cultivo estamos hablando de las poblaciones de insectos y cuando realizamos un muestreo o contamos los insectos que hay en una planta, estamos contando individuos de dicha población. Es por tanto incorrecto hablar de conteos de insectos o ejemplares de insectos. Ejemplares pueden ser los que están en colecciones ya muertos y preparados.

Cuando las poblaciones de ciertos organismos, como por ejemplo: las plagas, han recibido el efecto de un factor determinado (biótico o abiótico) y han adquirido nuevas características o habilidades que influyen en su comportamiento, se dice que han sido seleccionadas. Esto es muy común en las plagas agrícolas que están sometidas a los efectos de los plaguicidas y como consecuencia de ello se seleccionan poblaciones resistentes a dichos productos.

Polífagos: Son organismos que viven de otros organismos de diferentes familias. Las plagas polífagas atacan diferentes cultivos (ejemplos: La mosca blanca *Bemisia tabaci*, el thrips de la papa *Thrips palmi*, el ácaro *Poliphagotarsonemus latus*, los nemátodos agalleros del género *Meloidogyne*, etc.). Los predadores polífagos se alimentan de diferentes tipos de plagas (ejemplo: las cotorritas, las crisopas, los sírfidos, etcétera).

Predadores: Son los artrópodos (insectos, ácaros, arañas) que atacan a otros insectos y ácaros, comiéndolos o chupándoles su contenido (hemolinfa). Generalmente, necesitan completar su dieta alimentaria con polen u otras fuentes vitamínicas de las plantas. Muchas veces los predadores secretan toxinas para matar a sus presas antes de comérselas. También se emplea el término depredador. Algunas avispidas que son parasitoides, durante su fase adulta, pican las larvas u otros estados de la plaga, actuando como predadores.

Protección de Plantas: Es una estrategia de lucha contra las plagas que se sustenta en controlar la plaga y proteger el cultivo. Surgió con el desarrollo de los plaguicidas sintéticos y su tecnología de aplicación. Es propio de la agricultura intensiva tipo “revolución verde” y ha sido muy utilizado por la industria de los plaguicidas. En una época se utilizó para denominar a la disciplina que se ocupa del control y manejo de plagas agrícolas, pero en la actualidad no se

acepta porque implica un enfoque errado en la sanidad vegetal, que es la protección de la planta cultivada.

Pulgones o áfidos: Son insectos muy peculiares que generalmente atacan el follaje de las plantas, sobre todo en la parte apical o brote tierno, donde pica y chupa la savia, lo que contribuye al debilitamiento y muerte de estos órganos; muchas de las especies son vectores de virosis. Las más comunes son *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Brevicoryne brasicae*, *Lipaphis eryzini*, *Rhopalosiphum maidis*, entre otras. Pertenecen al orden Hemiptera, familia Aphididae.

Reguladores naturales: Es un término que se está generalizando para referirse a los enemigos naturales de las plagas. En ocasiones no es recomendable utilizar enemigos naturales, porque en la realidad estos organismos son amigos del agricultor y tiende a confundir. Es necesario entender que los biorreguladores o enemigos naturales pueden ser predadores (cotorritas, hormigas, etc.), parasitoides (avispidas, mosca *Lixophaga*, entre otros), parásitos (nematodos), patógenos (*Beauveria*, *Lacanicillium*, etc.), antagonistas (*Trichoderma*), herbívoros (insectos que atacan las malezas). También es muy importante saber que cualquier organismo que se manifieste como plaga puede tener enemigos naturales en los campos, lo que sucede que algunos son más difíciles de observar o se presentan en menor cuantía.

Los mecanismos y efectos del proceso de regulación son diferentes de los procesos de control. Control implica una supresión densidad-independiente constante, sin importar la densidad, generalmente con efectos durante períodos cortos y fomenta las fluctuaciones altamente variables de las plagas. Regulación implica una supresión densidad-dependiente la cual se intensifica y se relaja de acuerdo a la densidad de la plaga; el efecto de regulación es el mantenimiento de la plaga y su enemigo natural en equilibrio dentro de niveles inferiores y superiores por un tiempo indefinido. La regulación incluye el efecto de los factores del medio ambiente, cuya acción es determinada por la densidad de la población; es decir, se destruye un porcentaje más alto cuando se incrementa la población y viceversa.

Al aumentar la densidad de una especie plaga, se incrementa también la disponibilidad de recursos alimenticios y sitios de reproducción del factor regulador (enemigo natural), lo que permite incrementar también su propia densidad. Este incremento del enemigo natural trae como consecuencia un aumento en el porcentaje de mortalidad de la población de la plaga como resultado del parasitismo o la predación,

hasta llegar a cierto nivel máximo. Por el contrario, al decrecer la población de la plaga, la densidad del enemigo natural también disminuye como resultado de los efectos de la escasez de alimento, la dispersión y otros factores, lo cual resulta en un decremento en el porcentaje de mortalidad de la plaga por el enemigo natural, sea por parasitismo o por predación, proceso que garantiza la no extinción del huésped o presa, lo cual evita también la extinción del enemigo natural

Relaciones tróficas: Son las relaciones de alimentación y sustrato que se establecen entre diferentes organismos. Por ejemplo: un insecto con una planta, un hongo con una planta, un hongo entomopatógeno con un insecto, etc. Un ejemplo de relaciones tritróficas es precisamente las que ocurren entre un cultivo, una plaga de insecto y su parasitoide.

Reproducción asexual de las arvenses: Muchas arvenses tienen la facultad de reproducirse vegetativamente, lo que es más común en las especies perennes que en las anuales. Las estructuras reproductivas en las especies perennes son:

- **Rizomas:** Tallos modificados que crecen horizontalmente bajo la superficie del suelo, tienen escamas, producen raíces adventicias en los nudos y dan origen a nuevos brotes (*Sorghum*, *Cyperus*).
- **Estolones:** Tallos modificados que crecen horizontalmente sobre la superficie del suelo, producen raíces adventicias en los nudos al contacto con el suelo (*Cynodon*).
- **Tubérculos:** Estructuras especializadas que resultan del hinchamiento de segmentos subapicales de rizomas, poseen yemas axilares y tejido de almacenamiento en el que acumulan carbohidratos (*Cyperus*).
- **Bulbos:** Una yema subterránea modificada, tiene un segmento corto de tallo y escamas carnosas que son hojas modificadas que encierran el punto de crecimiento (*Allium*).
- **Cormos:** Es el hinchamiento de un tallo vertical subterráneo que está cubierto de una o más capas de hojas basales. Se distingue de un bulbo por su tallo sólido con nudos y entrenudos bien definidos (*Xanthosoma*).
- **Raíces:** Muchas especies producen un sistema horizontal de raíces que puede ser muy extenso y dar origen a nuevas plantas (*Cirsium*, *Convolvulus*).

- Fragmentos de plantas: Partes de la planta que pueden dar origen a una nueva planta, como puede ser el tallo, las ramas y las hojas (*Portulaca*, *Commelina*).

Precisamente, el entendimiento de los factores que influyen en la producción y persistencia de estructuras vegetativas de las arvenses permite realizar mejores prácticas de control de las que se manifiestan como malezas; que pueden ser de la propia planta como tal, de las características del suelo, de las condiciones climáticas locales, de la explotación del suelo, del sistema de preparación del suelo y de la tecnología del cultivo, entre otros.

Resistencia: Es un término muy general. En manejo de plagas se emplea para referirse a las plantas que se obtienen por mejoramiento genético y muestran como características la resistencia a ciertas plagas. También para hacer referencia a las plagas que adquieren resistencia a determinados plaguicidas, debido a su uso indiscriminado.

Roedores: Los roedores (*Rattus rattus*, *Rathus norvegicus*, *Mus musculus*) habitan en las zonas urbanas y rurales, tienen variados hábitos alimenticios, por lo que pueden atacar los frutos de las plantas, además de afectar las bandejas de los semilleros de hortalizas al atravesarlas para comerse las semillas, entre otras afectaciones.

Salta hojas: Son insectos muy llamativos por sus características y hábitos. Afectan generalmente el follaje de las plantas, de manera casi nunca perceptible, pero en ocasiones de importancia, sobre todo las especies del género *Empoasca* que atacan la habichuela, el frijol y el tomate, entre otras plantas. Pertenecen al orden Hemiptera, Familias Cicadellidae, Delphacidae y otras.

Señalización de plagas y enfermedades. Es un sistema de evaluación de poblaciones y daños de plagas y enfermedades en las plantas cultivadas, con el propósito de tomar las decisiones respecto al uso de plaguicidas sobre la base de la teoría del umbral económico. La señalización se ha desarrollado en Cuba mediante tres componentes: la parcela de provocación, el campo estacionario y el recorrido de itinerario, los que junto con las informaciones agrometeorológicas y las bases de datos locales, permiten emitir señales territoriales a los agricultores, para que acudan a sus campos a evaluar determinada plaga o enfermedad. El sistema de señalización en Cuba está organizado en una red de Estaciones Territoriales de Protección

de Plantas, ubicadas en los sistemas agrícolas del país. Más recientemente, en que el uso de plaguicidas químicos se ha reducido sustancialmente y se ha incrementado el control biológico, el sistema de señalización permite conocer el momento adecuado para las aplicaciones de bioplaguicidas y las liberaciones de entomófagos, así como para saber la efectividad acumulada de las diferentes prácticas agroecológicas adoptadas para el manejo de plagas.

Servicios ambientales: Es un término que se emplea para enmarcar los servicios al ambiente que ofrecen las prácticas que se realizan por los agricultores en sus fincas. De esto se ha derivado lo que se denomina Pago por Servicios Ambientales (PSA), lo que ha recibido mucha atención últimamente como herramienta innovadora para financiar inversiones en el manejo sostenible de tierras en varios países de América Latina. A través de ciertos usos de la tierra, los agricultores o los cuidadores de bosques están generando servicios ambientales, normalmente sin recibir remuneración de los beneficiarios, quienes aprovechan los servicios. Los servicios ambientales que más comúnmente han sido identificados son: Secuestro de carbono, belleza escénica, biodiversidad, servicios hidrológicos.

Por supuesto, existen muchas potencialidades respecto a los servicios ambientales que pueden ofrecer los sistemas agrarios diversificados que se manejan bajo el modelo de la agricultura sostenible, no solamente por la reducción de agroquímicos o maquinaria en general, sino por su gran contribución a la conservación de la biodiversidad al ser sistemas más complejos.

Servicios ecológicos: Los servicios que puede ofrecer la finca y su manejo a la biodiversidad. Los servicios ecológicos también son servicios ambientales.

Síntoma: El conjunto de modificaciones del aspecto normal de la planta sana y que se utiliza como referencia para identificar que la planta está afectada por algún organismo (sea fitófago, fitoparásito o fitopatógeno). En la práctica este es un elemento que sirve de guía para que los técnicos y agricultores realicen un diagnóstico preliminar de cualquier problema de plagas, pero solo es confiable cuando es comprobado por especialistas o está basado en la experiencia. Los síntomas más comunes en cultivos son:

- Debilitamiento general de la planta: Hojas dobladas, amarillamiento tenue, detención del crecimiento, etc. Cualquiera de los organismos nocivos.

- Marchitamiento: Destrucción de los tejidos. Cualquiera de los organismos nocivos
- Modificaciones del color normal: Descoloramientos totales por virus, insectos, nemátodos; descoloramientos parciales por virus, hongos; Formación de manchas por hongos, bacterias, insectos, ácaros.
- Pudriciones: Pudriciones secas por hongos y pudriciones húmedas por bacterias.
- Decaimiento: Caída de órganos de la planta por hongos, insectos; decaimiento de plantas enteras por hongos, nemátodos, insectos.
- Mutaciones de forma: Enrollamiento de hojas por virus, ácaros, insectos; deformaciones de órganos y planta por hongos, insectos; excrescencias por bacterias, hongos; transformaciones de órganos (Agallas, etc.) por virus, bacterias, hongos, nemátodos, insectos; heridas por hongos, insectos, ácaros.
- Enanismo: Disminución del tamaño (detención del crecimiento) por virus.
- Pérdidas de tejidos externos: Roeduras por insectos, gasterópodos, roedores; orificios y partes comidas por insectos.
- Pérdidas de tejidos internos: Perforaciones por insectos.
- Costras: Estructuras cubriendo el tejido lesionado por hongos.

Desde luego, muchos de estos síntomas pueden ser provocados por los factores del clima o eventos meteorológicos. De igual forma estos fenómenos pueden favorecer la actividad de los organismos causales de plagas o debilitar la planta y en consecuencia facilitar sus ataques. También se presentan casos en que unos organismos son primarios y facilitan la entrada de otros, generalmente considerados secundarios, pero que sus efectos suelen ser dañinos. El caso típico de los organismos causantes de enfermedades (fitopatógenos) que son transmitidos por insectos y otros organismos, es una de las problemáticas más difíciles de manejar en los agroecosistemas, por constituir un complejo de interacciones (patosistema).

Sistema agrario: Es la región agrícola, incluidas las comunidades que la integran. Un sistema agrario tiene diversos sistemas de producción. Tiene características biofísicas muy similares.

Sistema de cultivo: Son los diferentes sistemas que se emplean para cultivar las plantas. Por ejemplo, en una finca o huerto intensivo pueden existir cultivos en canteros, bajo cobertores, en canaletas, en campos típicos, etc. En el caso de los animales son sistemas de crianza.

Sistemas de producción agroecológicos: Las fincas que se explotan mediante el manejo de la biodiversidad, y por tanto son complejas.

Sistemas de producción intensivos: Las fincas que explotan la superficie mediante prácticas agrícolas convencionales, que significa monocultivo o policultivo, pero mediante siembras continuas y alta utilización de agroquímicos, mecanización y energía. Son simples desde el punto de vista del manejo de la biodiversidad.

Sistema de producción: Es la unidad de producción, sea una finca, una granja, una cooperativa, etc. El sistema de producción incluye los campos o parcelas cultivadas, la crianza de animales, los almacenes u otras instalaciones, así como los recursos y todo lo que abarca la explotación de dicha unidad de producción. La finca es un buen ejemplo de sistema de producción.

Supresión: Es una estrategia de manejo de plagas que se refiere a la disminución de las poblaciones de una plaga mediante la acción de una o más prácticas. Traducido a un lenguaje popular significa bajar o disminuir las poblaciones.

Thrips: Las larvas y adultos de estos diminutos insectos atacan el follaje, las flores y los frutos de diversidad de cultivos, mientras que las pupas la realizan en el suelo. La especie más importante es *Thrips palmi*, que ataca el follaje de varios cultivos, le sigue en importancia *Thrips tabaci*, que prefiere la cebolla y el ajo y existen varias especies del género *Frankliniella* que ataca el follaje y los frutos de diferentes especies de hortalizas y frutales. En las plantas ornamentales estos insectos son comunes, pero no están suficientemente estudiados. Potencialmente los trips pueden ser de gran importancia como vectores de virosis a las plantas, lo que aumenta su peligrosidad. Pertenecen al orden Thysanoptera y la familia Thripidae, entre otras.

Tipos de interacciones en el agroecosistema: En el orden funcional, las interacciones entre dos especies cualesquiera de una comunidad pueden ser neutras, es decir, que ninguna de ellas afecta directamente a la otra, o pueden afectar al menos a una de ellas. Los tipos principales de interacciones en una comunidad pueden ser:

- **Mutualismo:** Ambas especies se benefician.
- **Comensalismo:** Una especie se beneficia, mientras que la otra no se ve afectada.
- **Predación o depredación:** La interacción es positiva para una especie y negativa para la otra.
- **Parasitismo:** La interacción es negativa para una especie y positiva para la otra.
- **Alelopatía:** Una de las especies inhibe o tiene algún efecto negativo sobre la otra.
- **Competencia:** Ambas especies inhiben o tienen algún efecto negativo sobre la otra.

Tolerancia de hospedante: En este caso la planta cultivada tolera la afectación por el herbívoro, el patógeno o el parásito, lo que significa que no se afecta de manera significativa y logra tener rendimientos aceptables. Es muy abundante la información sobre las ventajas del mejoramiento genético de plantas para lograr variedades resistentes y tolerantes a herbívoros, parásitos y patógenos; de igual forma, los resultados prácticos existentes son amplios y bien demostrados.

En el caso de los herbívoros se conocen tres tipos de resistencia: la no preferencia (impide la presencia de la plaga), la antibiosis (evita que la plaga se establezca en poblaciones numerosas) y la tolerancia (impide que disminuya el rendimiento de la planta), criterios de gran utilidad en el manejo de plagas.

Validación: Es un término que se está empleando con mucha frecuencia y se refiere a la comprobación de cualquier tecnología (incluyendo las tácticas, los procedimientos, etc.) bajo las condiciones específicas de uno o diferentes lugares. Esto significa que será llevada a la práctica y podrá sufrir ajustes propios en dicho lugar. Puede ser la validación en un curso-taller, donde por métodos participativos se revisa y actualiza dicha tecnología, la validación en un campo o finca e incluso al nivel de los productores de una localidad.

Virosis: Son problemas más complejos y difíciles de identificar dado que se confunden con otras sintomatologías. Constituyen problemáticas fitosanitarias complejas, ya que los virus tienen diferentes formas de transmisión y pueden hospedarse en diversas especies de plantas, cultivadas o arvenses.

BIBLIOGRAFÍA

- Almaguel, L.: Combate integral contra ácaros fitófagos. Boletín Fitosanitario 6 (2): 88-114; 2000.
- Altieri, M. A.: How can best we use biodiversity in agroecosystems. Outlook on Agriculture 20: 15-23; 1991.
- _____ : Bases Agroecológicas para una producción agrícola sustentable. Agricultura Técnica (Chile) 54 (4): 371-386; 1994.
- _____ : El Agroecosistema: determinantes, recursos y procesos. En: Agroecología y Agricultura Sustentable. CLADES-CEAS-IS-SCAH (La Habana, Cuba). pp 102-121; enero, 1996a.
- _____ : El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas. En: En Agroecología y Agricultura Sustentable. CLADES-CEAS-IS-SCAH, La Habana, Cuba, enero, 1996b.
- Altieri, M. A. y C. I. Nicholls: Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Perspectivas agroecológicas No. 2. Icaria editorial, Barcelona, 245 pp., 2007.
- Álvarez, R. J.: 2000. Estudio de la flora arvense, sus diásporas y agentes patógenos en las principales zonas cafetaleras de Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, 120 pp.
- Andrews, K. y J. R Quesada: Manejo Integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. EAP. El Zamorano (Honduras), 1989.
- Bello, A., A. García-Álvarez y J. J. Ibáñez: Criterios ecológicos en el manejo del suelo y agricultura sustentable. Phytoma (España) No. 149, pp. 13-17. 2003.
- Cuadra, R., X. Cruz, E. Peña, Ma. de los Ángeles Zayas, J. Ortega y A. Navarro: Los nemátodos de las agallas y la producción de compost para la agricultura orgánica. Rev. Protección Veg. Vol. 18 No. 2 (2003): 119-123.
- Caballero, S., A. Carr y L. L. Vázquez: Guía de Medios Biológicos (cd-rom). Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ministerio de la Agricultura, Ciudad de La Habana, 2003.
- Elizondo, A. I.; J. La Rosa; C. Ocano; E. Pérez; A. Díaz; M. E. Márquez: Efectividad de entomopatógenos contra *Myzus persicae* (Sulzer) y *Aphis gossypii* Glover en el cultivo de la papa. Fitosanidad, La Habana, 6 (4): 47-50; 2002.

- Espino, M. y M. Stefanova: Colonización por *Trichoderma harzianum* de diferentes sustratos para el sistema de cepellón en el cultivo del tabaco. En: Taller Latinoamericano Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y otros Antagonistas. Ciudad de La Habana. Memorias, pp. 35-36. 28-31 marzo, 2006.
- Estrada, M. E. y J. Guelmes: Persistencia de *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin en hojas de caña de azúcar (*Saccharum* sp. híbrido). Fitosanidad, La Habana, 8 (4): 53-56; 2004.
- Fernández, A.; E. Pérez; S. Noa; J. A. Márquez; V. Andino; P. Ruíz; O. Fernández-Larrea; O. Elósegui y C. Ruiz: Experiencia cubana en la aplicación masiva de *Trichoderma harzianum* en el control de patógenos del suelo en semilleros de tabaco bajo el sistema de bandejas flotantes. En: Taller Latinoamericano Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y otros Antagonistas. Ciudad de La Habana, Memorias, pp. 5-6. 28-31 marzo, 2006.
- Fernández, E., J. Mena, J. González y M. E. Márquez: Biological control of nematodes in banana. In: *Banana Root System: towards a better understanding for its productive management*. Proceedings of an international symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 november 2004. Editors D.W. Turnes and F. E. Rosales. INIBAP (France)-MUSALAC (Costa Rica)-CORBANA SA. (Costa Rica).
- Fernández, E., M. Pérez, H. Gandarilla, R. Vázquez, M. Fernández, M. Paneque, O. Acosta, M. Bastarrechea: Guía para disminuir afectaciones de *Meloidogyne* spp. Mediante el empleo de cultivos no susceptibles. Boletín Técnico del INISAV, Ciudad de La Habana, 4 (3): 1-34; 1998.
- Fernández, J. L.: Ecología y elementos para el control biológico y cultural de insectos plagas del maíz en cuatro municipios de la provincia Granma, Cuba. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias agrícolas. Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara. Resumen, 31 pp., 2001.
- Funes Monzote, F. Integración ganadería-agricultura con bases agroecológicas. Plantas y animales en armonía con la naturaleza. Ed. ANAP-IIPF, Ciudad de La Habana. ISBN: 959-246-045-0. 83 pp. 2001.
- Hernández, I, M. Milera, L. Simón, D. Hernández, J. Iglesias, L. Lamela, Odalys Toral, C. Matías y G. Francisco. Avances en las investigaciones en sistemas silvopastoriles en Cuba. 12 pp. En: Conferencia electrónica FAO-CIPAV sobre "Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica". Memorias de una conferencia electrónica realizada de abril a septiembre de 1998. Moderadores: Mauricio Rosales M, Enrique Murgueitio, Héctor Osorio (CIPAV),

- Manuel D. Sánchez y Andrew Speedy (FAO). <http://www.lead.virtualcenter.org/es/ere/conferencia1/agrofor1.htm>
- Hernández, M. A.; E. Martín; M. Alemán: Uso de *Rhizotrich* en la protección de semillas de frijol. En: Taller Latinoamericano Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y otros Antagonistas. Ciudad de La Habana, Memorias, pp. 54-55; 28-31 marzo, 2006.
- _____ : Uso de *Rhizotrich* en la protección de semillas de frijol. En: Taller Latinoamericano Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y otros Antagonistas. Ciudad de La Habana, Memorias, pp. 54-55; 28-31 marzo, 2006.
- Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (IISV). III Reunión Nacional Metodológica sobre Señalización y Pronóstico. Ciudad de La Habana. 161 pp., 1981.
- Márquez, M. E.; L. Garmendía; E. Fernández y M. Escobar: Cepas de *Bacillus thuringiensis* con actividad biológica contra *Meloidogyne incognita*. Fitosanidad, La Habana, 8 (3): 31-35, 2004.
- Mena, J.: Empleo del bionemático *Hebernem* en los cultivos protegidos. En: Taller Latinoamericano Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y otros Antagonistas. Ciudad de La Habana. Memorias, pp. 5-6; 28-31 marzo, 2006.
- Mena, J., R. Vázquez, M. Fernández, L. Pérez, M. García, E. Pimentel, A. López, J. D. Mencho, Z. Zaldúa, R. García, D. Somontes, R. Morán: Empleo de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* para el control de *Meloidogyne incognita* y *Radopholus similis*. Centro Agrícola 23 (3): 31-38: 1996.
- Méndez, M. y A. Polanco: Método de control de nemátodos con *Trichoderma harzianum* en casas de cultivo. En: Taller Latinoamericano Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y otros Antagonistas. Ciudad de La Habana. Memorias, p. 38nn. 28-31 marzo, 2006.
- Murguido, C.: Sistema de monitoreo y pronóstico de plagas en cultivos económicos. Boletín Técnico # 1, INISAV, Ciudad de La Habana. pp. 51-70; 1997.
- Nicholls, Clara I.; Nilda Pérez; L. L. Vázquez; M. A. Altieri; 2002: The development and the status of biologically based integrated pest management in Cuba. *Integrates Pest Management Reviews* 7: 1-16.
- Pérez, J. M.: *Trichoderma*, alternativa para el control biológico de nemátodos en el marco de la agricultura urbana. En: Taller Latinoamericano Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y

- otros Antagonistas. Ciudad de La Habana. Memorias, p. 25. 28-31 marzo, 2006.
- Pérez, L.; A. Battle; J. Fonseca y V. Montenegro: Eficacia de *Trichoderma harzianum* en el control de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense en Cuba. En: Taller Latinoamericano Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y otros Antagonistas. Ciudad de La Habana, Memorias, pp. 31-32; 28-31 marzo, 2006.
- Pérez Consuegra, Nilda, 2004: Manejo Ecológico de Plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural. Unidad de Producciones gráficas del MINREX, Ciudad de La Habana, 296 pp.
- Pérez, R.; Z. Trujillo: Combate de *Acromyrmex octospinosus* (Reich)(Hymenoptera: Formicidae) con el cebo micoinsecticida BIBISAV-2. Fitosanidad, La Habana, 6 (2): 41-44; 2002.
- Pozo, E., R. Valdés, M. Cárdenas, O. Winchell: Susceptibilidad de *Heliothis virescens* F. (Lepidoptera: Noctuidae) a nemátodos entomopatógenos. Centro Agrícola 34 (3): 39-43; 2007.
- Preston, R.: Ventajas de los animales pequeños en los sistemas agropecuarios. LEISA revista de agroecología (Perú). 21 (3): 5-7. 2005.
- Renda, A., Efraín Clazadilla, Martha Jiménez y Joaquín Sánchez: El silvopastoreo en Cuba. En: Conferencia electrónica FAO-CIPAV sobre "Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica". Memorias de una conferencia electrónica realizada de abril a septiembre de 1998. Moderadores: Mauricio Rosales M, Enrique Murgueitio, Héctor Osorio (CIPAV), Manuel D. Sánchez y Andrew Speedy (FAO).
- Reyes, T. Efectividad in vitro de *Trichoderma harzianum* Rifai para el biocontrol de *Rhizoctonia solani* Kuhn y *Pyricularia grisea* Sacc. aislados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Fitosanidad, La Habana, 11(1): 29-33; 2007.
- Rosset, P.: La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. Policy Brief. Institute for Food and Development Policy. (Oakland, California). 15 pp., 1998.
- Sandoval, I. y M. O. López: Hiperparasitismo de *Trichoderma harzianum*, *T. viride* y *T. pseudokoningii* sobre diferentes hongos fitopatógenos. Fitosanidad, La Habana, 5 (1): 41-44. 2001.
- Sevilla, E.: Agroecología y agricultura ecológica: hacia una "re" construcción de la soberanía alimentaria. Agroecología, Murcia, No. 1. pp. 7-17; 2007.

- Stefanova, M.: Biopreparados de *Trichoderma*: una forma de lucha efectiva contra patógenos fúngicos del suelo. Agricultura orgánica, La Habana, No. 2 y 3, pp. 22-24; 1997.
- Stefanova, M. e I. Sandoval: Efectividad de biopreparados de *Trichoderma* spp. En el control de hongos fitopatógenos del suelo. Boletín técnico No. 2. Ed. CIDISAV, La Habana, 1995.
- Stefanova, M.; I. Sandoval; M. L. Martínez; I. Heredia; M. D. Ariosa; R. Arévalo: Control de hongos fitopatógenos del suelo en semilleros de tabaco con *Trichoderma harzianum*. Fitosanidad, La Habana, 8 (2): 35-38; 2004.
- Trujillo, M.; M. Figueroa; O. Corbea; R. Elias; N. Avila; M. Almeida: Posibilidades del antagonista *Trichoderma harzianum* para el manejo del tizón temprano (*Alternaria solani*) en el cultivo de la papa. En: Taller Latinoamericano Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y otros Antagonistas, Ciudad de La Habana, Memorias, pp. 33-34. 28-31 marzo, 2006.
- Trujillo, Z.: Estudio sobre la efectividad del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals.) Buill. Para el combate de *Atta insularis* Guerin en Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Master en Protección de Plantas. Universidad Agraria de La Habana, 1998.
- Vandermeer, J.. The ecology of intercropping. Cambridge Univ. Press. Cambridge, UK, 1989.
- Vázquez, L. L., 2004: El manejo agroecológico de la finca. Una estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias. Ed. ACTAF-ENTRE PUEBLOS-INISAV, Ciudad de La Habana, 121 pp.
- Vázquez, L. L., D. López, J. La Rosa y S. Pérez.: Alternativas para la lucha contra gorgojos y polillas de las semillas almacenadas. Informe técnico. Proyecto Manejo de Plagas en Organopónicos. 15 pp., 1996.
- Vázquez, L. L.: La lucha contra las plagas agrícolas en Cuba. De las aplicaciones de plaguicidas químicos por calendario al manejo agroecológico de plagas. Fitosanidad 10 (3): 221-242-, 2006b.
- _____ : Adopción de prácticas agroecológicas para el manejo de plagas por los agricultores cubanos. Agricultura orgánica, La Habana, 13 (2): 37-40; 2007a.
- _____ : Desarrollo del manejo agroecológico de plagas en los sistemas agrarios de Cuba. Fitosanidad, 11 (3): 29-39; 2007b.

- _____ : Manejo de plagas en la agricultura ecológica. En: Primer congreso internacional de agricultura ecológica. INIFAP. Sonora, México, 29-30 septiembre, 2009.
- Vázquez, L. L.; E. Fernández, 2007: Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas agrarios urbanos. Ed CIDISAV. Ciudad de La Habana, 121 pp.
- Vázquez, L. L. y F. Funes: Preguntas y respuestas sobre agricultura sostenible. Ed. ACTAF-HIVOS, Ciudad de La Habana. 44 pp., 2009.
- Vázquez, L. L.; Marlene Veitía, Emilio Fernández, Jesús Jiménez, Santiago Jiménez: Diagnóstico Rápido de la Ocurrencia de Plagas en Sistemas Agrícolas de Cuba por Eventos Extremos de Cambios en el Clima. VI Congreso Brasileiro de Agroecología y II Congreso Latinoamericano de agroecología. Curitiba, Paraná, Brasil, 9-12 noviembre, 2009.
- Vázquez, L. L.; Y. Matienzo; M. Veitia y J. Alfonso: Manejo y conservación de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. Ed. CIDISAV ISBN: 978-959-7194-17-0. 202 pp., 2008.
- Vázquez Moreno, L. L.; Susana Caballero Figueroa, Aidanet Carr Pérez, Jacinto Gil Michelena, Jorge L. Armas García, Ana Rodríguez Fernández, Miriam Becerra Barrios, Luis A. Rodríguez Ramírez, Regla Granda Sánchez, Teresa Corona Santos, Mayra Fumero Mollineda, Margarita Peña Rodríguez, Inés Essen Campbell, Lisveth Leyva Cardona, Elizabeth Concepción Peña, Taimy Ramos Torres, Odalys Corbea Suárez: Diagnóstico de la utilización de entomófagos y entomopatógenos para el control biológico de insectos por los agricultores en Cuba. *Fitosanidad*, 14 (3): 159-169, 2010.
- Veitía, M.: La diversificación florística como componente del manejo de plagas. En: II Curso-taller nacional para la formación de facilitadores en Lucha Biológica. Caibarién, Villa Clara, 26-30 abril, 2004.
- Waage, J. K.: Biodiversity as a Resource for Biological Control. The Biodiversity of microorganisms and invertebrates. Its role in sustainable agriculture. Ed. D. Hawksworth. CAB International (London). pp. 149-161; 1991.