



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCION DE INVESTIGACION EXTENSION Y POSGRADO
(DIEP)

Manejo Integrado de Plagas

(Libro de texto)



Autor:

Dr. Edgardo Jiménez Martínez
(PhD. Entomología)

Managua, Nicaragua, 2009





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCION DE INVESTIGACION EXTENSION Y POSGRADO
(DIEP)

Manejo Integrado de Plagas



Autor:

Dr. Edgardo Jiménez Martínez
(PhD. Entomología)

Managua, Nicaragua, 2009



N

632.9

J 61 Jiménez Martínez, Edgardo
Manejo integrado de plagas / Edgardo
Jiménez Martínez. -- 1a ed. -- Managua :
UNA, 2009.
120 p.

ISBN : 978-99924-1-004-2

1. PLAGAS AGRICOLAS 2. INSECTOS-UTILES
Y PERJUDICIALES 3. CONTROL BIOLÓGICO DE
PLAGAS 4. AGRICULTURA-NICARAGUA

®Todos los derechos reservados

2009

©Universidad Nacional Agraria
Km 12 1/2 Carretera Norte, Managua, Nicaragua.
Teléfonos: 2233-1265 / 2233-1267
Fax: 2233-1267 / 2263-2609

Dr. Edgardo Jiménez M. PhD. En Entomología
Académico titular UNA
Edgardo.jimenez@una.edu.ni
Teléfono: 2233-1265
Fax: 2233-1267

Diagramación e Impresión: Editronic, S.A. • Telefax: 2222-5461

La UNA propicia la amplia diseminación de sus publicaciones impresas y electrónicas para que el público y la sociedad en general, obtenga de ella el máximo beneficio. Por tanto en la mayoría de los casos, los colegas que trabaja en docencia, investigación y desarrollo no deben sentirse limitados en el uso de los materiales de la UNA para fines académicos y no comerciales. Sin embargo, la UNA prohíbe la modificación parcial o total de este material y espera recibir los créditos merecidos por ellos.

Nota general: La mención de productos comerciales en este libro, no constituyen una garantía ni intento de promoción por parte de la UNA.

La publicación de este libro es posible gracias al apoyo financiero del pueblo y Gobierno de Suecia, a través de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Presentación

La Universidad Nacional Agraria (UNA) orientada al desarrollo sostenible en el área agropecuaria y forestal a nivel nacional pone en manos de toda la sociedad nicaragüense el libro de “MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS”.

Este libro tiene como objetivo general divulgar información básica necesaria de la importancia del estudio de los insectos en Nicaragua y su propósito es introducir en el conocimiento básico de la biología, ecología, morfología, fisiología y órdenes en que se dividen los insectos.

El contenido fue diseñado como una herramienta de consulta, útil en el manejo integrado y ecológico de plagas, con las facilidades para llevarlo a la práctica. Su lenguaje es sencillo y práctico para estudiantes, profesionales, técnicos y productores de las ciencias agrarias a nivel nacional y centroamericano, donde los insectos se han convertido en problemas serios en la agricultura.

La elaboración de este material contó con la colaboración de destacados docentes e investigadores del Departamento de Protección Agrícola y Forestal (DPAF), de la Facultad de Agronomía (FAGRO) de la UNA.

Dr. Freddy Alemán Zeledón
Director DIEP-UNA





Contenido

I. Biodiversidad de los Insectos	9
1. Introducción	9
1.1. Insectos Benéficos	11
1.2. Insectos Perjudiciales	13
1.3. Perjuicios por contaminación	15
II. Relación Plaga-Hospedero	17
2. Introducción	17
2.1. Diversidad Biológica	17
2.2. Características Morfológicas	18
2.3. Características Biológicas	18
2.4. Características Ecológicas	18
2.5. Búsqueda del Hospedero	20
III. Estrategias y Tácticas de Manejo de Plagas	29
3. Introducción	29
3.1. Concepto de plaga y su manejo	29
3.2. Principios del control de plagas	31
3.3. Estrategias de control	32

3.4. Principales tácticas o métodos de control aplicado	33
3.4.1. Control Cultural	33
3.4.2. Control Mecánico	33
3.4.3. Control Físico	33
3.4.4. Control Biológico	33
3.4.5. Control Genético	33
3.4.6. Regulaciones de Control	34
3.4.7. Control Químico	34
3.4.8. Manejo Integrado de Plagas	34
3.5. Principales acciones de manejo	41
3.5.1. Acciones de supresión indirecta	41
3.5.2. Acciones de supresión directa	47
IV. Control Biológico como Herramienta Mip	53
4. Introducción	53
4.1. Los enemigos naturales de las plagas	53
4.1.1. Los Parasitoides	53
4.1.2. Los Depredadores	57
4.1.3. Entomopatógenos	60
4.2. Control Biológico Clásico	72



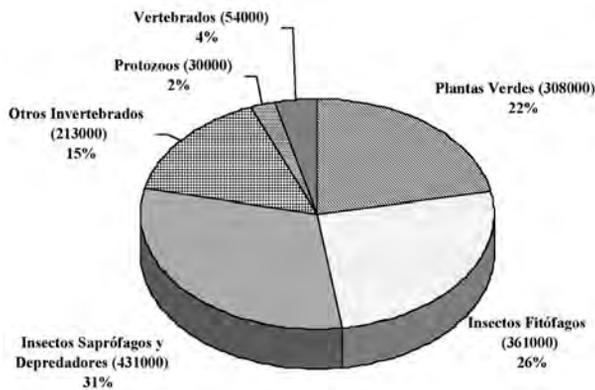
4.3. Control Biológico Aumentativo	73
4.4. Ventajas y Desventajas del Control Biológico	78
4.5. MEP-Hortalizas	80
4.5.1. Manejo ecológico de plagas de Repollo (MEP-Repollo)	80
V. Sistema Integrado de Cultivos: Finca Integral Autosostenible	101
5. Introducción	101
5.1. Ordenamiento de la finca integral	102
5.2. Criterios para selección de alternativas de producción	102
5.3. Requerimientos del establecimiento y manejo de una finca diversificada	107
5.4. Establecimiento de una finca diversificada	108
5.5. Manejo de una finca diversificada	112
5.6. Principales plagas y enfermedades	113
5.7. Producción y cosecha	114
5.8. Impactos esperados en la diversificación de la finca	114
VI. Literatura Consultada	117



1. Biodiversidad de los Insectos

1. Introducción

Los insectos son la forma más abundante de la vida animal sobre la tierra, encontrándose distribuidos en los diferentes hábitat, desiertos, montañas, regiones polares, manantiales y en ciertos casos en los océanos. La diversidad de los insectos es muy amplia, hay de dos a cinco millones de especies, contrastando con 8,500 especies de pájaros y 4,500 de mamíferos, por ejemplo: hay aproximadamente 10 veces más especies de Lepidópteras que todos los pájaros y mamíferos combinados (Strong et al, 1984). La literatura sugiere que los insectos fitófagos representan una cuarta parte de todas las especies vivas (Strong et al, 1984). Sus hospedantes las plantas verdes representan aproximadamente otra cuarta parte. Sin embargo



para cada especie de insecto fitófago hay aproximadamente un depredador, parásito o insecto saprófago que actúan como enemigos naturales, los cuales representan aproximadamente 31%. Los vertebrados, protozoos y otros invertebrados representan el 19%. La lucha entre el hombre y los insectos se inició mucho antes de la civilización, la que ha continuado hasta nuestros días, esto se debe a que el hombre y ciertas especies de

insectos, aproximadamente el 1% de todas las especies conocidas, frecuentemente tienen las mismas necesidades al mismo tiempo.

Se calcula que existen 200,000 individuos de la clase insecta por cada ser humano, lo que definitivamente los convierte en la especie predominante.

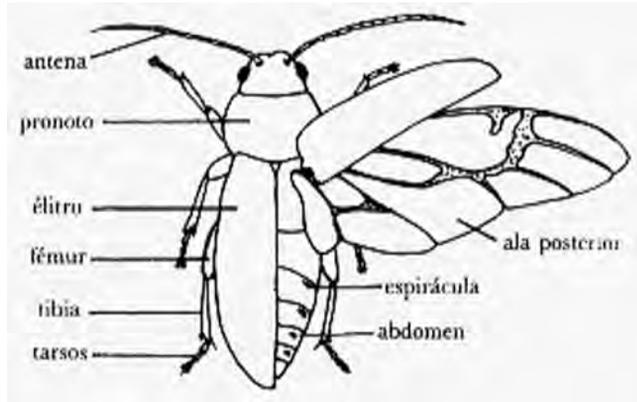
Para el estudio de los insectos el hombre ha creado una ciencia como es la Entomología, que se encarga de estudiar las características morfológicas, ecológicas y fisiológicas de los insectos ubicándolos bajo un sistema de clasificación binomial que permite un mejor estudio.

Los insectos pertenecen al filo Artrópoda el cual está compuesto por cuatro clases:

- Arácnida : arañas
- Chilopoda: ciempiés
- Diplopoda: milpiés
- Crustácea : camarones, cangrejos, langostas
- Insecta : insectos

Los miembros de la clase insecta presentan varias características que los hacen fácilmente reconocidos: cuerpo dividido en tres regiones, tres pares de patas, un par de antenas, uno o dos pares de alas.

El éxito y la gran diversidad que presentan los insectos se deben a una serie de características, entre ellas las más relevantes:



- ▶ Tiene gran capacidad reproductiva, teniendo varias generaciones por año.
- ▶ Por su pequeño tamaño son capaces de ocupar cualquier nicho terrestre requiriendo de pocos recursos por individuo.
- ▶ Presentan un exoesqueleto fuerte, liviano y flexible.
- ▶ La evolución de los insectos les ha permitido tener diferentes tipos de aparato bucal por lo que se alimentan de una variedad de sustancias (Anexo)
- ▶ Las patas de los insectos están adaptadas para diferentes funciones: correr, saltar, nadar, agarrar etc. (Anexo).
- ▶ Los insectos son los únicos invertebrados que poseen alas los que les da una clara ventaja para su dispersión y sobrevivencia.

Los insectos constituyen un grupo muy importante de organismos que merecen especial atención por parte del hombre dado lo beneficioso o dañino que pueden resultar. Con base en su relación con el hombre, los insectos generalmente se han aglutinado en dos grandes grupos: insectos benéficos e insectos perjudiciales, sin embargo algunos deben considerarse como neutrales, debido a que el número de especies es muy pequeño o no tienen efecto significativo para el hombre.



1.1. Insectos Benéficos

Se entiende por insectos benéficos a aquellos insectos que intervienen positivamente en las actividades del hombre. Los aspectos más importantes que se toman en cuenta para los insectos benéficos, son su papel en la polinización y en el control de otras plagas.

1.1.1. Los insectos y su importancia en el proceso de polinización

Hay muchas plantas cultivadas y silvestres que son polinizadas por el viento y por lo tanto no dependen de los insectos. Sin embargo, muchos frutales como los cítricos, aguacate, papaya y otros cultivos como crucíferas, cucurbitáceas y tabaco, dependen de los insectos para su polinización. Diversos tipos de insectos participan en este proceso sobre todo los voladores, los que presentan una gran actividad, siendo *Apis mellifera* L, una de las especies más importantes. En Estados Unidos se ha estimado en 8 billones de dólares anuales el servicio de polinización por insectos (Domínguez et al 1992).

1.1.2. Los insectos y su importancia en el control biológico (entomófagos)

Todas las especies vegetales y animales tienen enemigos naturales (Parásitos, parasitoides, depredadores o patógenos) que atacan los diferentes estadios del ciclo de vida. El impacto de estos enemigos va desde un efecto temporal hasta la muerte del hospedero o presa.

El primer ejemplo efectivo del manejo deliberado de los enemigos naturales de los insectos fue la importación de catarinita *Rodalia cardinalis* (Mulsant) a California en 1888 para controlar la escama algodonosa *Icerya purchasi* (Maskell) que ataca los cítricos, fue un éxito inmediato. En todo el mundo existen más de 157 especies de plagas que se han sometido a este control, importando a los enemigos naturales. Además los enemigos naturales mantienen muchas especies nativas potencialmente dañinas a niveles relativamente bajos y costeados.

A nivel mundial existen reportes cuantificados de casos del buen funcionamiento del control biológico, siendo los Estados Unidos el país donde se han reportado el mayor número de éxitos.

En Nicaragua no se refleja ninguna estadística, sin embargo se han realizando estudios para el manejo de plagas claves en cultivos de importancia en el país, como es el caso de broca del café con *Cephalonomia stephanoderis*, la palomilla del repollo con la avispa *Diadegma insularis*, el picudo del algodón con *Trichogamma* sp. En 1998 los parasitoides exóticos *Cotesia plutellae* y *Microplitis plutellae* fueron introducidos en Nicaragua para el control de la palomilla del repollo; actualmente la UNA realiza investigaciones de laboratorio y campo con dichos parasitoides.

Los términos depredadores y parásitos se han utilizado por mucho tiempo y se comprende bien su significado general, pero el término parasitoide no ha sido definido, por lo que es conveniente distinguir entre parásito y parasitoide.

Parásito: Es un organismo generalmente más pequeño que el hospedero y por lo general uno solo no mata al hospedero, varios pueden molestar, debilitar y marchitar al hospedero ocasionándole la muerte (tenia, pulgas, piojos, mosquitos), los parásitos generalmente son estudiados como plagas.

Parasitoide: Generalmente se han incluido en la categoría de parásitos, pero son una clase especial de depredadores. A menudo tienen el mismo tamaño que su hospedero, lo matan y solo requieren de un hospedero para desarrollarse hasta adultos de vida libre, como en el caso de algunos himenópteros.

En Entomología el término es aplicado a aquellos insectos que “parasitan” a otros insectos. Los órdenes Hymenóptera y Díptera son los más importantes con especies parasíticas. La Salle & Granld (1991), estiman que hay 5,000 especies descritas de avispas parasíticas. La familia Tachinidae es la más importante de las dípteras con 800 especies descubiertas. Las larvas parasitoides pueden alimentarse del interior (endoparasitoides) o del exterior (ectoparasitoide) del insecto.

Una especie parasitoide solitaria es aquella que aunque el parásito deposite varios huevos en el hospedero, solamente un individuo parasita y completa su desarrollo normal en él; el resto de los huevos no prosperan. Muchas avispas de la familia Ichneumonidae y moscas de la familia Tachinidae son solitarias.

Una especie gregaria de parasitoide es aquella en que más de un individuo de la misma especie completa su desarrollo, normalmente en un solo hospedero, como algunas avispas de la familia Braconidae u Calcidoidea.

Depredadores: Es un organismo de vida libre, el que a través de toda su vida mata a varias presas, generalmente es más grande que la presa y requiere más de una presa para completar su desarrollo, como algunas especies de Coccinellidae, insectos palos o arañas.

La depredación es común entre los insectos y los casos de más éxito en el control biológico han tenido que relacionarse con la depredación (F. Steh in Metcalf y Luckm 1990). En muchas especies, tanto los estados inmaduros como los adultos son depredadores.



Holling (1961) lista 5 componentes principales de las relaciones entre presa-depredadores:

1. Densidad de la presa
2. Densidad del depredador
3. Características del medio ambiente (Ej. No. y variedad de alimento alterno)
4. Características de la presa (Ej. Mecanismos de defensa).
5. Características del depredador (Ej. Técnicas de ataque).

Se considera que los tres últimos componentes afectan a los dos primeros. El comportamiento y la tasa de reproducción de ambos depredadores y presa, varía según la densidad de uno u otro y los cambios de ambiente físico.

1.2. Insectos Perjudiciales

La gran mayoría de insectos no son perjudiciales, se calcula que solo el 1% de todas las especies son las que dañan de alguna manera lo que es útil para el hombre. Sin embargo estas especies se encargan de causar de un 5% a un 15% o más de pérdidas en la producción agrícola cada año, independientemente que se realicen medidas de control.

Una población de insectos se considera plaga cuando reduce la cantidad o calidad de aquello que es utilizado por el hombre.

Las pérdidas anuales en los Estados Unidos ocasionada por los insectos en general se ha estimado en 5 billones de dólares. En Nicaragua en el ciclo 1991-1992 para el caso de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) se han estimado pérdidas en el cultivo del tomate de 30 a 100 % y en chiltoma de un 30 a 50%.

Generalmente el daño o perjuicio causado por los insectos es agrupado de la siguiente manera:

- a.- Perjuicio causado a las plantas
- b.- Perjuicio de productos alimenticios o industriales almacenados (contaminación)
- c.- Perjuicio al hombre y animales domésticos
- d.- Perjuicio a construcciones.
- e.- Insectos vectores

Los insectos que se alimentan directamente de las plantas son llamados insectos fitófagos y pueden agruparse en tres categorías los herbívoros, los formadores de agalla y los succionadores y en su mayoría se encuentran ubicados en nueve órdenes:

Orden	Insecto típico
Coleóptera	Escarabajos
Díptera	Moscas
Hemíptera	Chinches
Hymenóptera	Avispas, abejas
Lepidóptera	Mariposas, palomillas
Ortóptera	Saltamontes, chicharras
Phasmidae	Insecto palo
Thysanoptera	Trips
Homóptera	Mosca blanca, escamas

1.2.1. Perjuicio causado a las plantas

Los insectos fitófagos pueden causar daño alimentándose de diferentes formas:

- ✓ **Disminuyendo la capacidad reproductiva del hospedante:** a través de la reducción del área foliar, afectando la capacidad fotosintética de la planta y por tanto su capacidad reproductiva. Los insectos logran la reducción de la fotosíntesis de diversas formas relacionadas con los diferentes hábitos alimenticios, entre estas las siguientes:
- ✓ **Defoliación directa:** alimentándose directamente del tejido de las hojas como en el caso del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* en maíz, los zompopos *Atta sp* en diferentes cultivos, los Crisomélidos o mariquitas en cultivos de hortalizas y *Diabrotica sp* en frijol.
- ✓ **Causando destrucción a los tejidos:** algunos insectos se alimentan del tejido medio de la hoja (parénquima) dejando solamente el haz y el envés causando una apariencia de quemado, es el caso de los insectos minadores como *Liriomyza sativae* en tomate, *Phyllocnistis citrella* en cítricos, *Leucoptera coffeella* en café.
- ✓ **Secreciones salivales:** algunos insectos secretan sustancias que son tóxicas a la planta o que simplemente cubren el área foliar interfiriendo con el proceso de fotosíntesis, por ejemplo la salivita en caña de azúcar *Aenolamia sp*.



- ✓ **Formación de agallas:** algunas especies de insectos inducen a la planta a formar agallas sobre las hojas o tallos los cuales interfieren con los procesos normales de la planta.
- ✓ **Destrucción de yemas y puntos de crecimiento:** hay insectos que se alimentan de las yemas apicales de las plantas lo que interfiere con el crecimiento como el caso del chinche de las yemas *Creonteades* spp.
- ✓ **Taladraciones de tallos, ramas y frutos:** los insectos que causan este daño penetran en el interior de los tallos, ramas o frutos barrenando o taladrando, provocando un daño interno que interfiere con la traslocación de los nutrientes y el agua. Ejemplos de estos son: *Diatraea saccharalis* barrenador de la caña de azúcar, *Anthonomus grandis* picudo del algodón, *Heliothis zea* el elotero del maíz, *Dentroctonus* sp barrenador en pino.
- ✓ **Daños al sistema radicular:** algunas especies de insectos pasan su ciclo de vida o alguna etapa de este en el suelo donde causan daño a las plantas o a la base de los tallos, interfiriendo con la translocación de nutrientes y agua. Ejemplo de estos son las plagas de suelo como el gusano cuerudo (*Feltia subterranea*) y la gallina ciega (*Phyllophaga* sp).

1.3. Perjuicios por contaminación

Algunos insectos causan perjuicio al contaminar con sus heces o con sustancias tóxicas los productos en el campo o en el almacén. Algunas especies secretan sustancias azucaradas que funcionan como sustrato para el desarrollo de hongos secundarios que causan un mal aspecto al producto, como es el caso de moscas blancas en algodón *Bemisia tabaci* causa el manchado de la mota. En el almacén tenemos problemas serios con gorgojos sobre todo en granos básicos.

1.3.1. Perjuicios al hombre y animales domésticos

Muchas especies de insectos actúan como ectoparásitos del hombre y animales causándoles serias enfermedades que los conllevan a un debilitamiento general. Entre ellos se puede mencionar algunos casos relevantes como: *Pediculus capitata* ectoparásito de la cabeza del hombre (piojo), *Pediculus corporis* ectoparásito del cuerpo del hombre (pulga) y *Dermatobia hominis* ectoparásito de animales (mosca de las heridas).

1.3.2. Perjuicio a construcciones

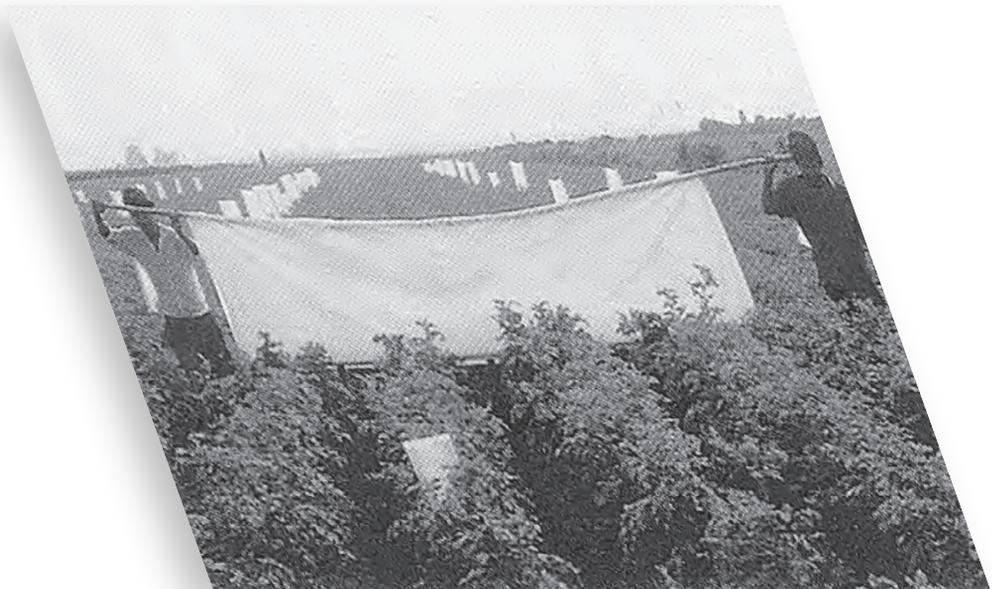
Algunos insectos poseen hábitos alimenticios no fitófagos causando daños serios a las construcciones hechas por el hombre, este es el caso de insectos sociales conocidos como comejenes los cuales se alimentan de material como la madera.

1.3.3. Insectos vectores

Existen grupos de insectos capaces de transmitir agentes patógenos infecciosos como hongos, virus, bacterias, nemátodos, micoplasmas, espiroplasmas y rickettsias. Los virus,

constituyen el caso más importante de patógenos en los cuales los insectos juegan un gran papel como vectores. En nivel general hay varios grupos de insectos considerados como vectores de virus, siendo estas moscas blancas, áfidos, trips, crisomélidos y salta hojas.

Existe una gran diferencia en lo que son insectos plagas e insectos vectores por lo tanto sus poblaciones deben ser manejadas de forma diferente, razón por la cual muchos de estos insectos se han convertido en serio problema para la agricultura.





II. Relación Plaga-Hospedero

2. Introducción

Diversidad de los Insectos y los Mecanismos de Búsqueda del Hospedero.

El crecimiento poblacional de los insectos está determinado por una serie de factores que podríamos agrupar en tres grupos: factores biológicos intrínsecos, factores biológicos extrínsecos y factores ambientales. La interacción de estos factores determinará si una población aumenta o disminuye en una escala global, pero la interacción, también actúa a una escala muy particular a nivel de cada especie.

Cada tipo de insecto, tiene como su principal tarea biológica, la perpetuación de su especie, proceso que ha venido desarrollando con mucho éxito como grupo biológico (clase insecta). El éxito individual (especie) y colectivo alcanzado por los insectos a través de miles de años ha involucrado una rica acción co-evolutiva.

En el caso de los insectos la co-evolución les ha permitido desarrollar características físicas ecológicas y fisiológicas muy variadas que los han adaptado a los más diversos hábitat y a las más diversas formas de sobrevivencia. Diversidad que interpretamos como estrategias de vida que han sido selectivamente desarrolladas, todo siempre con un principal fin: la sobrevivencia de cada especie.

La relación intrínseca entre un huésped y un hospedero involucra un “lenguaje especial”, una serie de códigos bajo diferentes formas de mensaje deben ser descodificados, el encuentro entre ambos es crucial, en ocasiones al beneficio del encuentro es mutuo en otros casos solo una de las partes parece resultar beneficiada. En el caso de los insectos que se alimentan específicamente de las plantas el encuentro de su hospedero mediante el “lenguaje especial” será una actividad principal para posteriormente desencadenar el proceso de su ciclo biológico que significará la producción de nuevas generaciones de individuos de la misma especie.

2.1. Diversidad Biológica

Se calcula la existencia de entre 2 a 5 millones de especies de insectos y son considerados uno de los tres grupos de organismos que poseen mayor diversidad biológica en el planeta. Los otros dos grupos son: Las plantas angiospermas y los compuestos de las plantas

llamados metabolitos secundarios. En base a su relación con el ambiente y con sus plantas hospedadoras podemos ubicar a los insectos en grupos como por ejemplo: estrategias de vida, tipo de alimentación, herborismo (caso herbívoros), mecanismo alimenticio, etc.

La diversidad biológica de los insectos es observable en aspectos relacionados a: características morfológicas, características biológicas, características ecológicas y características fisiológicas. Cada grupo taxonómico como: orden, género y especie reúne un patrón típico de diversidad.

2.2. Características Morfológicas

Están referidas a la forma y a la textura del cuerpo y sus apéndices (alas, patas, antenas, aparato bucal, pelos). En base a esto, los insectos pueden ser agrupados desde el punto de vista general o particular (taxonómico). Las características morfológicas están íntimamente ligadas al hábito de los insectos y forman parte de todos sus mecanismos de sobrevivencia (Ver característica 1).

2.3. Características Biológicas

Los hemos referido muy específicamente a lo relacionado con el ciclo vital de los insectos. En general los insectos son unisexuales y es preciso el acoplamiento de un macho y una hembra para que ocurra el evento de la reproducción. Los procesos que median la ocurrencia de nuevos individuos adultos a partir de una hembra en estado reproductivo son: 1) proceso de desarrollo embrionario (desarrollo del huevo dentro de la hembra) y 2) proceso de desarrollo post-embrionario que involucra el nacimiento del nuevo individuo inmaduro hasta convertirse en un adulto (maduro). Durante este segundo proceso ocurre visiblemente el ciclo vital y el insecto sufre una serie de transformaciones morfológicas y fisiológicas dentro del llamado proceso de metamorfosis. Según el proceso de cambios morfológicos existen diversos tipos de metamorfosis: ametábola, hemimetábola, la holometábola e hipermetábola (Ver característica 2).

2.4. Características Ecológicas

En este caso vamos a referirnos muy estrechamente al hecho que para alcanzar el desarrollo de nuevas progenies los insectos deben superar algunas “barreras”. Algunas de orden interno como es el encuentro con el sexo opuesto para el apareamiento y otros de orden externo como el encuentro del hospedero adecuado para poner sus huevos y desencadenar visiblemente su ciclo biológico. Todo este proceso de vida trasciende en medio de una compleja relación ecológica que conjuga especies diversas (insectos, plantas, otros animales, ambiente) y que involucra un “lenguaje” especial.

No todos los insectos tienen la misma forma de vida, ni los mismos hábitos o preferencias. No todos los insectos reaccionan ecológicamente a factores climáticos, factores físicos o factores químicos de la misma forma. La diversidad ecológica es amplia.



Southwood (1977) introdujo una clasificación general de los insectos basada en la estrategia de vida. El considera tres grupos generales: los de estrategia “r”, los de estrategia intermedia y los de estrategia “k”.

Los insectos “r” fundamentan su éxito en su capacidad de reproducción, es decir producen muchas crías, son de rápido crecimiento y de vida corta.

Los insectos “K” fundamentan su éxito en su capacidad de optimizar el ambiente producen poca descendencia y tienen larga duración de vida. Los insectos con estrategia intermedia se ubican entre los “r” y los “K” y poseen entonces características intermedias, la mayor cantidad de especies según Southwood se ubican en la intermedia (Ver característica 3).

No todos los insectos se alimentan del mismo tipo de sustrato, el hábito alimenticio de los mismos es muy diverso encontrando grupos que se alimentan de: plantas y sus productos; sangre; carne; residuos (estiércol, ditritus, etc).

El grupo que se alimenta de las plantas, lo constituyen los fitófagos o herbívoros y encontramos tres categorías: los masticadores, los succionadores y los formadores de agallas. Estas categorías son estrategias para ingerir sus alimentos. Dentro del grupo encontramos una clasificación basada en la abundancia de especies hospederas (plantas) que el insecto consume y éstos pueden ser: Monófagos, los que se alimentan de una sola especie; Oligófagos, los que se alimentan de varias especies de plantas relacionadas y los Polífagos que se alimentan de una amplia variedad de especies.

Los fitófagos masticadores también presentan diversidad en la parte de tejido vegetal del cual se alimentan y tienen sus propias preferencias: el follaje, raíces, flores, frutos, tallos. Los fitófagos succionadores se alimentan de los líquidos (savia) que extraen de las plantas según partes de su preferencia como: hojas, yemas, frutos, tallos.

Económicamente es durante este proceso de alimentación que los fitófagos causan su daño a los cultivos. Al alimentarse del tejido vegetal los masticadores causan un daño directo que puede llegar a incidir, en la reducción del producto de la cosecha.

En el caso de los succionadores al alimentarse su principal daño no lo causan generalmente por la cantidad de savia que lo succionan de la planta, sino más bien por el hecho que muchos de ellos son vectores de patógenos causantes de enfermedades, así pues al alimentarse el insecto succionador deposita al patógeno dentro de la planta. Si la enfermedad se desarrolla causará una reducción en el producto de la cosecha.

El grupo de los insectos que se alimentan de sangre establece sus interacciones para la función alimenticia con el hombre y con los animales. Muchas especies además de succionar sangre transmiten a su hospedero patógeno de enfermedades muy peligrosas. Los insectos que se alimentan de carne establecen su interacción alimenticia con el hombre, los animales y con otras especies de insectos.

Dentro del contexto ecológico es importante anotar la existencia en la naturaleza de insectos que literalmente se comen a otros insectos, actúan dentro del proceso de regulación poblacional y son llamados en general insectos benéficos y en particular constituyen los parásitos y los depredadores cada grupo tiene sus propias características generales (Ver característica 4).

La función ecológica de los insectos es muy importante para la conservación de especies de diversos grupos de organismos en el planeta, ellos forman parte directa de las cadenas tróficas, son parte crucial en procesos de descomposición orgánica, son fuentes de sustancias químicas para diversos fines, son de utilidad en la reproducción de ciertas especies vegetales mediante su acción como polinizadores.

2.5. Búsqueda del Hospedero

2.5.1. Necesidad del alimento

Un evento crucial en el proceso de producción de nuevas generaciones de insectos es la disponibilidad de alimentos el cual es importante en su calidad y cantidad. Al estado nutritivo y a la abundancia aún le sobreviene varias situaciones que deben ser inicialmente superadas por el insecto, especialmente nos referimos al encuentro del hospedero ya sea para propósitos solamente de alimentación o para propósitos de alimentación y reproducción sobre él.

Las plantas constituyen la base del alimento de los herbívoros y estos las buscan para tal fin. Las plantas emiten una serie de mensajes tanto físicos como químicos (olores, sabores), que son utilizados por los insectos para encontrar o localizar una planta determinada o bien para alejarse de ella o evitarla. Los mensajes químicos evocan una función de protección para las plantas contra los herbívoros, no obstante ciertas especies insectiles logran descodificar el mensaje y su efecto tóxico y se benefician del mismo para encontrar a la planta y alimentarse de ella.

Las defensas de las plantas contra los herbívoros están basadas sobre factores físicos y químicos. Los mecanismos de defensa física incorporan: depósitos cuticulares, endurecimientos de la epidermis espinas, pelos. Los factores químicos están constituidos por los metabolitos secundarios entre ellos los: alcaloides, terpenoides, flavonoides, taninos y ácidos hidrocámicos. Las plantas también producen los metabolitos primarios pero estos ayudan al cumplimiento de funciones vitales dentro de la fisiología del organismo siendo los carbohidratos, amino ácidos, bases etc. La función fisiológica de los metabolitos secundarios es en gran medida desconocida y resaltan por tener una función ecológica en la protección contra el ataque de herbívoros. Son estos los que producen los mensajes químicos (olores, sabores) que atraen o repelen a los insectos.



2.5.2. Mecanismos de Búsqueda

La búsqueda de un hospedero adecuado involucra procedimientos generales y específicos. Cada especie de insecto actúa bajo su propia estrategia la cual ha sido desarrollada en todo un proceso co-evolutivo con su hospedero.

En términos de comportamiento los insectos fitófagos pueden encontrar a su hospedero por una de tres formas:

1. Selección del hospedero al azar, es decir moviéndose en cualquier dirección y probando en la planta que va cayendo hasta encontrar una adecuada. Un ejemplo práctico es el caso del saltamonte.
2. Selección del hospedero por la hembra quien deposita sus huevos en la planta en respuesta a mensajes químicos determinados. La mayoría de las mariposas encuentran su hospedero de esta forma.
3. El insecto puede vivir en agregación que se extiende por varias generaciones, en consecuencia las crías nacen directamente sobre su huésped sin que previamente la madre haya buscado al hospedero. Los áfidos son un buen ejemplo de este comportamiento.

En términos de etapas en el encuentro de un hospedero es importante reconocer:

1. Búsqueda de un hábitad adecuado
2. Establecimiento sobre la planta
3. Inicio de la alimentación (pruebas)
4. Alimentación plena

Si por algún factor adverso el proceso es interrumpido en alguna etapa, el insecto retornará a la etapa anterior, para intentar de nuevo su completamiento. Es importante reconocer que un insecto puede establecerse en una planta hospedera para propósitos iniciales de: alimentación y reproducción (puesta de huevos), ó solo reproducción. Por tanto el esquema anterior puede ser complementado con el propósito deseado.

2.5.3. Señales de Atracción

Rosset (1988), refiere que los insectos herbívoros utilizan diversas “señales” o indicaciones para localizar a sus plantas hospederas e indica que si la señal es correcta la planta será atractiva y si la señal es incorrecta (negativa) podría darse un efecto repelente para el insecto.

Una misma señal puede tener efecto diferente sobre dos especies de insectos. Las diversas “señales” o indicaciones en un esquema modificado de Southwood y Way (1970) son clasificadas como ópticas, olfatorias, gustativas y táctiles (cuadro 1).

Un importante elemento en la fisiología y comunicación entre los organismos lo constituyen las sustancias químicas que son producidas en el interior de cada organismo. Estas sustancias a nivel general están constituidas por dos grupos: 1) Hormonas y 2) semioquímicos.

Hormona: Es producida por glándulas endocrinas y actúa en el mismo organismo que la origina.

Semioquímica: Es producida de diversas maneras en un organismo, pero actúa en otros organismos.

Feromona: Sirve como medio de comunicación entre individuos de la misma especie.

Aleloquímicos: Sirve como medio de comunicación entre individuos de distintas especies.

Alomona: Su acción beneficia a la especie emisora.

Kairomona: Su acción beneficia a la especie receptora.

Sinimona: Su acción beneficia a ambas especies.

Sustancia química que produce una reacción fisiológica o etológica en un organismo.

Cuadro 1. Señales que ayudan a los herbívoros en la búsqueda de sus plantas hospederas (modificado de Southwood y way, 1970)

Selección de:	Tipo de señal	Respuesta a:
El hábitat	Óptica	Colores y contrastes de colores en la parcela cultivada
		Tamaño y forma de la parcela
		Densidad y arreglo de siembra
	Olfatoria	Olor (es) de la parcela
La planta individual	Óptica	Color de la planta y/o ciertos órganos
		Tamaño y forma de la planta
	Olfatoria	Olor de la planta
	Gustativa	Sabor de la planta
	Táctil	Textura del órgano atacado



2.5.4. Indicaciones ópticas

Están determinadas por los colores (directos o contrastes), y por ciertas señales perceptibles para ciertas especies de insectos como la radiación ultravioleta. Existen consistentes reportes que los colores ejercen atracción sobre determinadas especies de insectos. Parte del poder atractivo de las flores descansa en sus vistosos colores, los cuales son debidos a la presencia de pigmentos específicos en los cromoplastos o en las vasculas de las células de los tejidos florales. Importantes grupos de pigmentos son:

Flavonoides: colores anaranjado, rojo, azul, blanco y amarillo

Carotenoides: color amarillo

Clorofila: color verde.

Diversas especies como abejas, mosca blanca y áfidos demuestran ser atraídas particularmente por el color amarillo. Las abejas pueden reconocer todos los colores incluso por el rojo al cual se ha comprobado son insensitivas. La atracción por el rojo no lo ejerce el color propiamente sino más bien la radiación ultravioleta que absorben dichas flores dada la presencia de pigmentos flavonoides que son los que dan la coloración roja.

Otra indicación óptica es la luminosidad esta provoca un estímulo de atracción conocido como reflejo de fijación (Telotaxis). El objeto o punto luminoso es percibido por el insecto desde a una determinada distancia, la imagen de este objeto queda fijada en un punto central de la retina del ojo y el insecto es capaz de dirigirse directamente a el. Las luciérnagas muestran este tipo de atracción, algunas palomillas como el adulto del gusano cogollero muestran atracción por la luminosidad creada en trampa de luz.

2.5.5. Indicaciones Olfatorias

Las plantas emiten diversos olores que son el resultado de la acción de los metabolitos secundarios siendo muy importantes los aceites, las aminas y compuestos terpenoides. Los insectos responden de forma particular a dichos olores.

El olor o aroma de las flores juega un papel principal como atrayente de insectos polinizadores en las plantas angiospermas. Las abejas responden especialmente al aroma de las flores. El olor es de primordial importancia para insectos voladores de hábitat nocturno en donde por la ausencia de luz solar, los estímulos visuales son prácticamente ausentes, estos insectos tienen bien desarrollada la capacidad de oler.

Ciertas plantas tienen sobre la superficie de sus hojas glándulas odoríferas las cuales contienen aceites volátiles. Otras partes de las plantas como los frutos también producen olores característicos, que ejercen atracción sobre los insectos.

Las plantas producen sus olores como un mecanismo de atracción de insectos que le serán útiles especialmente los polinizadores, también los olores tienen una función repelente para ahuyentar aquellos que harán daño a la planta. Algunas especies utilizan los olores de repelencia para encontrar a su hospedero

2.5.6. Indicaciones Gustativas

Estas están referidas al sabor de la planta en sus diversas partes. El sabor amargo parece haber sido desarrollado por las plantas para provocar repelencia en los herbívoros. Cuando el insecto prueba el tejido vegetal ingiere los compuestos metabolitos secundarios que se encuentran en él, estos químicos además de provocar el sabor característico, son en sí sustancias tóxicas para la fisiología del insecto.

Las pruebas de alimentación determinarán la aceptación definitiva del tejido vegetal. Los insectos que aceptan el sabor de una planta y se alimentan con normalidad de ella usualmente disponen de mecanismos para evitar el daño que podrían causarles los tóxicos que producen dicho sabor y otros tóxicos presentes en el tejido. Producto de su proceso co-evolutivo la mayoría de los herbívoros han desarrollado un buen sistema enzimático para detoxificar los venenos de las plantas.

Superada la barrera del sabor y la barrera de los efectos químicos negativos producida por las toxinas presentes en el tejido, resulta de particular importancia para ciertas especies, el estado nutritivo del alimento, esta indicación gustativa está relacionada con la acción de los metabolitos primarios. Para ciertas especies de insectos por ejemplo el caso de los áfidos que colonizan cítricos las hojas tiernas reúnen las condiciones nutritivas ideales para su alimentación, cuando las hojas maduran las colonias emigran y regresan hasta que hojas tiernas estén presentes.

2.5.7. Condiciones táctiles

Algunas especies de insectos reconocen de forma definitiva a su hospedero por ciertas características morfológicas en la superficie de la planta. Algunas especies de mariposas reconocen inicialmente a su potencial hospedero por la forma de la planta y por la forma de las hojas, posteriormente mediante acción táctil exploran la rugosidad de la epidermis de la hoja para determinar si se trata o no de su hospedero. Existen en la naturaleza plantas diferentes que tienen forma y tipos de hojas muy parecidas. Los áfidos son muy conocidos en usar sus antenas para acciones táctiles sobre las hojas.

Existe otro grupo de insectos que llamamos insectos benéficos: parásitos y depredadores. Estos insectos se alimentan de otros insectos y también deben realizar actividades para encontrar a su insecto-alimento. Los principales mecanismos que utilizan para dicho encuentro son: la búsqueda al azar (prácticamente hasta chocar con su presa) y la búsqueda orientada por el olor o los olores emitidos por el insecto buscado.

2.5.8. Mecanismos sensoriales

Los insectos disponen de organismos sensoriales para recibir estímulos químicos mecánicos, auditivos, visuales, etc. Estos órganos están localizados principalmente en la pared del cuerpo, y la mayoría son de tamaño microscópico, cada órgano es usualmente excitado por un estímulo específico.

Los sentidos químicos se relacionan con el sabor y el olor. Los quimiorreceptores son una parte muy importante dentro del sistema sensorial de los insectos, dado ellos se involucran en muchos tipos de comportamiento: patrones de comportamiento para en alimentación, acoplamiento, selección, de hábitat, y relaciones parásito-hospedero, entre otros son a menudo dirigidos por los sentidos químicos. Las respuestas de los insectos a trampas de atracción y repelentes hechas por el hombre involucra estos órganos receptores.

En general los órganos sensoriales involucrados en la recepción química consisten de un grupo de células sensoriales ubicadas en la pared del cuerpo y terminan en su extremo superior en una microscópica célula nerviosa.

Los órganos sensoriales del sabor se encuentran localizados principalmente en las partes bucales, pero en algunas especies como hormigas, abejas y avispas también tienen órganos del sabor sobre las antenas, otros como las mariposas los tienen sobre los tarsos.

Los órganos sensoriales sensitivos a estímulos mecánicos reaccionan ante el tacto, la presión o las vibraciones y brindan al insecto información que puede guiar su orientación, sus movimientos generales, alimentación, alojamiento de enemigos, reproducción y otras actividades. El tipo más sencillo de receptor táctil es un pelo o seta que está provisto de una célula nerviosa.

Los insectos también tienen desarrollada la capacidad de oír y de mirar habiendo desarrollado partes de su cuerpo para esta función como lo son los tímpanos y los ojos respectivamente. La capacidad de uso de estos órganos varía entre especies. Los insectos también tienen bien desarrollado el sentido de la temperatura, los órganos de este sentido están distribuidos por todo el cuerpo pero se encuentran principalmente en las antenas y las patas. Algunas especies tienen además el sentido de la humedad muy bien desarrollado.

2.5.9. Manipulación de las señales

Basados en el hecho que los insectos instintivamente muestran respuestas determinadas a señales físicas y químicas, el hombre ha utilizado este comportamiento para mejorar sus estrategias de reducción de poblaciones plagas en los cultivos, desarrollando técnicas específicas para control basado en las reacciones ante señales determinadas. En el siguiente cuadro se presentan que tipo de manipulación del ambiente se puede realizar de acuerdo al tipo de señal involucrada.

Señales ópticas:	Señales olfativas:	Señales gustativas y táctiles:
Cobertura de suelos	Policultivos	Sabor (fitomejoramiento)
Densidades de siembra/arreglo de cultivos	Feromonas	Insecticidas botánicos
Trampas lumínicas	Cultivos trampa	Pelos, textura (fitomejoramiento).
Trampas de color		

Característica No. 1 : Tipos de apéndices

En general los insectos se caracterizan por tener el cuerpo dividido en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza encontramos dos grupos de apéndices: las antenas (un par) y el aparato bucal. En el tórax encontramos otros dos apéndices; las patas (3 pares) y las alas (2 pares). En el abdomen encontramos en algunas especies apéndices llamados cercos. Los apéndices se clasifican según su tipo:

Tipos de antenas (por su forma)	Clavada, Capitada, Lamelada, Aserrada, Cetácea, Pectinada, Filiforme, Moniliforme, Filiforme, Plumosa, Aristada, Genuculada, Flabelada
Tipos de aparato bucal (básicos)	Masticador, Chupador, Cortador- chupador, Raspador- chupador, Sifón
Tipos de patas (por su función)	Saltadora, Corredora, Natatoria, Prensadora, Excavadora
Tipos de alas (por su textura)	Hemielitros, Elitros, Tegmina, Membranosa, Escamosa

Característica No.2: Tipos de metamorfosis

En el transcurso de su vida los insectos sufren modificaciones más o menos apreciables en su forma. A este fenómeno se le denomina metamorfosis y el grado de intensidad con que se manifiestan los cambios de forma han dado lugar a la existencia de diferentes tipos de metamorfosis. Los cambios se observan en el proceso que ocurre desde el huevo hasta la conversión en un organismo en estado adulto. Los tipos de metamorfosis son:

- ♦ **Ametábolos:** El insecto mantiene en general la misma forma desde que nace. Experimenta aumento de tamaño y desarrollo fisiológico. No se observan grandes cambios morfológicos.

- ♦ Holometábolos: Esta es llamada metamorfosis completa, durante el proceso el insecto pasa por diferentes etapas cada una con una forma diferente a la anterior: huevo larva-pupa-adulto.
- ♦ Hemimetábolos: Esta es llamada metamorfosis incompleta, durante el proceso el insecto pasa por tres etapas huevo- ninfa-adulto.
- ♦ Hipermatóbolos: No es muy común entre los insectos y ocurre en especies que dentro de una misma etapa comúnmente la etapa de la larva ocurren varios cambios de forma.

Característica No. 3: Estrategias de vida

Algunas características de los insectos según la estrategia

VARIABLE	“r”	“K”
Tamaño de cuerpo	Pequeño	grande
Duración de generación	Corta	larga
Fecundidad	Alta	baja
Reproducción	Temprana	larga
Longevidad	Corta	larga
Desarrollo	Rápido	lento
Poblaciones	Variables	relativamente constantes
Mecanismos de defensa	no frecuentes	bien desarrollados
Colonización	Frecuente	no frecuentes
Movilidad	Alta	baja
Clima	Variable	menos variable
Hábitat	no estables	estables
Característica dominante	Productividad	eficiencia





III. Estrategias y Tácticas de Manejo de Plagas

3. Introducción

3.1. Concepto de plaga y su manejo

Desde el punto de vista ecológico, siempre existen productores (plantas cultivadas y no cultivadas) y consumidores (herbívoros) compartiendo el mismo hábitat o nicho. Así por ejemplo en una plantación de tomate, además del cultivo encontramos insectos (mosca blanca, gusanos de fruto, etc.), patógenos (hongos, bacterias, virus), malezas, nematodos, etc. Estos organismos se convierten en plagas cuando al consumir al cultivo, causan daños que inciden directamente sobre la producción de tomate.

Concepto de plagas:

Nombre genérico que se le da a las enfermedades producidas en personas, plantas y animales; generalmente producen destrozos masivos.

Así pues se define como plaga a todo aquel organismo, (formas animales o vegetales) que al alimentarse de los cultivos causan daño, manifestándose éste en una reducción de los rendimientos y por consiguiente en una pérdida económica para el productor. Por su forma de nutrición u obtención de sus alimentos las plagas se ubican en la categoría ecológica de los consumidores primarios, pero en sí plaga no constituye una categoría ecológica, sino más bien socioeconómica.

De acuerdo al comportamiento de la plaga y la importancia que ésta tiene para el productor, podemos clasificar a las plagas en tres categorías: plagas claves como las de mayor importancia para el agricultor, ya que siempre se presentan y causan pérdidas considerables tanto en la producción como en costos de su manejo; plagas ocasionales como aquellas que aunque pueden causar pérdidas importantes, se presentan solo ocasionalmente (no siempre); y plagas secundarias las cuales aunque pueden estar presentes siempre, las pérdidas que ocasionan no son muy significativas.

Clases de Plagas

Plagas nativas en cultivos nativos Se quedaron durante domesticación.

Plagas introducidas en cultivos nativos Poco comunes plagas no se pre-adaptan.

Plagas nativas en cultivos introducidos Muy comunes, plaga “adopta” cultivo nuevo.

Plagas introducidas en cultivos introducidos. Comunes la plaga viene con el cultivo (cuarentenas).

Las plagas en general, abarcan grupos de patógenos como hongos, bacterias, nematodos, grupos de artrópodos como ácaros e insectos, así como al grupo de los virus. También existen otros grupos importantes de plagas que generalmente son menos estudiadas, como son: roedores, aves, moluscos, etc. Todos estos organismos compiten con el hombre por la alimentación, de manera que si el hombre no realiza control no sería posible obtener cosechas exitosamente.

Los síntomas de una planta dañada ayudan a determinar el tipo de plaga; el diagnóstico además debe considerar el tipo de insecto, su tamaño, forma y color. Para controlar una plaga se deberán desarrollar acciones de protección del cultivo y del producto cosechado y almacenado.

Por lo que toca a las enfermedades, existen diferentes organismos patógenos que afectan los cultivos; estos son:

- a) **Hongos:** Son plantas microscópicas que no tienen clorofila por lo que no pueden realizar el proceso de fotosíntesis, ni producir carbohidratos por lo que viven de la planta huésped, producen enfermedades fungosas.
- b) **Bacterias:** Son microorganismos unicelulares en forma de barra que se reproducen por bipartición, no tienen esporas, penetran en la planta a través de heridas en los tejidos vegetales por las estomas de las hojas y por las flores. Producen enfermedades bacterianas.
- c) **Virus:** Son microorganismos formados por un ácido nucleico dentro de una célula de proteína y se multiplica por asociación con células vivas en la planta huésped. Producen enfermedades virales.
- d) **Nematodos:** Son gusanos de aproximadamente 1 mm de longitud, delgados y traslúcidos, se reproducen por huevecillos depositados en el suelo, los tallos o las raíces.

El control de las enfermedades puede ser preventivo o curativo; el primero se efectúa antes de que se establezca el ataque del patógeno; y el segundo cuando la enfermedad ya está establecida en el cultivo. Atendiendo a los daños que puedan ocasionar plagas y enfermedades en el rendimiento de los cultivos, en la calidad de los productos; y en el deterioro y decrecimiento de la flora en la entidad, deberá considerarse que éste fenómeno se presenta con baja intensidad, cuando éste afecta un área y a un tipo determinado de cultivo,



el cual puede ser controlado casi de manera inmediata; de mediana intensidad, cuando el riesgo y los daños ocasionados son de consideración, afectando de forma importante la producción; y de alta, cuando sus efectos son altamente destructivos y alteran gravemente el entorno, generando una situación gradual e inminente de riesgo hacia la población.

El manejo de las plagas se refiere a la reducción de éstas, hasta niveles que sean aceptables para el agricultor, no implica necesariamente la eliminación absoluta de éstas, y más bien se considera la coexistencia entre los agricultores y las plagas. Aunque se plantea el uso mínimo de plaguicidas, no se descarta esta alternativa, cuando la situación lo amerite. Es decir que hay situaciones en las que la aplicación de un químico es la medida más lógica y valiosa, siempre que esta decisión sea tomada, considerando criterios ecológicos, socioeconómicos y ambientales en general.

Muchos organismos plagas tienen un enorme poder de reproducción y estos se desarrollarían rápidamente si no existiera un mecanismo de control natural que los mantenga a cierto nivel sin la intervención directa del hombre. Al diseñar medidas de manejo, siempre es importante conocer sobre la regulación natural de las plagas (control natural), ya que éste es un factor muy importante y muchas veces determinante para que un organismo alcance o no el status de plaga.

El control natural consiste en la acción colectiva de factores ambientales físicos y bióticos que mantienen la plaga en cierto nivel oscilante por algún período de tiempo. Dentro de los componentes del control natural juegan un papel importante los factores del clima (lluvia, temperatura, viento) y los enemigos naturales (parásitos, depredadores y patógenos). Por tanto nuestras acciones de control aplicado deberían estar dirigidas a aprovechar estos factores de control de plagas.

3.2 Principios del control de plagas

En la lucha contra las plagas, dependiendo del alcance que queremos con la medida que aplicamos, es necesario diseñar una estrategia de control, que considere las tácticas a utilizar; para que el control se realice de manera racional y eficiente, deben considerarse los siguientes aspectos al momento de diseñar una estrategia de control.

- Identificación del organismo plaga
- Conocimiento de la biología y ecología de la plaga
- Conocimiento del cultivo (biología y ecología)
- Conocimiento de las condiciones socioeconómicas del agricultor (disponibilidad de recursos).
- Conocimiento de los métodos de control disponible
- Se debe conocer las implicaciones socioeconómicas, ambientales, etc. de los métodos de control.

- Conocer las regulaciones gubernamentales (control legal).
- Reconocer en que momento es necesario la aplicación directa de un plaguicida.
- Selección de los métodos más efectivos que causen un mínimo de daño al medio ambiente.
- Conocer el uso correcto del método de control a emplear.

Tomando estas consideraciones podemos decir entonces, que el diseño adecuado de estrategias de manejo está en dependencia de: naturaleza del cultivo y de la plaga, tipo de daño que causa la plaga, control natural de la plaga, valor económico del cultivo y el contexto socioeconómico del agricultor.

3.3. Estrategias de control

Las principales estrategias de control de plagas son:

Prevención: Consiste en mantener una plaga de manera que no se convierte en un problema, ya sea evitando su introducción de otros países o evitando su dispersión a otras zonas del país (cuarentena externa e interna). Esta estrategia ha predominado en entomología y control de malezas por dos razones: Primera, la incertidumbre asociada con la predicción de brotes obliga a los agricultores a asegurar el cultivo, aun si a veces los costos de este aseguramiento no son justificados. Segunda, ciertas técnicas tienen que ser aplicadas en una manera anticipada.

Supresión: consiste en la reducción del nivel de plaga o de daño a un nivel aceptable, de manera que no ocurran pérdidas económicas para el productor, entre algunas medidas de supresión podemos mencionar la aplicación de sustancias microbiales, el uso de plaguicidas, etc. La estrategia de supresión es aplicada cuando la población ha alcanzado una densidad no aceptable.

Erradicación: consiste en la destrucción/eliminación plena de una plaga en su área. Los gobiernos pueden emprender programas de erradicación usando liberaciones de machos estériles u otros procedimientos; tales esfuerzos, si son logrados, obvian la necesidad de manejar la especie. Entre los ejemplos de erradicación podemos mencionar la erradicación del gusano barrenador (*Cochliomya hominivorax*) y la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*).

El gusano de las heridas o gusano barrenador, (*Cochliomya hominivorax*), es el ejemplo clásico de la erradicación de una plaga de un lugar por la técnica de insectos estériles.

El control de plagas, enfermedades y malas hierbas puede ser realizado a través de dos tipos: Control Natural y Control Aplicado. El control aplicado incluye todas las actividades (profilácticas y/o terapéuticas) o tácticas que el hombre ejecuta para reducir los niveles de plaga.



3.4. Las principales tácticas o métodos de control aplicado son:

3.4.1. Control Cultural:

Son las prácticas de cultivo que pueden ser empleadas de manera que se creen condiciones desfavorables al desarrollo de la plaga, y favorables al desarrollo del cultivo p.e. Preparación de suelo, ajuste de fechas de siembra, rotación de cultivos, eliminación de malezas (hospedantes), actividades sanitarias, etc. El desarrollo de variedades resistentes constituyen un elemento importante para el control, pero resulta muy costoso y se requiere de mucho tiempo para su obtención.

3.4.2. Control Mecánico:

Colecta manual y destrucción de plagas, tales como: insectos, ratas, malas hierbas. Esta es posible donde existe abundante mano de obra y que sea de bajo costo.

3.4.3. Control Físico:

Este se refiere al uso de factores, tales como: calor, frío, humedad, energía, sonido. Estos resultan muy sofisticados (costosos), por lo que su uso resulta imposible para pequeños agricultores o en países pobres. Sin embargo el tratamiento con agua caliente y/o calor solar (solarización) es común para tratar semillas y semilleros. En algunos países se usa el calor para el control de nematodos poniendo plásticos sobre el terreno.

3.4.4. Control Biológico:

Consiste en la acción de enemigos naturales contra plagas y malas hierbas; sobre todo el uso de depredadores, insectos parásitos, hongos, bacterias, virus, nematodos etc. Este control resulta particularmente exitoso contra plagas importadas, trayendo su enemigo natural desde su lugar de origen. Muchos de estos enemigos naturales han sido manipulados, y en la actualidad se usan como formulados listos para ser aplicados. Algunos ejemplos: *Bacillus thuringiensis*, *Neumorea rileyi*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium spp.*

3.4.5. Control Genético:

El método genético en control de plagas ha sido empleado de dos formas:

- i-. El cultivo puede ser manipulado genéticamente para incrementar su resistencia al ataque de las plagas.
- ii-. Las plagas pueden ser sujetas a intervención genética con la introducción de masas de individuos con un genotipo seleccionado.

Las variedades resistentes constituyen uno de los métodos de control más exitoso en el caso de algunas enfermedades en cultivos de mucha importancia.

3.4.6. Regulaciones de Control:

Esto se refiere a leyes cuarentenarias y otras legislaciones que emite el gobierno para evitar la introducción o dispersión de una plaga o enfermedad. Algunas de estas medidas cuarentenarias se establecen en puertos, aduanas, aeropuertos etc., con el fin de evitar la posible entrada de plagas, enfermedades que existen en otros países.

3.4.7. Control Químico:

El uso de plaguicidas se ha convertido en el método de control más común debido a su rapidez y efectividad en el control de plagas, enfermedades y malezas, sin embargo estos traen complicaciones ambientales, agroecológicas y sobre la salud, entre estos tenemos: aumento de los problemas de resistencia, contaminación del ambiente, intoxicaciones agudas y crónicas, etc.

3.4.8. Manejo Integrado de Plagas:

Aunque de manera muy simple podríamos definir MIP, como la combinación de los métodos de control con el fin de reducir las poblaciones plagas, existen conceptos más explícitos y toda una filosofía de MIP, sus bases, principios y su enfoque.

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) ha sido definido de muchas formas. Sin embargo la mayoría de los conceptos que han surgido giran en torno a la obtención de cosechas de forma sostenible, sin causar daños al medio ambiente ni a la salud humana.

Tres definiciones del MIP

Ninguna definición del MIP o control integrado parece ser completa; aquí se presentan tres conceptos ya que cada una ayuda de cierta forma en entender algunos de los elementos claves del MIP.

- ▶▶ Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1967), El MIP es: “Un sistema de manipulaciones de las plagas que, en el contexto del ambiente relacionado y la dinámica de población de la especie dañina, utiliza todas las técnicas y métodos apropiados de la manera más compatible posible y mantiene la población de la plaga a niveles inferiores a los que causarían daño económico”.
- ▶▶ Manejo Integrado de Plagas (MIP), es un sistema de manejo de las plagas dentro de un contexto donde se asocia el medio ambiente, la dinámica de poblaciones de especies plagas, utilizando todas las técnicas y métodos apropiados, compatibles, fáciles de manejar manteniendo poblaciones de plagas a niveles bajos, donde no causen un perjuicio económico (Smith & Reynolds, 1969).
- ▶▶ “Una manera práctica de utilizar conocimientos biológicos y ecológicos de las plagas, los cultivos y el medio ambiente, para decidir sobre las acciones a tomar para lograr cosechar de manera sostenible, sin mayor riesgo de pérdidas por plagas y contaminación ambiental” **Ideas centrales del MIP.**



Cuando estas tres definiciones son analizadas cuidadosamente se pueden identificar ocho ideas centrales que sirven como fundamentos de la teoría del MIP.

a) El agroecosistema

El agroecosistema consiste en una serie de componentes interrelacionados. Debe de considerarse dichos componentes como subunidades de un solo sistema. Es imposible tener un entendimiento de los insectos sin verlos como parte integral del agroecosistema que está íntimamente interconectado a otros elementos de este sistema. Cuando el componente entomológico es perturbado, otros elementos son modificados. Inversamente, perturbaciones de otras subunidades afectan a los insectos.

b) El Control Natural

El control natural es indispensable para el control racional y rentable de insectos dañinos. Este resulta de los factores biológicos o físicos, siendo componente de todos los agroecosistemas.

El control natural ayuda a reducir las poblaciones de plagas reales y es la clave en la prevención de brotes de plagas potenciales. Todos los procedimientos de control usados deben secundar este control natural; si se interfiere con él, las consecuencias pueden ser desastrosas.

c) Biología y ecología de los organismos

Un entendimiento profundo de la biología y ecología de los organismos presentes en el agroecosistema resulta en la habilidad de manipularlos y dirigirlos. En el control tradicional, simplemente se reacciona, suprimiendo la plaga cuando alcanza números altos. La comprensión de las estrategias de supervivencia de los organismos que amenazan nuestro bienestar involucra el conocimiento de la plaga y sus interacciones con el ambiente haciendo más fácil diseñar y aplicar los procedimientos de manejo que explotan cualquier eslabón débil que exista en las defensas de las plagas.

d) El cultivo como enfoque central

El cultivo debe ser el enfoque central del fitoproteccionista. Los insectos no tienen importancia económica excepto en el sentido que ellos afectan la productividad de un cultivo. Un entendimiento de la relación dinámica entre la planta hospedera y la plaga provee a los practicantes del MIP, la lógica para hacer decisiones inteligentes sobre el control de la plaga.

e) Muestreo y uso de niveles críticos

El muestreo de cultivos y plagas y el uso de niveles críticos permiten decisiones inteligentes y racionales. Muestreos periódicos de los campos usando la metodología apropiada revelan información con respecto a las especies de plagas presentes, su densidad poblacional, las condiciones del cultivo, las variables ambientales y el nivel de actividad de enemigos naturales.

Un fitoproteccionista al comparar los resultados de las muestras con niveles críticos derivados experimentalmente pueden decidir con un alto grado de certeza si se requiere alguna acción remedial, considerando el daño potencial que la densidad poblacional de la plaga presente en ese momento puede causar al cultivo y los costos del control.

f) El uso de tácticas compatibles

Frecuentemente, una combinación integrada de varios procedimientos provee un control mejor, más rentable, menos perjudicial y más completo de un complejo de plagas que al aplicar un solo procedimiento de combate en forma aislada.

g) La integración de disciplinas

Por tradición las disciplinas de entomología, fitopatología, control de malezas, agronomía, mejoramiento genético, etc. han estado aisladas unas de otras. En cada rama, tanto los científicos como los que dan asistencia técnica, se comportan como si lo que ellos hacen no afecta ni es afectado por las otras disciplinas.

Actualmente, se reconoce que las actividades de especialistas en cualquier disciplina deben ser coordinadas con aquellas de especialistas en otras áreas. Cuando las barreras tradicionales entre las disciplinas interfieren en la aplicación del enfoque agroecológico es necesario hacer esfuerzos por acabar con ellas.

Un enfoque de sistemas es recomendado como una forma de asegurar la integración de disciplinas y fomentar su productividad.

h) Los efectos secundarios de fitoprotección

Los efectos secundarios de procedimientos impropios del control de plagas pueden ser altamente negativas para ciertos sectores de la sociedad o el ambiente. El bienestar humano inmediato y a largo plazo requiere el desarrollo de técnicas del manejo de plagas que han sido compatibles con las restricciones sociales y ambientales predominantes. Las prácticas del MIP tiene que variar de acuerdo al contexto social, económico, político y ambiental. Se debe intentar optimizar todas las metas de fitoprotección, tanto micro, macroeconómicas, particulares y sociales, socioeconómicas y ambientales.

Fundamentos del manejo integrado de plagas

El Manejo de Plagas se fundamenta en principios de tipo social, económico y ecológico, que deben ser considerados desde la selección de tácticas en los procesos de investigación hasta su implementación. Aunque el MIP se fundamenta en principios de protección ambiental, antes de desarrollar programas de este tipo, deben ser consideradas las consecuencias socioeconómicas de su implantación.



Bases socio-económicas del MIP

Los factores socioeconómicos que influyen y deben ser considerados en la toma de decisiones para un MIP incluyen:

Las metas económicas. El tipo de prácticas de manejo de plagas que un agricultor adopte, dependerá en gran parte de sus metas económicas. Es decir, qué es lo que pretende alcanzar el agricultor, si pretende cultivos de exportación, cultivos de uso interno, granos básicos, etc.

Capital. El capital con que el agricultor cuente, determinará qué tipo de tácticas se puedan emplear en el manejo de plagas, principalmente si estas prácticas varían significativamente en su costo.

Disponibilidad de mano de obra. La escasez o abundancia de mano de obra también limitará el tipo de prácticas de manejo de plagas que se pueda utilizar.

Características de la tierra. El área de posesión (terratinentes o minifundistas), la calidad de la tierra (áreas fértiles o marginales), su pendiente, etc., también deben ser consideradas en los programas MIP, ya que para cada caso las prácticas apropiadas podrían ser diferentes.

Habilidad empresarial del agricultor en cuanto a: Presiones de tipo social, este tipo de presiones incluye las costumbres, leyes creencias, etc. que pueden incidir en las decisiones del agricultor, percepción de las plagas, su daño y su control. Los agricultores tienden a sobrestimar a las plagas, su daño o el efecto de las medidas de control. Esto origina la toma de decisiones precipitadas o equivocadas. Los encargados de desarrollar y transferir programas de MIP deberán ser conscientes de esta situación y aprovecharla en sus planes.

Percepción de los riesgos. Los procesos de investigación, transferencia y aplicación de programas de MIP, conllevan riesgos en diferentes grados que deben ser analizados cuidadosamente.

La experiencia del agricultor. Todos estos factores van a influir en las decisiones del agricultor, en las actividades de producción agrícola y naturalmente de protección de sus cultivos, con el fin de obtener buenos rendimientos, entradas económicas aceptables y la seguridad de su familia.

Los factores descritos constituyen realmente fundamentos de tipo socioeconómico, que debemos considerar en la selección, integración e implementación de prácticas de manejo de plagas. Si en la selección de estas prácticas no consideramos dichos factores, podríamos generar programas de MIP que el agricultor posiblemente no va a adoptar. Es obligación desde el momento en que se están generando estas tecnologías que se prevea la factibilidad de su adopción.

El por qué del enfoque MIP

Por qué es necesario que se apliquen prácticas de MIP en el manejo de plagas? Es necesario para evitar los efectos nocivos de los plaguicidas, por el desarrollo de resistencia a los plaguicidas, por el resurgimiento de plagas que no estaban siendo serias o el brote de plagas secundarias, por los problemas de residuos químicos en los productos alimenticios, en los suelos, en los ríos, lagos, etc.; por los riesgos que corren las especies que no se desea controlar (muchas de ellas benéficas), por los problemas de intoxicaciones, por problemas de tipo legal y muchos otros.

Es importante aclarar que en el Manejo Integrado de Plagas se persigue dejar de usar los productos químicos. También es importante aclarar que el Manejo Integrado de Plagas debe verse desde un punto de vista real, y desde éste con frecuencia no vamos a poder descartar el uso de plaguicidas. Por lo tanto, el mismo concepto del Manejo Integrado de Plagas no debe excluir el uso de plaguicidas, pero sí promover que su uso sea en una forma racional e inteligente, tratando de afectar lo menos posible el medio ambiente.

Principios que condicionan el MIP

Después de analizar los fundamentos en que se basa el Manejo Integrado de Plagas es importante recordar el concepto de Bottrell (1976) que dice que MIP es “ la selección, integración e implementación de tácticas de control de plagas basadas en consecuencias económicas, ecológicas y sociológicas predecibles de tipo económico, ecológico y social”. El mismo Bottrell menciona que el Manejo Integrado de Plagas presenta algunos principios que deben ser considerados como requisitos indispensables y que condicionarán el éxito de los programas de MIP.

El primer principio dice que **las especies dañinas o potencialmente dañinas continuarán existiendo a niveles tolerables**. En otras palabras, no se trata de erradicar una plaga, sino que mantenerla abajo de ciertos niveles que económicamente sean aceptables.

Otro principio es que **la unidad de manejo de las plagas es el ecosistema** (en este caso el agroecosistema). Con esto queremos decir que de nada va a servir controlar una plaga en un terreno si los vecinos no hacen una práctica similar. En este caso el mal manejo que el vecino haga de sus problemas, estará reduciendo el efecto del control del agricultor. Las prácticas deben ser adoptadas por todos los agricultores que están sembrando el cultivo en el ecosistema respectivo, pues éste constituye la unidad básica en el manejo de plagas.

El tercer principio indica que **en el manejo de las plagas debe maximizarse el control natural, cultural, biológico y otros no químicos**. En otras palabras la tendencia debe ser a usar menos productos químicos. Debe entenderse que no se trata tampoco de excluir los productos químicos, sino simplemente maximizar el uso de prácticas que no afecten al ambiente y contribuyan a minimizar el control químico.



Un cuarto principio señala que **cualquier método de control puede ocasionar consecuencias inesperadas e indeseables**. Principalmente si el método de control se aplica en forma unilateral.

Otro principio indica que **para aplicar prácticas de MIP es importante seguir un enfoque interdisciplinario**. Es indispensable que se coordine el manejo de problemas de insectos, arácnidos, enfermedades, malezas, fertilización, etc. Todas las prácticas recomendadas para el manejo de plagas deben ser perfectamente compatibles, ya que el MIP efectivo es un componente del manejo integral de una finca o granja agrícola.

Finalmente, se señala que **el control químico será aplicado únicamente cuando los otros métodos de control no hayan sido efectivos y cuando los niveles de población de la plaga lo ameriten**.

Los principios antes descritos indican que el MIP es un programa menos perturbador o menos desestabilizador que las prácticas tradicionales (plaguicidas).

De acuerdo con todo esto, podemos concluir que para garantizar el éxito de programas de MIP, es necesario cumplir con los requisitos de este enfoque. También es esencial identificar los factores ambientales que permiten a una especie alcanzar el status de plagas; al igual que conocer a fondo la biología de la plaga, su identificación correcta, sus ciclos de vida, sus hábitos, sus enemigos naturales, etc. Es indispensable conocer muy bien las técnicas de muestreo necesarias para poder estimar las poblaciones de la plaga. Finalmente, deben tenerse muy en cuenta las características socioeconómicas de los agricultores en el agroecosistema.

Factores limitativos del MIP

Es fácil convencer a técnicos y agricultores de los beneficios que pueden obtenerse cuando se adoptan programas de MIP. Por ello muchos proyectos se han ejecutado para promover su uso. Desafortunadamente la generación, implementación y adopción de programas de MIP no han sido tan exitosamente como se deseaba. Conviene analizar algunos factores limitativos que han evitado ese éxito y que deben considerarse cuando se trate de implementar programas de Manejo Integrado de Plagas.

Exceso de confianza en los plaguicidas: Este factor limitativo surge como consecuencia de las muchas cualidades de los plaguicidas, lo cual no ha logrado que el agricultor confíe en ellos por su eficacia y desafortunadamente sienta un gran recelo por otras alternativas. El agricultor difícilmente va a querer correr riesgos si ya sabe que con la aplicación de un plaguicida soluciona su problema, mientras que otras prácticas no le garantizan el mismo efecto. Este exceso de confianza del agricultor en los plaguicidas va a ser un obstáculo grande en la implementación de programas de manejo integrado de plagas.

Desconocimiento de las consecuencias negativas del uso irracional de plaguicidas:

Esta falta de conocimiento (o quizá falta de conciencia) de las consecuencias negativas (descritas), se da en todos los niveles. Ocurre entre los agricultores, entre los extensionistas y con menor frecuencia, pero también presente, entre los investigadores.

Efecto lento de algunas prácticas del MIP: El efecto de muchas prácticas de control no químico no es inmediato. Es común escuchar a los agricultores decir que cuando aplican un insecticida, atrás van cayendo las plagas muertas. Por el contrario, cuando aplican prácticas de control cultural, biológico, etc. esto no ocurre en forma inmediata.

Exigencia de mercado: Otro factor limitativo también importante son las exigencias de calidad del mercado, principalmente de hortalizas o de productos que se consumen fresco. Esta calidad o apariencia externa del producto exige que éste vaya limpio; si se encuentran daños causados por insectos mismos en los productos, el consumidor los va a rechazar. Esta exigencia tan fuerte en el mercado, especialmente cuando se trata de productos de exportación, hace que el agricultor recurra con más frecuencia a los plaguicidas, más aún cuando se trata de cultivos cuya alta rentabilidad paga la inversión en grandes cantidades de plaguicidas.

Falta de información o investigación para incrementar programas de MIP: La falta de investigación es otro factor muy importante en el MIP. No hay información suficiente para implementar programas de MIP para todos los problemas de plagas, principalmente por falta de investigación. En algunos casos esto puede obviarse importante tecnología de otros países y tratando de adaptarla a las condiciones locales. Sin embargo, esta misma adaptación es realmente investigación que también requiere tiempo, recursos y personal especializado.

Presencia de múltiples especies: La presencia de múltiples especies de plagas claves en una misma etapa fenológica el cultivo es otro factor limitativo del MIP.

Es fácil de entender que si en un momento determinado en un cultivo sólo existe plaga clave, va a ser más fácil controlarla que cuando se tienen muchas especies. Por ejemplo, si queremos aplicar control químico en forma racional, tendremos que considerar los niveles de daño económico, lo cual se va a complicar si tenemos varias especies plaga.

Existencia de minifundios: Un factor limitativo más que es importante discutir es la existencia de minifundios. Esto puede ser controvertible. Algunos piensan que los minifundios no favorecen la implementación del MIP, porque se requeriría atender y convencer a gran cantidad de agricultores, y se dificultarían los programas de extensión.

Es más difícil convencer a un número grande de agricultores par que adopten una práctica, que tratar de convencer a unos pocos, como sucede con los latifundistas. Estos últimos poseen un mayor nivel educativo o costumbres más fáciles de ser modificadas que los minifundistas. Por otro lado, los minifundistas cuentan con pocos recursos, lo cual en un momento dado podría favorecer la aplicación de prácticas de MIP. Pero si las prácticas son costosas, sería un problema para ellos su financiación.



Falta de apoyo gubernamental: Muchos de los factores limitativos mencionados se acrecientan por la falta de apoyo gubernamental, lo cual a su vez constituye otro obstáculo para la implementación de programas de MIP. Muchos gobiernos no ven la necesidad de apoyar este tipo de prácticas y más que los gobiernos mismos, podríamos decir que son las políticas agrícolas que se siguen en los ministerios respectivos, las que no han sido claras o debidamente apoyadas.

Las medidas de manejo que componen el Manejo Integrado de Plagas deben tener ciertas características deseables:

- ▶ Que no afecten el control natural de las plagas
- ▶ Que no dañen la salud humana
- ▶ Que sean de baja toxicidad para organismos asociados
- ▶ Que sean poco o no dañinas para el medio ambiente
- ▶ Que tenga carácter permanente
- ▶ Que sea fácil de ejecutar de forma eficiente
- ▶ Que tenga una buena relación costo-beneficio

3. 5. Principales acciones de manejo

Tomando en cuenta estos criterios, las principales acciones de manejo pueden agruparse en dos grandes categorías: acciones de Supresión Indirecta y acciones de Supresión Directa de la Plaga.

3.5.1. Acciones de supresión indirecta

Estas pueden ser de dos tipos: acciones dirigidas a fortalecer la capacidad de las plantas a tolerar el daño de las plagas y acciones que garantizan un medio favorable al cultivo y desfavorable para las plagas. Entre las acciones de supresión indirecta podemos mencionar:

- ✓ Uso de materiales resistentes: por ejemplo la variedad de repollo Izalco es resistente a la bacteriosis, por esta razón la principal forma de manejo de esta enfermedad es el uso de dicha variedad. Las variedades de papa Desireé y Sante son tolerantes a virus, según experiencias locales, son las que muestran mayor tolerancia a virosis.
- ✓ Fertilización adecuada: por ejemplo el café con abono orgánico -pulpa, gallinaza- permite mayor crecimiento y área foliar del cultivo, lo que da mayor tolerancia a la mancha de hierro y nematodos.
- ✓ Uso de sombra: en el cultivo de café la sombra reduce problemas de mancha de hierro y malezas, aunque un exceso de sombra favorece a la roya.

- ✓ Uso de tutores: en tomate evita el contacto de frutos con el suelo lo cual ayuda a reducir pudriciones causadas por hongos.
- ✓ uso de semilleros tapados con malla anti-mosca blanca. Se trata de una malla muy fina que no permite la entrada de este insecto.

Después de sembrar el semillero se procede a instalar la malla sobre un armazón que puede hacerse con alambre o varas de bambú por ejemplo, luego la aseguramos muy bien en sus bordes con piedras o tierra para evitar que el viento la levante. Los riegos se hacen normalmente sobre la malla, cuando las plantas tengan 3 hojas verdaderas se procede a destapar el semillero y a realizar el transplante, la malla se lava y se guarda para proteger el semillero del próximo ciclo.



Semillero tapado versus semillero tradicional

- ♦ Uso de migas de pan o de tortilla para manejo de hormigas en semilleros. Una alternativa para los pequeños productores es el uso del conocimiento ecológico y de comportamiento de la hormiga. Una vez hecho el semillero y sembrada la semilla previamente pregerminada, se coloca alrededor del semillero suficiente cantidad de migas de pan y de tortilla por el lapso de cinco días; esto es para facilitar a la hormiga que lleve su alimento, permitiendo de esta forma que la semilla germine una vez germinada, el problema de la hormiga termina.
- ♦ Recolectar y destruir periódicamente los frutos infestados por picudo de la chiltoma siempre y cuando no hayan fuentes de infestación cercanas.
- ♦ Barreras vivas: las barreras vivas alrededor de los cultivos tienen varias funciones benéficas:
 - Las barreras vivas sirven para forraje, leña, alimento, sombra y perchero para los pájaros e insectos benéficos que controlan las plagas.
 - También sirven para detener el suelo cuando llueve, para romper la fuerza del viento y así captar la humedad del ambiente en un mayor porcentaje que en las áreas desmontadas.
 - Se utilizan simultáneamente con otras técnicas como el aterrizado del terreno
 - Para hacer disminuir la erosión del suelo o reparar los que están ya deteriorados.

- Por lo general primero se construyen las curvas a niveles a continuación se plantan una o varias hileras de árboles de crecimiento rápido entre las hileras suelen sembrarse algunos pastos forrajeros que cubra el suelo, por lo tanto controla la erosión superficial.

- En ocasiones se distancia entre líneas de árboles alternándolos con hileras de pastos protector. Como regla general al aumentar la pendiente y las precipitaciones debería aumentar la anchura de las barreras y disminuir la distancia entre ellas.



Barrera de caña panelera para protección de suelo

- Las barreras proveen protección adecuada a los suelos cuando la pendiente no exceda el 12% de la pendiente.

Las barreras vivas son utilizadas principalmente en cultivos de hortalizas para el manejo de insectos plagas para evitar la entrada directa hacia el cultivo, se usan tanto en semillero como en plantaciones. Por ejemplo barreras vivas de maíz o sorgo utilizadas en semilleros de tomate. Para el manejo de mosca blanca.



Barrera de maíz en semillero de tomate

Se pueden establecer como mínimo 3 surcos 15 o 25 días antes de la siembra del semillero a 3 metros de largo alrededor de los bancos, con el objetivo de contrarrestar los fuertes vientos que acarrear a la mosca y que además debilitan a las plantas.

Barreras vivas en plantaciones.

Barreas vivas de Taiwán. Se siembran perpendiculares a la dirección del

viento. Para el manejo de **mosca blanca** y **áfidos** en cultivos de tomate, chiltoma papa y Plutella en repollo.

Barreras vivas de maíz y sorgo. Se siembran 3 hileras de maíz o de sorgo Alrededor de la parcela una semana después del trasplante de la chiltoma o tomate sirven como barrera física para evitar le entrada de mosca blanca y afidos en tomate y picudo de la chiltoma se siembran tupidos para reducir poblaciones de picudo principalmente.

Barreras vivas de gandul y maíz en cultivo de chiltoma. Entretienen a los insectos dañinos y sirve de refugio a insectos benéficos, protegen al cultivo del viento, se obtiene cosecha, a los 2 años se obtiene leña del gandul.

☞ Cultivos asociados y surcos intercalados: aumenta los enemigos naturales -depredadores y parásitos- en los cultivos y dificulta la actividad de las plagas.



Barrera de maíz en cultivo de tomate

Descripción de los cultivos asociados:

Son sistemas en los cuales dos o más especies de vegetales se plantan con suficiente proximidad espacial para dar como resultado una competencia Inter-específica y/o complementación.

Estas interacciones pueden tener efectos inhibidores o estimulantes en los rendimientos, y en consecuencia los policultivos se pueden clasificar como sigue (Hart 1974):

Policultivo comensalístico

Interacción entre las especies de cultivo con un efecto positivo neto sobre una especie y ninguna sobre la otra.

Policultivo amensalístico

La interacción entre las especies de cultivos tiene un efecto negativo en una especie y ningún efecto observable en la otra. Por ejemplo: plantas anuales intercaladas entre plantas perennes.

Policultivo monopolístico

La interacción entre las especies de cultivos tiene un efecto positivo neto en una especie y un efecto negativo neto en la otra. Por ejemplo, el uso de cultivos de cobertera en huertos.

Policultivos inhibitorios. La interacción entre los cultivos tiene un efecto negativo neto sobre todas las especies. Por ejemplo el cultivo intercalado que involucra a la caña de azúcar.

Las ventajas del diseño correcto de los policultivos son varias.

Por una parte influye sobre la dinámica de las poblaciones de insectos-plaga que generalmente provocan menos daños a los cultivos y, por otra, la supresión de hierbas adventicias molestas debido al sombreado, alelopatía, etc. y un mejor uso de los nutrientes del suelo con el consiguiente mejoramiento de la productividad por unidad de superficie.



Ejemplos de asociaciones de cultivos: Existen diferentes asociaciones de cultivos siendo algunas desfavorables o no recomendables y otras favorables.

Vamos a identificar las favorables:

Asociación gramínea-leguminosa: Aprovechando la fijación de nitrógeno atmosférico por parte de las leguminosa. Se utiliza para la implantación de pastizales y praderas, con la asociación de gramíneas (vallico, festuca, fleo, dátilo, etc) y leguminosas (trébol, esparceta, alfalfa, veza, etc). Para abono verde, mezclando gramíneas (centeno, avena, vallico) con leguminosas (veza, guisante, haba, trébol). En cultivos hortícolas, cuando se asocia el maíz y la judía, el maíz hace de tutor; las judías se siembran cuando éste tenga 20 cm de altura.

En Sudamérica los indígenas incluyen una tercera planta a la asociación: la calabaza, beneficiándose ésta del sombreado y favoreciendo a la asociación al cubrir el suelo horizontalmente.

Leguminosas y otras familias: guisantes, judías o habas con coles o zanahorias en hileras alternas. Parece que la cebolla y el ajo se asocian mal con las leguminosas.

Asociación de hortaliza con diferente velocidad de crecimiento para obtener la mayor productividad por unidad de superficie: Sembrar tres hileras de rábanos o de lechugas entre cada dos hileras de zanahorias.

De coles con lechugas, entre cada dos hileras de coles una hilera de lechugas.

De zanahorias y nabos, los sembramos en hileras alternas; los nabos son cosechados antes que las zanahorias hayan alcanzado su pleno desarrollo.

Otras asociaciones beneficiosas: Judía de enrame y pepino: una hilera de pepinos entre las dos hileras de judías (80 cm de separación).

Chirivía y escarola en hileras alternas dado que la primera tiene raíces pivotantes y la escarola poco profundas.

Zanahoria y puerro, eficaz para repeler a la mosca de la zanahoria y la del puerro. Una hilera de rábano entre cada dos de zanahoria; los puerros se plantarán en el lugar de los rábanos ya recolectados (en zanahoria de primavera). En zanahoria de invierno se alternarán dos hileras de zanahoria con dos de puerros.

Zanahoria y cebolla, tres hileras de cebolla y dos de zanahoria (25 cm entre hilera).

Tomate y cebolla, se plantarán en primavera las cebollas en un campo preparado para acoger al tomate, éste en hilera y a cada lado de la hilera de cebollas (a 35-40 cm).

Espinaca de primavera con apio, las espinacas se siembran en marzo, los apios en mayo en una hilera entre cada dos de espinacas.

Cebolla y fresas en hileras alternas. Achicoria y fresa.

Repollo, zanahoria, tomate, cebolla y arroz. La incidencia y el daño causado por *Plutella* se reducen notablemente, hasta lograr una cosecha sana, sin tener que aplicar mucho insecticidas.

Repollo-zanahoria, repollo-manzanilla.

En los plantíos de repollo sembrado con zanahoria o tomate, los adultos de *Plutella* se confunden y no son capaces de encontrar las plantas de repollo con facilidad para poner sus huevos. Para lograr este efecto sobre la plaga, la siembra de zanahoria se tiene que realizar de 15 a 30 días antes del transplante del repollo.

Si el tomate es de siembra directa, se puede realizar la siembra 15 días antes del transplante del repollo. Si el tomate es de transplante, se puede realizar el mismo día que es el transplante de repollo.

El arroz se debe sembrar en el campo, el mismo día que se siembra el repollo en el semillero de repollo. Así se puede transplantar el repollo y la cebolla el mismo día.

El ingreso económico de las parcelas de cultivos asociados (repollo con tomate o con zanahoria) es mayor que el de las parcelas de solo repollo.

Cultivos en asocio tomate, pipian, frijol, maíz. Para disminuir la incidencia de plagas como: Mosca blanca, Diabrotica, Ácidos, y Melitias y favorecer la presencia de insectos benéficos.



Cultivos en asocio tomate, pipian, frijol y maíz

Uno de los efectos positivos de la asociación de cultivos es que minimizan los brotes de enfermedades y plagas, así algunos autores como Altieri y Letourneau identifican ciertos policultivos con la plaga o enfermedad regulada así como el factor involucrado en ese efecto.

Asociar cultivos significa sembrar más de una especie vegetal para utilizar al máximo el suelo. De esta forma aprovechamos mejor el espacio colocando plantas de crecimiento

vertical (como el puerro), con otras de crecimiento horizontal (lechuga), o bien asociando especies de crecimiento rápido (lechuga) con otras de crecimiento lento (zanahorias, repollo, etc.).

- ▶ Las plantas asociadas no compiten por el alimento, ya que los extraen de diferentes profundidades.



- ▶ Las verduras de hoja, de raíces más superficiales, extraen fundamentalmente el nitrógeno, y las de raíz más profunda toman potasio.
- ▶ Utilizar el suelo de esta forma disminuye el crecimiento de malezas ya que el suelo se ha cubierto de hortalizas.
- ▶ Asociar cultivos también influye en el manejo y control de plagas ya que algunas plantas repelen insectos, y otras hospedan insectos benéficos.
- ▶ Otra asociación aconsejable es puerros o cebollas con zanahorias, albahaca y tomate.
- ▶ Uso de abonos orgánicos: fortalecen a la planta y se incrementan los enemigos naturales en el suelo, por ejemplo el uso de gallinaza y pulpa de café.

3.5.2. Acciones de supresión directa

Estas consideran acciones dirigidas a las plagas para reducir su incidencia y acciones dirigidas a los enemigos naturales para aumentar su actividad y reducir la incidencia de las plagas. Entre las acciones de supresión directa, tenemos:

Control físico y mecánico: este contempla el uso de trampas, y/o recolección directa de las plagas, uso de calor, etc. Ejemplos de control mecánico el uso de trampas y la recolección y destrucción manual de picudos en plátanos, el uso de trampas con granos de café fermentados para broca la recolecta broca, la gallina ciega puede ser manejada a través de campañas de recolección en las épocas de mayo a julio o sea al momento que inician las lluvias, que es cuando se presentan las mayores poblaciones de adultos que salen a alimentarse y a copular o también utilizando:

Trampas de luz amarillas o trampas de luz negra. Si se usan trampas de luz amarilla se usan las siguientes herramientas (lata de metal, arena de río, aceite quemado, mechas de algodón, plástico, detergente y jabón). Estas trampas se colocan por el término de 15 días de 7:00 pm a 10:00 pm. Se colocan de 5-10 trampas por área de terreno y es una campaña comunitaria. Para esta técnica debe abocarse a su técnico guía.

Uso de trampas lumínicas para la captura de adultos (ronrones). Las trampas son sencillas y fáciles de construir se utilizan los siguientes materiales recipiente plástico, para lo cual se requiere de los siguientes materiales: recipiente plástico de color amarillo, candil de mecha corta, regla sobre el recipiente, detergente, agua. Los ronrones son atraídos por la luz del candil y el color del recipiente. Estos al caer al agua con detergente morirán (cambiar el agua del recipiente diariamente).





Uso de **trampas amarillas** ciertos colores son atrayentes para algunas especies de insectos. Entre ellos el color amarillo intenso atrae pulgones, moscas blancas, moscas minadoras y otros.

Las trampas consisten en pedazos de plástico amarillo cubiertos con una sustancia pegajosa. La sustancia pegajosa puede ser un pegamento especial de larga duración o simplemente aceites vegetales o minerales.

Existen trampas amarillas móviles conocidas como “pasada de manta” que el agricultor pasa periódicamente sobre el cultivo, tal como se observa en la figura



Las **trampas amarillas fijas** se colocan en el campo en marcos de madera o estacas de caña. Pueden ser adquiridas listas en las tiendas agrícolas (trampas comerciales que usan un pegamento de larga duración) o ser confeccionadas en forma casera (trampas artesanales que usan aceite de motor que dura 10 a 15 días).



Efectos del uso de trampas amarillas

Directo: reducen la población de moscas adultas

Indirecto: contribuyen a preservar los enemigos naturales ya que el agricultor evita hacer las aplicaciones tempranas de insecticidas que acostumbra y que dañan a los insectos benéficos.

Uso combinado de trampas móviles y trampas fijas. La figura siguiente ilustra el modo de usar ambas trampas en nuestros cultivos.



Recomendaciones

Para obtener buenos resultados en el uso de las trampas, es necesario poner en práctica las siguientes recomendaciones:

Trampas amarillas fijas

- ✓ Colocar las trampas alrededor del campo desde la emergencia del cultivo. Después del aporque instalar las trampas dentro del campo a una densidad de 50 a 100 trampas/ha según la densidad del insecto.
- ✓ Cambiar o limpiar las trampas cada 15 días o antes si la superficie esta completamente cubierta de insectos, aplicando el aceite de motor grado 40 que funciona como pegamento.

Trampas amarillas móviles

- ✓ Realizar la “pasada de manta” una vez por semana desde la emergencia del cultivo. Si la población de adultos es alta se debe aumentar el número de pasada por semana.
- ✓ Para untar las trampas amarillas móviles utilizar aceite comestible compuesto en lugar de aceite de motor a fin de evitar quemaduras en el follaje.
- ✓ Para un mejor efecto en la captura, esta labor debe realizarse en las primeras horas de la mañana o al atardecer.

Uso de trampas amarillas en semillero

Las trampas consisten en utilizar estacas de un metro de alto envueltas con plástico amarillo impregnadas con aceite de motor o aceite comestible, se colocan a un metro de distancia cada una alrededor del semillero.

Cuando las plantas son pequeñas, se ha usado el método de captura por “paleteo” que consiste en una caja tipo recogedor de basura.

Trampas cromáticas.

Algunos insectos se ven atraídos por ciertos colores. Los pulgones voladores y mosca blanca por el amarillo vivo, los trips por el azul vivo. Se pueden adquirir estas trampas en comercios especializados (se usan comúnmente en invernaderos) o bien

fabricarlas en casa. Simplemente consisten en un papel o cartón con una capa pegajosa donde se quedan pegados los insectos que se posan. En casa se pueden hacer con papel o cartón (mejor plastificado) o plástico impregnando su superficie con aceite vegetal, melaza, miel, almíbar denso, vaselina (o cualquier sustancia pegajosa que no se seque). Se colocan colgados cerca de las plantas afectadas. Tiene el inconveniente de no ser efectivo en zonas con mucho viento. No eliminan la plaga, pero si reducen su número. Se usa mucho en invernaderos y otros tipos de cultivos.



Económico basurero de moscas

Trampas azules



Trampas amarillas



Desinfección por método físico

Uno de ellos es el vapor de agua y la solarización que es una técnica eficiente en el manejo integrado de plagas.

Vapor de agua

Consiste en calentar agua hasta la evaporación, es necesario un barril de 200 litros, el vapor se hace pasar por el sustrato de suelo, esto es cuando utilizamos bandejas plásticas y necesitamos desinfectar el suelo.

Solarización

Se utilizan los rayos solares para eliminar insectos, patógenos del suelo (hongos y bacterias), así como nemátodos y semillas de malezas, es un proceso simple de utilizar altas y bajas temperaturas, una vez hecho el semillero o el sustrato de suelo que vamos a usar para llenar



bandejas, este se humedece sin saturarlo, se cubre con un plástico transparente y se sellan los extremos con suelo mojado de tal manera que no permita fuga de agua al calentarse por los rayos solares, sobre el suelo cubierto coloque arcos de hierro de un cuarto de pulgada, a una distancia mínima de 25 cm del primer plástico sellado, cubra los arcos con un segundo plástico transparente y selle herméticamente con tierra húmeda, posteriormente mantenga sellado el suelo por un mínimo de tres semanas en lugares con temperatura y radiación alta y por seis semanas en zonas con temperatura y radiación baja, retire los plásticos y deje que el suelo se seque un poco antes de sembrar. Una de las ventajas de este método es que hay una rápida descomposición de la materia orgánica y mayor disponibilidad e nutrientes para las plántulas y el plástico se puede usar varias veces.

➤ **El riego por aspersión es efectivo para reducir y mantener los niveles poblacionales de totolates.**

Si las plantas de cebolla están bajo estrés de agua, el daño de los totolates se magnifica debido a que las plantas pierden gran cantidad de agua por los tejidos dañados



El riego por aspersión al igual que la lluvia puede ser efectivo para manejar bajas poblaciones de Trips o totolates en las plantas de cebolla

➤ Control genético: por ejemplo la liberación de machos estériles reduce las poblaciones del gusano barrenador y la mosca del mediterráneo, ya que los machos estériles desplazan a los machos fértiles y las hembras copuladas por estos machos ponen huevos que no producen descendencia.

➤ Control genético: por ejemplo la liberación de machos estériles reduce las poblaciones del gusano barrenador y la mosca del mediterráneo, ya que los machos estériles desplazan a los machos fértiles y las hembras copuladas por estos machos ponen huevos que no producen descendencia.

➤ Métodos regulatorios (cuarentenas): éstos se aplican con la finalidad de detectar a tiempo la aparición/introducción de plagas nuevas y evitar su diseminación.

➤ Control químico: contempla el uso de plaguicidas químicos, naturales o sintéticos, el uso de este método debe partir de algunos criterios como recuentos, toxicidad, especificidad, etc.

➤ Entre los productos con características ventajosas están los insecticidas botánicos (por ejemplo Nim) y los insecticidas microbiales (por ejemplo *Bacillus thuringiensis*).

➤ Conservación y aumento de enemigos naturales: consiste en la implementación de medidas, tales como siembra de coberturas, liberación de moscas, etc. Por ejemplo la liberación de *Cephalonomia* y el uso de *Beauveria bassiana* contra broca en café.

Cualquiera que sea el tipo de acción seleccionada para usarse contra una plaga, debe ser empleada juiciosamente y deben considerarse criterios técnicos, de manera que su uso sea práctico y eficiente.





IV. Control Biológico como Herramienta Mip

4. Introducción

El Control Biológico se puede definir como la regulación, por medio de enemigos naturales, (parasitoides, depredadores y patógenos) de la densidad de población de otro organismo a un promedio menor que el que existiría en su ausencia. Esta es una definición de Control Biológico Natural, que se da como producto de la coevolución de los organismos.

El Control Biológico desde el punto de vista aplicado es la utilización intencional de enemigos naturales de las plagas para regular sus poblaciones, y la regulación de la abundancia de un organismo debe de estar por debajo del nivel en que causa daños económicos, pero también abarca: el estudio, importación, incremento y conservación de los organismos benéficos para la regulación de las densidades de poblaciones de otros organismos. En otras palabras, el estudio y utilización de parasitoides, depredadores y patógenos en la regulación de las densidades de las poblaciones del hospedero.

Los enemigos naturales de las plagas son objeto de mucho interés para los programas MIP, pues el viraje que está tomando la agricultura frente a la crisis económica y ambiental está impulsando al mundo hacia la producción Agroecológica, con un enfoque racional que permita conciliar las necesidades alimenticias de la humanidad con la conservación de los ecosistemas naturales y con ello la biodiversidad. Por tanto, el Control Biológico es un instrumento fundamental en la búsqueda de un modelo alternativo de producción agrícola, entre otras necesidades no químicas, como parte de un modelo de manejo ecológico de plagas.

4.1. Los enemigos naturales de las plagas.

4.1.1. Los Parasitoides

Depositán sus huevos dentro, sobre o cerca de sus hospederos. Sus larvas devoran lentamente al hospedero, completando así su desarrollo (cuadro 1)

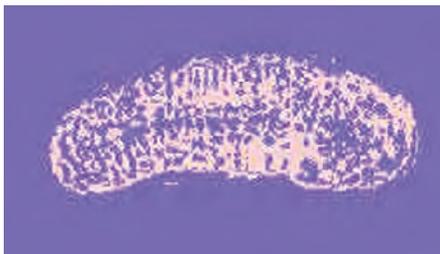
Cuadro 1. Ejemplos de parasitoides y sus hospedantes

Parasitoides	Plagas
Moscas (Díptera) Phoridae y Pipunculidae	Parasitan larvas de mariposas de chicharritas.
Familia Tachinidae	Parásitos de larva y pupas de lepidópteros (barrenadores, cortadores, cogolleros, etc.).
Syrphidae	Sus huevos son depositados cerca o entre las colonias de áfidos y otros insectos chupadores.
Familia Sphecidae y Vespidae	Atacan larvas de lepidópteros.
Familia Scoliidae	Son importantes parásitos de larvas de insectos del suelo, como la gallina ciega.
Familia Ichneumonidae	Sus larvas parasitan a muchas clases de insectos como lepidópteros y coleópteros.
Las avispas de la familia Braconidae	Parasitan larvas de lepidópteros. El gusano cachudo del tomate y del tabaco sufre el ataque fuerte de una de las especies de esta familia.
Bracónidos	Parasitan a los pulgones (áfidos), lepidóptera y otros.

Diadegma insulare (Cresson) (*Insecta: Himenópteros: Ichneumonidae*) que parasita larvas de **plutella**.

Descripción

Huevo: El huevo está claro, y duro fácil de distinguir del cuerpo gordo del anfitrión cuando se diseca.



Huevo de Diadegma Insulare

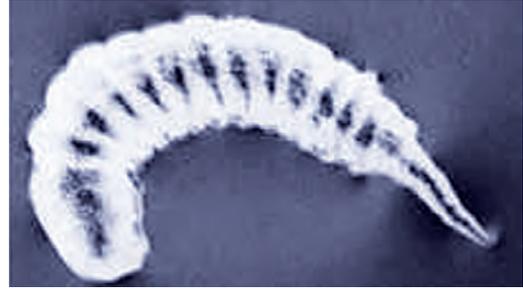


Diadegma insulare (Cresson) parasitando larvas maduras de *Plutella xylostella*



Larva: La larva de *Diadegma insulare* es blanca y puede ser notada más fácilmente en un anfitrión disecado debido a sus movimientos extensos. Parece dividida en segmentos fuertemente y lleva (1/4 de la longitud total de la larva) un estrecho corto “cola”.

Crisálidas: La larva de *Diadegma insulare*. Permanece dentro de la larva de la de *Plutella* hasta las últimas vueltas en capullo.



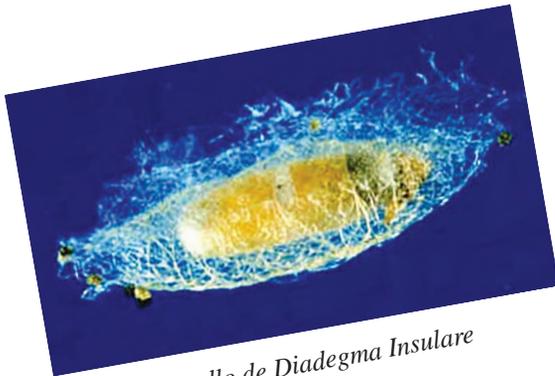
Larva madura de Diadegma Insulare



Pre-crisálidas de Plutella dentro del capullo



Larva de Diadegma Insulare, haciendo girar su capullo dentro del Capullo de Plutella xylostella



Capullo de Diadegma Insulare

Trichogramma pretiosum

En general las hembras de Trichogramma prefieren parasitar los huevos puestos recientemente que los de mayor edad, pero se ha demostrado que se presentan varios tipos de relaciones entre la edad del hospedero y el grado de parasitismo, así que para un estudio de selección hospedero-especie debe conocerse previamente la edad preferida de los huevos de cada especie hospedera (Pak 1988).



Parasito de los huevos de heliothis, Diatraea saccharalis, Anticarsia gemmantalis, Erennys ello, de la polilla de la col de la polilla amarilla del melocotón.



Los huevos parasitados por Trichogramma se tornan oscuros, casi negros

Encarsia pergandiella. Hymenpera: Aphelinidae



Adulto de Encarsia pergandiella





Telenomus remus (Nixon). Avispita negra
 Hymenóptera: Scelionidae.

Provee una acción efectiva sobre poblaciones del gusano cogollero así como en otras especies pertenecientes al mismo género. Parásito de de posturas de Spodoptera sp. Constituido como una de las plagas de mayor incidencia en gran diversidad de cultivos debido a sus hábitos polífagos.

Este insecto benéfico es muy importante en programas de control biológico e integrado

de plagas, debido a que destruyen el huevo huésped antes de la eclosión de la larva, evitando daño tempranos a las plantas; además presentan ciclo corto aumentando el número de poblaciones benéficas con relación a los del gusano cogollero.

Una vez liberadas las avispidas pueden presentar parasitismo eficiente durante 10 días promedio, llegando a un parasitismo que oscila entre 40-80%.

Los programas de liberación sucesiva combinados con prácticas agrícolas adecuadas aseguran el éxito del beneficio y su permanencia en campo.

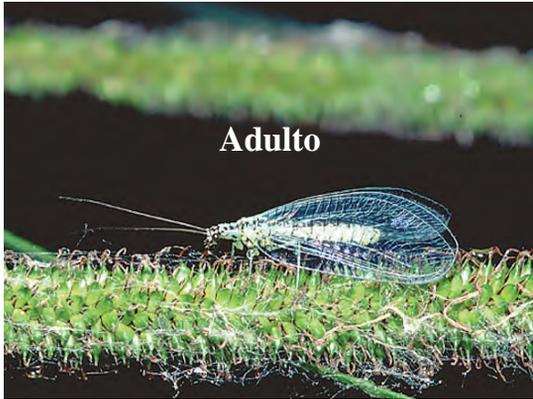
4.1.2. Los Depredadores

Los Depredadores buscan, capturan y devoran presas. A menudo necesitan varias presas para completar su desarrollo y en general tanto adultos como inmaduros son carnívoros (cuadro 2).

Cuadro 2. Ejemplos de depredadores y sus presas

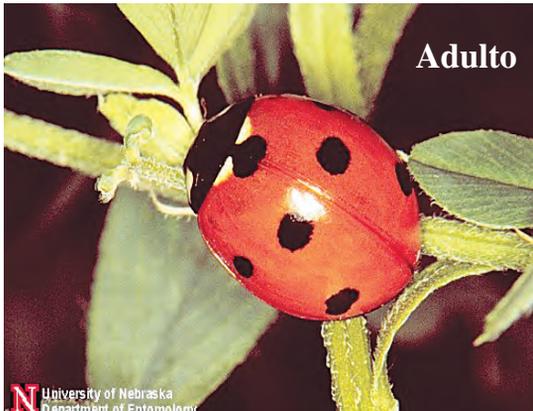
Depredadores	Plagas
Escarabajos (coleóptera) Carabidae.	Depredadores de gusanos, chapulines y caracoles. Larvas y adultos son activos devoradores de insectos en el suelo y hojarasca, principalmente por la noche.
Staphylinidae (depredadores Larvas y adultos)	Picudo del banano y cocotero.
Coccinellidae Larva y adulto	Devoran áfidos, ácaros, escamas y cochinillas, así como huevos de lepidópteros.
Neuroptera: Chrysopidae (larva)	Destruyen cochinillas. También se alimentan de huevos de lepidóptera como el gusano bellotero.
Hemiptera: Reduviidae	Devoran chicharritas y otros chupadores, así como a larvas de lepidópteros.
Familia Lygaeidae	Depredador de ácaros y ninfas de chicharritas

León de fidos
(Chrysopa perla)



afidos le inyecta saliva venenosa que lo deshace por dentro en pocos minutos, la hembra pone cada huevo sobre un hilo que ella misma teje.

Pertenecen a la familia chrysopidae, en estado de larva son peludos y chirizos con mandíbulas fuertes, para matar a los

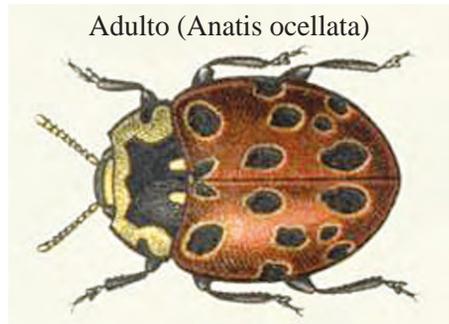


Mariquita roja
(Coccinella septempunctata)

Pertenece a la familia Coccinellidae, esta especie es identificada fácilmente teniendo 7 puntos, el séptimo estando directamente detrás de la cabeza, su color es más brillante que la mayoría de las otras especies.

Mariquita ocelada (*Anatis ocellata*)

Los puntos negros en la parte posterior de esta especie cada uno tiene un halo amarillo, dando el aspecto de ojo, por lo tanto su nombre común mariquita ocelada. Las mariquitas coccinellidae son buenas cazadoras de afidos, arañas rojas y cochinillas.





Tijeretas (*Forficula auricularia*)

Orden: Dermaptera. Familia: Forficulidae

Tipo de alimentación: En el campo son depredadores polífagos de insectos como de gusanos cogolleros (*Spodoptera frugiperda*).

Consumen empastadas, flores y verduras. Penetran al interior de las casas, donde consumen pan, harina endurecida, cecinas, algunas frutas y otras materias que encuentran en el suelo.



Chinche hediondo (*Picromerus bidens*)

Hemiptera Pentatomidae.



Picromerus bidens

Tienen la boca adaptada para chupar jugos de vegetales o de otros animales; en la mayoría de ellos las alas anteriores tienen una parte endurecida.

Depredador de áfidos y gusanos tiene la capacidad de controlar al cogollero por cada diez matas de tomate o diez de maíz.



Chinche hediondo atacando una larva



Adulto (*Carabus coriaceus*)

Escarabajo negro tornasol (*Carabus coriaceus*)

(*Carabus coriaceus*)

Coleóptera familia carabidae.

Es depredador de insectos plagas como de larvas de Lepidópteras, caracoles, chocorrones, escarabajo de la papa y lombrices. Ante el peligro no puede volar, por ello se para en dos patas y enseñan sus mandíbulas para defenderse a la vez tira una sustancia odorífica y se corre.



Estado de larva

Avispa (*Vespa crabro*)

Familia vespidae.

Depredadoras de larvas de Lepidopteras como el gusano cuerudo, cogollero y elotero y de huevos de mariposas matan de un piquete e inyectan veneno, le abren la piel del lomo, y cortan trozos de carne que llevan a su panal para dar de comer a sus larvas.



Avispa (Vespa crabro)

4.1.3. Los Entomopatógenos

Los entomopatógenos, son microorganismos que enferman a los insectos y les causan la muerte. Entre éstos los más importantes son hongos, virus y bacterias.

Virus entomopatógenos

Son entidades infecciosas cuyo genoma está constituido por ácido nucleico, ya sea de ADN o ARN que se reproducen en el tejido del gusano hasta matarlo. La parte más importante del virus que causa la enfermedad se llama virión. Cada virión está recubierto por una doble membrana de proteínas y restos de tejidos del cuerpo del gusano.

A quienes controlan los virus

Los virus atacan principalmente a las plagas del orden Lepidóptera, entre las que podemos mencionar: Spodoptera sunia, S exigua - gusano soldado, S frugiperda - gusano cogollero, Helicoverpa zea - gusano elotero, Psudoplusia includens.- gusano patas negras, Estigmene acrea - gusano peludo, Plutella xylostella - palomilla del repollo, Bucculatrix thurbriella - gusano perforador, Trichoplusia ni - gusano falso medidor del repollo, Diaphania hyalinaata - gusano del melón. Existe un virus específico para cada plaga

Estos virus no afectan al hombre ni los animales domésticos, no mata a los enemigos naturales de las plagas y no produce resistencia en la plaga que está controlando.

Como Actúan los virus

Los virus se encuentran en la planta y contaminan a los insectos por vía oral; una vez que el virus está dentro del intestino del gusano se reproducen y multiplican en cada una de las células de los tejidos susceptibles del cuerpo. Dos días después de haberse ingerido el virus, en el hospedero se produce una disminución del apetito. Las larvas infectadas se vuelven letárgicas, dejan de alimentarse y se paralizan. A los cinco días generalmente las larvas mueren en la parte superior de la planta colgada de sus patas con la cabeza hacia abajo. El integumento se vuelve blando y de color pardo o negro, los tejidos internos se licúan, el gusano se revienta, dispersando más virus sobre el cultivo.



Cuando se aplican los virus

Para aplicar virus es importante realizar recuentos de las plagas. Los recuentos deben realizarse una vez por semana desde la siembra hasta la cosecha.

El tamaño del gusano es importante, ya que los gusanos pequeños son más fáciles de controlar que los grandes.

Las aplicaciones deben realizarse en horas frescas, ya sea por la mañana o por la tarde.

Una buena aplicación del virus, se puede realizar con cualquier equipo de aplicación manual: bomba de motor y bomba de presión. La planta debe quedar empapada de virus para que todos los gusanos puedan ingerir el virus. Las aplicaciones deben realizarse cada 3 ó 4 días.

Ventajas en el uso de baculovirus para controlar plagas

Poca o ninguna patogenicidad para invertebrados benéficos (e.g. abejas, parasitoides, depredadores) debida a su especificidad.

No son peligrosos para mamíferos, incluso el hombre, y otros vertebrados. Muy apropiado para el control de plagas en países en desarrollo donde se pueden producir localmente con recursos baratos. Existe poca resistencia por los hospederos.

Desventajas en el uso de baculovirus para controlar plagas

La rapidez para producir un efecto sobre la población de la plaga es generalmente lenta. Sin embargo, nuevas investigaciones buscan maneras de aumentar la rapidez de acción y la patogenicidad o toxicidad al insertar genes foráneos que dan el código de toxinas rápidas como la del alacrán.

La efectividad de los patógenos depende mucho de las condiciones ambientales.

La calidad de los productos comerciales es variable.

Bacterias entomopatógenas

Las bacterias entomopatógenas son organismos unicelulares que miden entre menos de un micrómetro a varios micrómetros y que carecen de núcleo definido. Se reproducen por fisión binaria o por reproducción sexual (conjugación). Existen bacterias aeróbicas y anaeróbicas. Algunas de las bacterias son patógenos obligados pero la mayoría son patógenos facultativos y solamente algunas pocas son patógenos potenciales.

La infección más común ocurre por la boca y el tracto digestivo. Sin embargo, también puede ocurrir a través de huevos, integumento y tráquea. Así como también por parasitoides y depredadores. Existen bacterias esporulantes como *Bacillus thuringiensis*, *B. popilliae* y *B. sphericus* y no esporulantes como *Serratia spp* y *Pseudomonas spp*. La importancia de las bacterias en el control de plagas ha hecho que se dediquen grandes esfuerzos en

investigación con bacterias formadoras de esporas, ya que ésta es una característica importante en la producción comercial.

¿Cuáles bacterias podemos utilizar?

A. *Bacillus thuringiensis*

Es la bacteria más usada en control microbiano. Esta bacteria produce un rango de toxinas cristalizadas, que son tóxicas para algunos insectos en particular. Las cepas de *B. thuringiensis*, son frecuentemente aisladas de suelo y se han encontrado en un amplio rango de hábitat alrededor del mundo.

Una de las características principales de esta bacteria, es la formación de esporas elípticas a cilíndricas en posición central en el esporangio. La célula bacteriana es un bastón e 1 a 1.2 por 3 a 5 μm . son aeróbicas y aeróbicas facultativas, Gram y catalasa positivas y una característica es la presencia de un cristal protéico intracelular.

Muchas subespecies patogénicas aisladas, también se han designado como razas, variedades, serotipos, etc. hay subespecies patogénicas a Lepidóptera, Díptera y Coleóptera. Algunas como *kurstaki* producen dos tipos de toxinas, una para lepidóptera y otra para díptera, otras como *israelensis* produce la toxina CryIV, que tiene actividad contra mosquitos. El *Bt tenebrionis* (Toxina Cry IIIA) tienen actividad contra coleópteros. Cry I es específica para lepidópteros, Cry II para díptera y Lepidóptera.

El ciclo de vida de *B. thuringiensis* involucra la multiplicación de la bacteria para producir las células vegetativas y luego la esporulación y formación del cristal y el proceso que sigue el cristal hasta formar las toxinas, lo cual ocurre en el intestino del insecto a un pH entre 10 y 11. *B. thuringiensis*, produce varias toxinas entre las que sobresalen δ - exotoxina que se forma durante el crecimiento vegetativo y la β - endotoxina, que resulta de la degradación del cristal en el intestino del insecto.

Toxinas producidas por *Bacillus thuringiensis*

β - exotoxina (*thuringiensin*)

Se forma durante la fase de crecimiento vegetativo de la bacteria y es secretada dentro del medio. No se produce durante la esporulación. Entre los insectos susceptibles, podemos mencionar las familias Díptera, Lepidóptera, Hymenóptera, Coleóptera, Isóptera, Orthoptera, Hemíptera y Neuróptera. En *Agriotis*, *Spodoptera* y *Ostrinia*, actúa como un inhibidor de alimentación, mientras que en mosquitos actúa como larvicida y adulticida. *Thuringiensin*, es producido en grandes cantidades por el serotipo H1 de *B. thuringiensis* var *thuringiensis*.

Modo de acción: La β - exotoxina tiene actividad insecticida alta pero menos tóxica que la β - endotoxina. Es inhibidor de la ARN polimerasa que inhibe la síntesis de ARN en las células afectadas. Afecta la mitosis durante la muda y metamorfosis, de tal forma que si la larva o ninfa no mueren por la toxina, se transforma en pupa deformada o en adultos con



anormalidades en alas, patas, antenas y partes bucales. Los adultos afectados son infértiles o de fecundidad o longevidad reducida. Esta exotoxina puede producir lesiones en mamíferos por lo que muchos preparados comerciales de *B. thuringiensis*, usan subespecies que no producen δ -endotoxina.

§-endotoxina

Es producida a partir de las protoxinas resultantes de la degradación del cristal protéico por enzimas proteolíticas en el intestino del insecto. *B. thuringiensis* produce en su célula esporangial durante la esporulación, uno o más cuerpos paraesporales o cristales, que son de forma bipiramidal. El cristal es soluble en una solución altamente alcalina con pH 12. Algunas razas de kurstaki producen dos tipos de cristales, el bipiramidal y el ovoidal. El bipiramidal es activo contra Lepidóptera, mientras que el ovoidal lo es contra Lepidóptera y diptera.

Modo de acción: El cristal se disuelve en el tracto del intestino a pH entre 10 y 11 a través de la actividad de enzimas proteolíticas y es degradada para formar la endotoxina. Debido a la adhesión de la endotoxina a sitios receptores sobre las células epiteliales del intestino, se producen poros en la membrana celular, lo que ocasiona un libre movimiento de iones y moléculas a través de la membrana permeable que resulta en un disturbio del equilibrio coloide osmótico y en lisis celular.

Reacciones patológicas y síntomas en el insecto

- ▶ Parálisis del intestino y las partes bucales que conducen al cese de la alimentación.
- ▶ Regurgitación y diarrea que indica el efecto de la endotoxina en el epitelio intestinal.
- ▶ El tegumento pierde su brillo y se torna opaco.
- ▶ Se detiene la alimentación y hay acumulación de alimento mal digerido en el intestino que revela parálisis intestinal.
- ▶ La larva pierde agilidad y el tegumento adquiere una coloración marrón oscuro.
- ▶ La larva se torna flácida y sin movimientos.
- ▶ La muerte ocurre a las 18-72 horas.
- ▶ Finalmente toma un color negro y hay deterioro de los tejidos sin romperse el tegumento.

Aspectos sobre la utilización de *B. thuringiensis*

La utilización de *B. thuringiensis* para el control de plagas agrícolas se basa en la aplicación de productos comerciales formulados principalmente como polvo mojable. Estas presentan una gran efectividad para el control de larvas de Lepidóptera y su uso es muy seguro tanto porque no contamina el ambiente, no tiene efecto negativo sobre la salud y sobre animales,

sino también porque no afecta la fauna benéfica que regula naturalmente las poblaciones de plagas y que incluyen a parasitoides y depredadores.

Recomendaciones para su aplicación

1. La aplicación debe ser dirigida para alcanzar las larvas pequeñas, ya que la susceptibilidad al *B. thuringiensis* se reduce con el aumento del tamaño larval.
2. La aplicación debe hacerse con equipos limpios y libres de residuos de sustancias tóxicas.
3. La mezcla en los tanques debe hacerse al momento de la aplicación.
4. Debido a la radiación solar es uno de los enemigos del bacilo, se recomienda que las aplicaciones sean hechas al final del día o en la noche, garantizando un período de 12 horas sin radiación directa que es suficiente para que el insecto ingiera el producto.
5. Como el bacilo no tiene efecto sistémico, se requiere un período de 10 horas sin lluvia a después de la aplicación para garantizar su efectividad, recomendándose también el uso de adherentes y dispersantes.
6. Aplicar las dosis recomendadas para los productos, uniformidad en la cobertura y calibración del equipo de aplicación.

Algunos bioinsecticidas basados en *B. thuringiensis* para uso agrícola

Productos	Raza
Agree, Florbac	Aisawai
Biobit, Foray, Dipel, Javelin, Thuricide, Steward	HDI kurstaki
Bactospeine, Condor, Foei, Futura, Lepinox, Raven	Kurstaki
MVP	Pseudomonas
Novodor, Trident	Tenebriionis

B. Bacillus popilliae

Este bacilo produce la enfermedad lechosa de insectos de la familia Scarabaeidae. La bacteria es ingerida con suelo y material de las raíces por las larvas mientras éstas se alimentan. Las esporas germinan en el intestino y penetran la pared intestinal. Estos bacilos se multiplican y esporulan produciendo esporas refractivas a la luz en la hemolinfa de las larvas. Después de la infección, la hemolinfa se torna turbia y finalmente la porción posterior de la larva se torna lechosa.

La resistencia de las esporas a la desecación y a la radiación y su alta longevidad en larvas muertas, hacen de esta bacteria una excelente arma contra los escarabajos, siendo



ampliamente usada contra el escarabajo japonés (*Popillia japonica*). Con este nombre, se caracteriza bien el estado avanzado de la infección donde una enorme cantidad de esporas les da a las larvas una coloración lechosa visible por transparencia, por lo que al romper el tegumento sale la hemolinfa blanca y turbia con millones de esporas.

Caracterización

- ✓ Las esporas son elípticas o cilíndricas y están ubicadas en la posición central o distal del esporangio, el cual tiene forma de bastón. Es catalasa negativa, aeróbica y las células vegetativas son Gram negativas. Miden de 0.5 a 0.8 por 1.3 a 5.2 μ m.
- ✓ En el esporangio está la espora y el cuerpo paraesporal que es de función desconocida. La producción de esporas está asociada con la nutrición del huésped.
- ✓ El promedio de producción de esporas en algunos géneros de Phyllophaga es de 10 mil millones de esporas por larva.
- ✓ Esta bacteria no se multiplica o esporula en insectos muertos. En medio artificial crece vegetativamente pero esporula poco.
- ✓ Las esporas persisten por períodos largos en el suelo, lo que permite una mayor efectividad en el control de la plaga.

Mecanismos de acción

Después de la ingestión por el insecto hospedero, una pequeña porción de las esporas germina y penetra a través de la pared del intestino hasta el hemocele. Las células vegetativas son bastones largos y se reproducirán en un ciclo vegetativo hasta que la deficiencia nutricional limite el crecimiento y promueva la esporulación previo a la muerte de la larva.

Para saber si un insecto está afectado, se revisa la hemolinfa de la larva, removiendo una pata del insecto que se sospecha está infectado. La hemolinfa tiene una coloración blanca lechosa distintiva. Debido a que la remoción de la pata del insecto es generalmente letal, un método alternativo no letal es punzar la cápsula de la cabeza con un alfiler para insectos. Una gota de la hemolinfa aparecerá en la cabeza de la cápsula, la cual debe colocarse en un portaobjetos para examinarla al microscopio.

Utilización de *Bacillus popilliae*

Plagas que controla. Estas bacterias son patógenas de una sola familia de insectos: Scarabaeidae (Coleóptera), perteneciendo la mayoría de los hospedantes a las subfamilias Melonthinae, Rutelinae y Dinastinae, y se ha aislado a partir de 29 especies distintas.

Las ventajas de usar formulaciones comerciales de *B. popilliae* son:

- ♦ Alto grado de especificidad, con lo cual los parasitoides y depredadores no son atacados.
- ♦ Son completamente seguras para el ser humano y otros vertebrados.

- ♦ Son compatibles con otros agentes de control químico y biológico.
- ♦ Tienen un largo período de persistencia en el campo.

Las desventajas son las siguientes:

- Alto costo de producción in Vitro.
- Su acción es lenta.
- No afecta a los escarabajos adultos.
- El tratamiento es más efectivo cuando es aplicado en áreas con altas poblaciones de la plaga.
- Alto grado de especificidad, también es una desventaja ya que si el cultivo es atacado por varias plagas a la vez, la bacteria únicamente afecta larvas de escarabajos.

Efectividad:

Estudios recientes han demostrado que en algunas regiones de EEUU, *B. popilliae* está perdiendo su virulencia contra *P. japónica*. Únicamente el 0.2% de las larvas colectadas del campo mostraron síntomas de la enfermedad, comparado con el 41.5% alcanzado en 1946.

Métodos de producción por tratarse de un patógeno obligado, este crece muy mal en cultivos in Vitro. Por lo tanto, la producción comercial está basada en la multiplicación del patógeno en sistemas in vivo, mediante la infección de larvas criadas artificialmente.

C. *Bacillus sphaericus*

Esta bacteria produce esporas redondas localizadas en posición terminal o subterminal del esporangio. La mayoría son saprofíticas, sin embargo hay unos 50 aislados que son patógenos a mosquitos (*Culex* y *Anopheles*). Ocurren en el suelo pero también en hábitats acuáticos. Tienen reacción positiva a catalasa y crecen en medio anaeróbico. La reacción de Gram es normalmente positiva. Las células vegetativas miden entre 0.6 y 1 por 1.5 a 5.0 μm .

Este *Bacillus* produce dos tipos de toxinas, una de las células vegetativas y la otra de los cristales paraesporales. La toxina de las células vegetativas se libera cuando las células vegetativas son digeridas por una larva de mosquito. La toxina se localiza en el citoplasma, pared celular y espora. Los cuerpos paraesporales están presentes en algunas razas y actúan como en *B. thuringiensis*, en producción de toxinas. La toxina del cristal es más tóxica que la de la célula vegetativa. El cristal es de forma paralelepípeda y aparece durante la esporulación. La activación del cristal para producir las toxinas ocurre a través de disolución y degradación a alto pH.

Mecanismos de acción: El cristal contiene dos proteínas, de 51 y 42 kDa respectivamente. Luego de la ingestión, las proteasas del intestino degrada ambas proteínas produciendo



fragmentos tóxicos que se unen a las células del epitelio intestinal provocando su destrucción. Entre dos o cinco horas después de la ingestión de la protoxina o cristal, las larvas cesan su alimentación y la muerte se produce entre los dos y siete días posteriores, dependiendo fundamentalmente de la cantidad de inóculo suministrado y la edad de la larva.

Utilización

- ▶▶ Las cepas altamente mosquitocidas contienen inclusiones paraesporales o cristalinas.
- ▶▶ Las cepas entomopatógenas de *B. sphaericus* pueden ser fácilmente producidas en gran escala en fermentación sumergida.
- ▶▶ Esta bacteria ha recibido gran atención por parte de la Organización Mundial de la Salud, a través de programas destinados al control de enfermedades humanas tropicales transmitidas por dípteros hematófagos, como malaria y dengue.

D. Serratia

Las especies de *Serratia* pertenecen al grupo de las bacterias no esporulantes. *Serratia marcescens* es considerada un patógeno facultativo, pues tiene la capacidad de hidrolizar la quitina, produce lecitinasa, protinasa, proteasa y toxinas extracelulares. Algunas cepas presentan una fuerte coloración rojiza, debido a la presencia del pigmento prodigiosina. La multiplicación de esta bacteria es muy rápida causando septicemia y muerte del insecto entre las 24 a 72 horas. Es un patógeno muy común en cría de insectos en el laboratorio.

S. entomophila y *S. proteamaculans* son patógenos altamente específicos, causantes de la enfermedad ámbar en larvas de *Costelura zealandica*, importante plaga en pastos de Nueva Zelanda. *S. entomophila* ha sido desarrollada como bioinsecticida comercial.

Estas especies actúan de un modo particular ya que invaden directamente el hemocele. Las bacterias ingeridas se adhieren a la superficie de las células intestinales. Después de cinco días, las larvas infectadas cesan su alimentación y se observan de color ámbar, pudiendo permanecer en ese estado por períodos de hasta tres meses, antes que se produzca la invasión del hemocele y muerte del insecto.

E. Pseudomonas

Es una bacteria no esporulante que se caracteriza por presentar forma de bastones móviles con flagelos polares y a veces laterales. Son patógenos potenciales que se multiplican extracelularmente en la hemolinfa y causan una septicemia fatal.

Hongos Entomopatógenos

¿Qué son los hongos entomopatógenos?

Los hongos son los principales patógenos en ser utilizado en el control microbiano. Etiológicos. Entre los géneros más importantes tenemos *Metarrhizium*, *Beauveria*, *Nomureae*, *Aschersonia*, *Entomophthora*, *Verticillium*, *Hirsutella*, son géneros que se producen de manera comercial.

Los hongos son organismos microscópicos que se encuentran en la naturaleza en rastros de cultivos, estiércol, en el suelo, insectos, las plantas, etc. Estos se desarrollan bien en lugares frescos, húmedos y con poco sol. Los hongos entomopatógenos son aquellos que causan enfermedades en los insectos plagas hasta causar su muerte.

Los Hongos Entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plagas, cerca del 80 % de las enfermedades de los insectos son causadas por hongos. Virtualmente todos los insectos son susceptibles a las enfermedades causadas por hongos. Se conocen aproximadamente 700 especies de hongos entomopatógenos y alrededor de 100 géneros. Entre los más importantes podemos mencionar: *Metarrhizium*, *Beauveria*, *Aschersonia*, *Entomophthora*, *Zoophthora*, *Erynia*, *Eryniopsis*, *Akanthomyces*, *Fusarium*, *Hirsutella*, *Hymenostilbe*, *Paecilomyces* y *Verticillium* (Roberts, 1989).

¿Cómo actúan los hongos entomopatógenos sobre la plaga?

En general, las fases que desarrollan los Hongos sobre sus hospedantes son: germinación, formación de apresorios y formación de estructuras de penetración, colonización y reproducción. El inóculo o unidad infectiva lo constituyen las estructuras de reproducción sexual y asexual, es decir las esporas y conidias respectivamente.

El proceso inicia cuando la espora o conidia se adhiere a la cutícula del insecto; luego se produce un tubo germinativo y un apresorio; con el apresorio se fija en la cutícula y con el tubo germinativo o haustorio (hifa de penetración) se da la penetración al interior del cuerpo del insecto. En la penetración participa un mecanismo físico y un químico, el primero consiste en la presión ejercida por la estructura de penetración, la cual rompe las áreas esclerosadas y membranosas de la cutícula. El mecanismo químico consiste en la acción enzimática, principalmente proteasas, lipasas y quitinasas, las cuales causan descomposición del tejido en la zona de penetración, lo que facilita la penetración física.

Después de la penetración la hifa se ensancha y ramifica dentro del tejido del insecto, colonizando completamente la cavidad del cuerpo del insecto. A partir de la colonización se forman pequeñas colonias y estructuras del hongo, lo que corresponde a la fase final de la enfermedad del insecto.

Otra forma mediante la cual el hongo puede causar la muerte del insecto, es mediante la producción de toxinas. Según Roberts (1989) los hongos entomopatógenos tienen la capacidad de sintetizar toxinas que son utilizadas en el ciclo de las relaciones patógeno-hospedante. Entre estas toxinas se han encontrado dextruxinas, demetildextruxina y protodextruxina, las cuales son sustancias de baja toxicidad, pero de mucha actividad tóxica sobre insectos, ácaros y nematodos.

Los hongos más utilizados en control biológico son:

Beauveria bassiana: Este hongo pertenece a la clase Deuteromycetes, orden Moniliales, Familia Moniliaceae (Barnet & Hunter, 1972). Ha sido encontrando atacando a más de



200 especies de insectos de diferentes órdenes, incluyendo plagas de mucha importancia agrícola (Alves 1986).

Los insectos muertos por este hongo presentan una cubierta blanca algodonosa sobre el cuerpo, la cual está formada por el micelio y esporas del hongo.

Larvas infectadas por Beauveria bassiana

Metarrhizium anisopliae: Al igual que *B. bassiana*, este hongo pertenece a la clase Deuteromycetes, orden Moniliales, Familia Moniliaceae (Barnet & Hunter, 1972). Según Alves (1986) este patógeno ataca naturalmente más de 300 especies de insectos de diversos órdenes.

Los insectos muertos por este hongo se encuentran cubiertos completamente por micelio el cual inicialmente es de color blanco pero se vuelve verde cuando se da la esporulación del hongo.



Insecto muerto por Metarrhizium anisopliae



Verticillium lecanii: Este hongo pertenece al mismo grupo que los anteriores, se encuentra frecuentemente atacando áfidos y escamas en zonas tropicales y subtropicales. Además ha sido encontrado sobre insectos del orden Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y sobre ácaros. Los insectos infectados por este hongo tienen una apariencia blanquecina.

Afido afectado por Verticillium lecaii

Nomureae rileyi: Este hongo ataca más de 32 especies de insectos de los órdenes Coleóptera, Lepidóptera y Orthoptera. Con mayor frecuencia se encuentra atacando insectos lepidópteros. El cuerpo de los insectos muertos por este hongo presenta un micelio blanco, que puede volverse verde al darse la esporulación.



Larvas de Lepidópteras afectadas por Numureae

Todos estos hongos en los que se ha trabajado, son deuteromycetes y producen sus conidias en estructuras llamadas conidióforos, sus conidias son de redondas a ovaladas y se producen en grupos.

¿Cuáles plagas podemos controlar con hongos?

Debido a las características de la especie y/o de la cepa, rango de hospedantes, patogenicidad, virulencia y condiciones ambientales, existen cepas específicas utilizadas para el control de diferentes plagas (Cuadro 3)

Cuadro 3. Lista de plagas por cultivo controladas con hongos entomopatógenos.

Cultivo	Plaga	Hongo
Café	Broca	Beauveria bassiana* Metarrhizium anisopliae
Repollo	Plutella Beauveria	bassiana
Plátano Algodón Chile/Chiltoma	Picudos	Beauveria bassiana* Metarrhizium anisopliae
Tempate Arroz Ajonjolí	Chinches	Beauveria bassiana Metarrhizium anisopliae
Caña de Azúcar Pastos	Salivazo	Metarrhizium anisopliae* Metarrhizium anisopliae
Papa Granos Básicos Caña de Azúcar	Gallina ciega	Beauveria bassiana Metarrhizium anisopliae

Actualmente se realizan investigaciones para conocer el efecto de estos hongos sobre el control de otras plagas de importancia.

Producción de hongos entomopatógenos.

La producción de hongos entomopatógenos para el control de plagas, se basa en la multiplicación masiva del hongo y sus estructuras reproductivas (esporas y/o conidias) en un sustrato natural a base de arroz. Hasta la fecha se han evaluado diferentes tipos de sustratos naturales, principalmente arroz, trigo, maíz, frijol, soya, etc. De éstos los que más se utilizan son el arroz y el trigo. Con relación a los métodos de producción de hongos, existen tres métodos: Producción Industrial, Producción semi-industrial y Producción Artesanal. En Nicaragua, se trabaja con los métodos de producción semi-industrial y artesanal.

Uso de hongos entomopatógenos.

Los hongos entomopatógenos, formulados ya sea en polvo o en aceite, son aplicados de la misma forma que se aplica cualquier otro producto. El producto contenido en el sobre o el recipiente se deposita en un valde (cubeta) con agua. Luego hay que agitarlo fuertemente por varios minutos para que la mezcla sea uniforme. Finalmente la mezcla se deposita en la bomba y se asperja sobre toda el cultivo.

Al ser aplicado el hongo se establece en el campo, ya sea en el suelo, las plantas o propiamente sobre la plaga a la cual enferman hasta que la matan.

Es importante mencionar que el desarrollo de productos microbiales, particularmente a base de hongos entomopatógenos, aunque constituyan una alternativa viable, no tiene como objetivo la sustitución de los plaguicidas sintéticos; sino que constituyen un componente dentro de programas de Manejo Integrado de Plagas.

Debido a que se trata de organismos vivos, para un mejor uso de hongos entomopatógenos es muy importante entender:

- ♦ Cuáles son los factores que propician el desarrollo de una epizootía para poder predecir y manejarla en funciones del manejo de plagas.
- ♦ Cuál es la dinámica de la interacción de las plagas, los patógenos y el ambiente.
- ♦ La cepa seleccionada debe ser patogénica para la plaga que queremos controlar.
- ♦ La eficacia del control de plagas por hongos en el campo depende del contacto entre la plaga y el hongo, ya que de una medida de supresión directa.

De acuerdo a resultados obtenidos, aplicaciones de 1×10^{12} conidias/ha son suficientes para causar epizootías en el campo. Por esa razón al momento de realizar las aplicaciones del hongo, debemos estar seguros que estamos aplicando la cantidad necesaria de conidias.

Los mayores avances de hongos entomopatógenos contra plagas se han obtenido en café contra la Broca, con *Plutella* en repollo, picudo en musáceas y actualmente se trabaja en otras plagas como: Gallina ciega en papa y granos básicos; picudos de chiltoma, etc.

En el cultivo de café el uso de hongos entomopatógenos se combina con actividades de graniteo, repela y pepena, muestreos sistemáticos tanto en la planta como en frutos caídos. En control de broca en café se ha demostrado que dos aplicaciones (Junio y Septiembre). Combinadas con acciones anteriormente mencionadas son suficientes para el manejo de la plaga. Se ha encontrado además que el uso de los hongos mejora la calidad de la cosecha.

En el cultivo de repollo el uso de hongos entomopatógenos se combina con muestreos y uso de productos botánicos (Nim) y microbiales (Dipel). En total se realizan 9 aplicaciones por ciclo en tres diferentes momentos.

El Control Biológico puede desarrollarse de acuerdo a tres estrategias:

Control Biológico Clásico: regulación de la población de una plaga mediante enemigos exóticos.

Control Biológico Aumentativo: liberación de enemigos naturales y puede ser:

- a) Inoculativa de corto plazo: la meta es preventiva.
- b) Inoculativa de largo plazo: la meta es regulativa.
- c) Liberación masiva (inundativa) de corto plazo: la meta es curativa.

Conservación de enemigos naturales: uso de acciones premeditadas que protegen y mantienen las poblaciones de enemigos naturales.

4.2. Control Biológico Clásico

El control biológico clásico es la regulación de la población de una plaga mediante enemigos exóticos (parásitos, depredadores y/o patógenos) que son importados con este fin. Usualmente, la plaga clave es una especie exótica que ha alcanzado una alta densidad poblacional en el nuevo ambiente debido a condiciones más favorables que en su lugar de origen (Roses y otros, 1994). Por lo tanto, la introducción de un enemigo natural específico, autoreproductivo, dependiente de la densidad, con alta capacidad de búsqueda y adaptado a la plaga exótica introducida, usualmente resulta en un control permanente (Caltagirone, 1981).

Frecuentemente, debido a que los agentes de control biológico son cuidadosamente seleccionados para que se adapten mejor a sus huéspedes, éstos se diseminan espontáneamente a través de todo el rango de sus hospederos, para realizar un control biológico efectivo a un costo relativamente bajo. Caltagirone (1981) describe 12 casos exitosos de proyectos de control biológico clásico en los cuales, por medio de la introducción de enemigos naturales, las especies de plaga tratadas fueron reducidas a un nivel en el cual no se consideran plaga (Tabla 2). Otros estudios de casos en los cuales se describen las diferentes etapas (descubrimiento, introducción y evaluación) necesarias para el desarrollo de un programa de control biológico clásico, son descritos en Van Dresche y Bellows (1996).

Desde el control biológico exitoso de la escama algodonosa de los cítricos *Icerya purchasi* (Homoptera: Margarodidae) en California con la cochinilla, *Rodolia cardinalis* (Coleoptera: Coccinellidae) importada desde Australia en 1888, cientos de proyectos de control biológico se han llevado a cabo al rededor del mundo. La campaña de control biológico realizada para controlar la escama negra de los cítricos *Saissetia oleae* (Homoptera: Coccidae) en California, incluyó cerca de 42 especies diferentes de enemigos naturales introducidos en Africa, México, Pakistán, China, Brasil, Argentina y Taiwán (Luck, 1981). De todos los esfuerzos de importación de enemigos naturales realizados en los Estados



Unidos, se ha estimado cerca de 128 especies de enemigos naturales han resultado en algún grado de Control Biológico (Luck, 1981). Los ahorros económicos de tales introducciones han sido substanciales. Se ha estimado que la combinación de ahorros atribuidos a la industria agrícola de California desde el inicio de los programas de control biológico entre 1928 y 1979 fue de cerca de 320 millones de dólares sin considerar la inflación (Van den Bosh y otros, 1982).

Después de ser introducidos al país donde se encuentra la plaga, los enemigos naturales son sujetos de cuarentena. Luego de la cuarentena, la mayoría de los enemigos naturales es criada masivamente para garantizar la liberación de un considerable número de ellos en los lugares particulares de colonización en diversos ambientes de una región, seguido por repetidas colonizaciones a lo largo del tiempo su es necesario (Van den Bosh y messenger 1973). Los récords históricos indican que solamente el 34% de los intentos de colonización de los enemigos naturales se han realizado exitosamente. Estas bajas tasas de establecimiento pueden deberse a factores tales como una inapropiada selección de enemigos naturales, diferencias climáticas entre el lugar de origen de los enemigos naturales y el lugar de su liberación y algunas características negativas del cultivo y/o del agroecosistema. Una vez que el establecimiento del enemigo natural es documentado, el efecto de la regulación de estos en la población de la plaga necesita ser evaluado incluyendo un análisis económico el costo de los beneficios sociales involucrado.

4.3. Control Biológico Aumentativo

Esta estrategia requiere la propagación masiva y la periódica liberación de enemigos naturales exóticos o nativos que pueden multiplicarse durante la estación de crecimiento del cultivo, pero no se espera se conviertan en una parte permanente del ecosistema (Batra, 1982). La liberación aumentativa puede realizarse con expectativas de corto o largo plazo, dependiendo de la especie de plaga a tratar, las especies de enemigos naturales y el cultivo. La cría masiva y la diseminación de los enemigos naturales fue un método muy popular en la Unión Soviética y en China donde la estructura socioeconómica, incluyendo la colectivización de la agricultura, la integración de la investigación y la producción, además de una fuerza de trabajo numerosa y bien organizada, permitieron exitosamente la cría masiva y la amplia liberación aumentativa de agentes de control biológico. Los recientes cambios políticos y socioeconómicos que abrazan el modelo capitalista de producción han producido cambios drásticos en este escenario en estas regiones. Desde el colapso del bloque Soviético en 1989, Cuba es el único país que esta experimentando un masivo crecimiento de la técnica de control biológico aumentativo. La isla ha sufrido una reducción del 80% en la importación de fertilizantes y pesticidas, y para garantizar la seguridad alimenticia bajo estas circunstancias, investigadores y agricultores han impulsado proyectos masivos de control biológico. Para finales de 1994, unos 222 Centros de Producción de insectos entomopatógenos y entomófagos (CREEs) han sido creados (Rosset y Benjamin, 1993). En dichos centros se producen cantidades masivas de avispas parasitoides del género *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y algunos entomopatógenos tales

como *Beauveria bassiana* (78 toneladas métricas), *Bacillus thuringiensis* (1.312 toneladas), *Verticillium lecanii* (196 toneladas) y *Metarrhizium anisopliae* (142 toneladas) para el control de varias plagas en los principales cultivos de la isla.

En los Estados Unidos, el éxito del control biológico aumentativo depende del número de individuos liberados (Ables y Ridgeway, 1981). Entre los agentes biológicos más comunes, comercialmente disponibles para ser utilizados se encuentran: *Trichogramma* sp, *Chrysopa carnea*, y algunos patógenos de insectos tales como *Bacillus thuringiensis*, *B. popillae*, *Beauveria bassiana* y varios virus de la poliedrosis nuclear. Además existe una gran cantidad de enemigos naturales potenciales para el control biológico aumentativo de *Heliothis* spp. en numerosos cultivos. Algunos ejemplos incluyen *Cardiochiles carnea* (Hymenoptera: Braconidae), *Trichogramma* spp, *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae) y *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Los áfidos en muchos cultivos presentan también un amplio rango de parasitismo por *Praon* spp., *Lysiphlebus* spp., *Aphidius* spp, *Diaeretiella* spp. (Hymenoptera: Aphidiidae) y otros, los cuales pueden ser criados y liberados masivamente (Huffaker y Messenger, 1976).

En algodón, las investigaciones han demostrado que de 50,000 a 100,000 *Trichogramma* spp. por acre deben ser liberados con un intervalo de 2-5 días durante el máximo período de oviposición de *Heliothis* spp para incrementar significativamente el parasitismo y obtener el máximo control. Otros trabajos indican que liberaciones de más de 28,000 *Lysiphlebus testaceipes* por acre no disminuyeron las poblaciones de áfidos por debajo del umbral económico bajo condiciones de monocultivos en las planicies altas de Texas. Por otro lado, recientes estudios de semioquímicos (Ej. Kairomonas) demostraron la gran posibilidad de incrementar la respuesta y eficacia de muchos parasitoides bajo condiciones de monocultivos (Nordlund y otros, 1981). La gran utilidad de las Kairomonas parece deberse a su efecto sobre la agregación y/o retención de los parásitos liberados en lugares específicos (Hoy y Herzog, 1985).

El control aumentativo puede ser muy efecto a nivel de costo. Muchas empresas corporaciones están comercializando un gran número de avispas parasitoides, el predador de áfidos (*Chrysopa carnea*, y entomopatógenos tales como *Bacillus thuringiensis*, *B. popillae*, *Beauveria bassiana*, y mucho virus de la poliedrosis nuclear. En la década de los 80s, los costos de los tratamientos fueron aproximadamente entre U\$24.70-U\$29.60 por hectárea en huertos de cítricos o manzanas y de U\$133-U\$2.398 por hectárea en invernaderos (Batra, 1982). Hoy en día los precios se mantienen competitivos.

4.3.1. Conservación y Manejo del Hábitat

Este enfoque pone énfasis en el manejo de agroecosistemas con el objetivo de proveer un ambiente general que conduzca a la conservación y al crecimiento de una biota compleja de enemigos naturales. Las posibilidades de incrementar las poblaciones de artrópodos benéficos y de mejorar su comportamiento depredador y parasítico efectivo son viables a través del manejo del hábitat que a su vez media la disponibilidad de alimentos, refugio y



otros recursos dentro y fuera del cultivo (Huffaker y Messenger, 1976). Pequeños cambios en las prácticas agrícolas pueden causar un incremento substancial en la población de enemigos naturales durante el período crítico de crecimiento en los cultivos. Algunas prácticas pueden simplemente incluir la eliminación del uso de pesticidas químicos o evitar prácticas perturbantes tales como el control de malezas con herbicidas y el arado. Con la eliminación total de pesticidas se puede restituir la diversidad biológica y conducir a un control biológico efectivo de plagas específicas. En Costa Rica, en el transcurso de dos años, virtualmente todos los insectos plagas del banano alcanzaron niveles por debajo del umbral económico, dado que el incremento en el parasitismo y la depredación por parte de algunos enemigos naturales, luego del abandono de los insecticidas Dieldrin y Carbaryl. Similarmente en nogales de California, el control biológico natural de dos especies de escamas se logró rápidamente a través de la introducción de algunos parasitoides de la familia Encyrtidae y después de la eliminación total de uso del DDT (Croft, 1990).

Algunas veces es necesario proveer recursos suplementarios. Por ejemplo, la construcción de nidos artificiales para la *Polistes annularis* (Hymenoptera: Vespidae) ha incrementado la depredación de plagas tales como *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) en algodón y *Manduca sexta* (Lepidoptera: Shingidae) en tabaco. La aspersión de alimentos suplementarios (mezclas de levadura, azúcar y agua) multiplicó 6 veces la oviposición de *Chrysopa carnea* e incrementó la abundancia de *Syrphidae*, *Coccinellidae* y *Malachiidae* en parcelas de algodón y alfalfa. Para mejorar la supervivencia y reproducción de insectos benéficos en un agroecosistema, conviene tener poblaciones alternativas de presas fluctuantes permanentemente a niveles sub-económicos presentes en los cultivos (Van den Bosh y Messenger, 1976). Por ejemplo, en Sudáfrica la abundancia relativa de áfidos en repollos, fue un factor determinante en la efectividad de los depredadores contra las larvas de *Plutella maculipennis* (Lepidoptera: Plutellidae). La introducción de poblaciones de huéspedes garantizó una efectividad en el control de *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae) en el campo. La continua liberación de mariposas *Pieris* fértiles incrementó la población de la plaga cerca de 10 veces por encima de la población normal en la primavera, permitiendo a los parásitos *Trichogramma evanescens* y *Cotesia rubecula* incrementarse tempranamente y mantenerse en un nivel efectivo durante la estación de crecimiento del cultivo (Van den Bosh y Messenger, 1973).

Es ampliamente aceptado que la diversidad del agroecosistema está asociada con la estabilidad a largo plazo de las poblaciones insectiles presentes, presumiblemente porque una variedad de parásitos, depredadores y competidores está siempre disponible para suprimir el crecimiento potencial de las poblaciones de las plagas. La dispersión de cultivos entre otras plantas no hospederas, puede hacer más difícil la migración y la búsqueda de plantas hospederas y consecuentemente afectar el crecimiento exponencial de fitófagos o patógenos (Andow, 1991). La diversificación de agroecosistemas resulta generalmente en el incremento de oportunidades ambientales para los enemigos naturales, y consecuentemente, en el mejoramiento de control biológico de plagas. La amplia variedad

de diseños de vegetación disponibles en forma de policultivos, sistemas diversificados de cultivos-malezas, cultivos de cobertura y mulches vivos, y su efecto sobre la población de plagas y enemigos naturales asociados han sido extensivamente revisados (Altieri, 1994 y referencias ahí incluidas). Algunos factores relacionados con la regulación de plagas en agroecosistemas diversificados incluyen: el incremento de la población de parasitoides y depredadores, la disponibilidad de huéspedes y/o presas para los enemigos naturales, la disminución en la colonización y reproducción de las plagas, la inhibición de la alimentación mediante repelentes químicos de plantas no-atractivas a las plagas, la prevención del movimiento y aumento de emigración de plagas, y la óptima sincronización entre enemigos naturales y plagas.

Estudios realizados han demostrado que a través de la diversidad de plantas en monocultivos anuales, es posible efectuar cambios en la diversidad del hábitat, lo que a su vez, favorece la abundancia y efectividad de los enemigos naturales. Esta información puede ser usada para diseñar sistemas de policultivos que incrementen la diversidad y la abundancia de depredadores y parásitos, resultando así en niveles de plagas más bajos que en los monocultivos correspondientes. En general, está bien documentado que en agroecosistemas diversificados hay un incremento en la abundancia de artrópodos depredadores y parásitos ocasionado por la expansión en la disponibilidad de presas alternativas, fuentes de néctar y microhábitats apropiados (Altieri 1994).

Al incrementar la diversidad de plantas dentro de huertos se puede facilitar el control biológico. Varios trabajos realizados en la ex URSS indican que el uso de plantas reproductoras de néctar en huertos de frutales, eran un recurso alimenticio importante para incrementar la efectividad de insectos entomófagos. Experimentos de campo en el norte del Caucaso, demostraron que la siembra de *Phacelia* spp. En los huertos incrementaba el parasitismo de *Quadraspidotus perniciosus* por su parásito *Aphytis procolia* (Hymenoptera: Aphidiidae). Tres siembras sucesivas de flores *Phacelia* en estos campos, incrementaron el parasitismo en alrededor de un 70%. Estas mismas plantas han demostrado además, un incremento en la abundancia de *Aphelinus mali* (Hymenoptera: Aphelinidae) para el control de los áfidos de la manzana, y una marcada actividad del parásito *Trichogramma* spp. en el mismo cultivo (Van den Bosh y Telford, 1964).

La manipulación de la vegetación natural adyacente a los campos de cultivo puede también ser usada para promover el control biológico, ya que la supervivencia y actividad de muchos enemigos naturales frecuentemente depende de los recursos ofrecidos por la vegetación continua al campo. Los cercos vivos y otros aspectos del paisaje han recibido gran atención en Europa debido a sus efectos en la distribución y abundancia de artrópodos en las áreas adyacentes a los cultivos (Fry, 1995). En general se reconoce la importancia de la vegetación natural alrededor de los campos del cultivo como reservorio de enemigos naturales de plagas (Van Emden, 1965). Estos hábitats pueden ser importantes como sitios alternos para la hibernación de algunos enemigos naturales, o como área con recursos alimenticios tales como polen o néctar para parásitos y depredadores. Muchos estudios



han documentado el movimiento de enemigos naturales desde los márgenes adentro de los cultivos, demostrando un mayor nivel de control biológico en hileras de cultivo adyacentes a márgenes de vegetación natural que en hileras (Altieri, 1994). Estudios de los parásitos *Tachinidae* e *Ichneumonidae* atacando *Barathra brassicae* y *Plutella xylostella* fueron conducidos cerca de Moscú y los datos muestran que la eficiencia del parasitismo fue substancialmente mayor en hileras de repollo cercanas a márgenes con plantas en floración de la familia Umbelifera (Huffaker y Messenger, 1976).

En California se ha observado que el parásito de huevos *Anagrus epos* (Hymenoptera: Mymaridae) es efectivo en el control del cicadelido de la uva *Erythroneura elegantula* (Homoptera: Cicadellidae) en viñedos adyacentes a moras silvestres, puesto que éstas albergan otro cicadelido *Dikrella cruentara* que no es considerado plaga, pero que a su huevos sirven en el invierno como el único recurso alimenticio para el parásito *Anagrus*. Recientes estudios han demostrado además, que árboles de ciruelos plantados alrededor de los viñedos pueden incrementar la población de *Anagrus*. Recientes estudios han mostrado además, que los árboles de ciruelos plantados alrededor de viñedos pueden incrementar la población de *Anagrus epos* y promover parasitismo temprano en la estación (Flint y Roberts, 1988). También en California en el valle de San Joaquín, el parasitismo del gusano de alfalfa, *Colias eurotheme*, por *Apanteles medicagnisis* fue mucho mayor en secciones del campo donde las malezas se encontraban en floración junto a los canales de irrigación en contraste con áreas de cultivo donde la maleza fue destruida (DeBach 1964).

En huertos de manzanas en Noruega, la densidad de la plaga más importante, *Argyresthia conjugella* (Lepidoptera: Argyresthiidae) depende enormemente de la cantidad de alimento comida disponible, por ejemplo, el número de grosellas del arbusto silvestre *Sorbus* acuparia que crecen cada año. Debido a que una larva se desarrolla dentro de una grosella, el número de *Argyresthia* no puede ser mayor que el número total de grosellas. Así en los años en que los *Sorbus* no produce grosellas, ninguna larva de la plaga *Argyresthia* se desarrolla y por consiguiente el parásito *Microgaster politus* (Hymenoptera: Braconidae) no se presenta en el área. Entomólogos ha sugerido plantar *Sorbus*, cosa de producir una cosecha abundante y regular de frutas cada año, lo cual permitirá a *Argyresthia* encontrar suficiente alimento para mantener su población a un nivel razonablemente elevado. Bajo estas condiciones el parásito *Microgaster* y otros enemigos naturales podrán también mantenerse y reproducirse suficientemente cada año, y mantener así la población de *Argyresthia* por debajo del nivel del cual la plaga esta forzada a emigrar, evitando de esta manera la infestación de las manzanas (Edland, 1995).

Conclusiones

El control biológico por medio de la importación, aumento y/o conservación de los enemigos naturales puede proveer una regulación de especies de plagas a largo plazo, asumiendo que se dé un apropiado manejo cultural de los agroecosistemas (descartando prácticas agrícolas destructivas e incrementando la diversificación de los sistemas de cultivo), garantizando así un ambiente apropiado para incrementar la abundancia y la eficiencia de depredadores y

parásitos. Bajo estas condiciones, el control biológico puede convertirse en una estrategia potencialmente auto-perpetuante, garantizando un control a bajo costo y con mínimo o inexistente impacto ambiental (Flint y Roberts, 1989).

La agricultura comercial a gran escala que involucra monocultivos atacados por complejos de plagas, requiere inicialmente la integración de métodos de control químico y cultural en asocio al uso cuidadoso de enemigos naturales. Para convertir estos sistemas a sistemas totalmente dependiente del control biológico, se requerirá de un proceso escalonado de conversión agroecológica que incluye: el uso eficiente de pesticidas (Manejo integrado de plagas- MIP), sustitución de insumos (el reemplazo de insecticidas químicos por insecticidas botánicos o microbiológicos), finalizando con el rediseño diversificado del sistema agrícola, el cual debe proveer las condiciones medioambientales necesarias para el desarrollo de enemigos naturales, permitiendo así el agroecosistema auspiciar su propia protección natural contra plagas (Altieri 1994).

Sistemas de cultivos diversificados, tales como aquellos basados en policultivos, agroforestal o uso de cultivos de cobertura en huertos de frutales, han sido tópico principal de muchas investigaciones recientes. Esto se relaciona con la amplia evidencia que ha emergido últimamente, de que éstos sistemas de cultivos son más sustentables y conservan mejor los recursos naturales (Vandermeer 1995). Muchos de estos atributos de sustentabilidad asociados con los altos niveles de biodiversidad funcional (incluyendo enemigos naturales) son inherentes a los sistemas complejos de cultivo. La clave es identificar el tipo de biodiversidad que es deseable mantener o incrementar de manera de auspiciar los servicios ecológicos deseados y determinar así las mejores prácticas que podrían implementarse para incrementar los componentes deseables de biodiversidad.

4.4. Ventajas y Desventajas del Control Biológico

El control biológico cuando funciona posee muchas ventajas:

- ✓ Poco o ningún efecto nocivo colateral de los enemigos naturales hacia otros organismos, incluido el hombre.
- ✓ La resistencia de las plagas al control biológico es muy rara.
- ✓ El control es relativamente a largo término, con frecuencia permanente.
- ✓ El tratamiento con insecticidas es eliminado por completo o de manera sustancial.
- ✓ La relación costo / beneficio es muy favorable.
- ✓ Evita plagas secundarias.
- ✓ No existen problemas de intoxicaciones.
- ✓ Se le puede usar dentro del contexto de MIP.



Limitaciones o desventajas:

- ♦ Ignorancia sobre los principios del método.
- ♦ Falta de apoyo económico.
- ♦ Falta de personal especializado.
- ♦ No está disponible en la gran mayoría de los casos.
- ♦ Problemas con umbrales económicos muy bajos.
- ♦ No todas las especies de plagas dentro de un complejo son atacadas efectivamente por los enemigos naturales.
- ♦ La gran mayoría de los enemigos naturales son más susceptibles a los plaguicidas que las plagas.
- ♦ Los enemigos naturales se incrementan con retraso en comparación con la plaga que ataca, por lo cual, no proveen la supresión inmediata de los insecticidas.

Aunque muchos organismos pueden ser efectivos para el control de plagas, no todos pueden ser utilizados como agentes de control microbial. Para que un microorganismo patógeno de insectos pueda ser utilizado como agente de Control Biológico debe tener algunas características, entre las que podemos mencionar:

1. Que sea seguro para humanos
2. No patogénico a cultivos
3. Genéticamente estable
4. Efectivo a bajas concentraciones
5. Eficaz contra un amplio rango de patógenos
6. Compatible con labores del cultivo, incluyendo el uso de agroquímicos
7. Fácil de usar y almacenar
8. Capaz de sobrevivir en condiciones adversas
9. Que tenga una relación beneficio – costo favorable.

En el proceso de desarrollo de un agente de control microbial se realizan diferentes etapas desde su aislamiento hasta su uso, las cuales deben tener una secuencia determinada. De acuerdo a Campbell (1989), la secuencia general para el aislamiento y estudio de agentes de Control Biológico, es la siguiente:

1. Aislamiento e identificación del organismo
2. Pruebas de eficacia y estabilidad

3. Pruebas de seguridad ambiental
4. Preservación de cepas
5. Posibilidades de Formulación
6. Pruebas sobre estabilidad de almacenamiento
7. Evaluación del costo del producto
8. Investigación de mercadeo
9. Comercialización y distribución del agente de control biológico.

4.5. MEP-Hortalizas

4.5.1 Manejo ecológico de plagas de Repollo (MEP-Repollo)

Introducción

¿Cómo es la planta de repollo?

El repollo es una planta bianual. Ocupa un año para crecer y el siguiente para producir flores y semillas.

En clima tropical la planta normalmente no florece y se da solamente la fase del crecimiento vegetativo de la planta, hasta llegar a formación de cabezas.

La planta de repollo es originaria de Europa, y crece mejor en zonas con clima fresco. Sin embargo, se han desarrollado variedades tropicales que se adaptan bien al clima caliente.

El repollo pertenece a la familia de las Crucíferas en la cual también encontramos rábano, brócoli y coliflor.

Posee una raíz principal pivotante para el sostén de la planta y las raíces secundarias que absorben los nutrientes y el agua. El tallo es herbáceo, relativamente grueso y jugoso, con la parte exterior leñosa y entrenudos cortos.

Las hojas parten del tallo a diferentes ángulos según las variedades. En la etapa avanzada del crecimiento.

Las hojas se compactan hasta formar la cabeza, que es la parte que se consume y comercializa. Cien gramos de la parte comestible contiene 2.2 g de proteínas, 4.1 g de carbohidratos, 1.5 g de fibras, 1000 u.i de vitaminas A, 100 mg de vitamina C.

¿Quiénes siembran repollo en Nicaragua?

Generalmente, en las laderas de zonas altas de Nicaragua pequeños y medianos productores siembran el repollo en forma de monocultivo, dentro de un sistema diverso de producción,



Con la reciente introducción de nuevas variedades adaptadas a clima caliente, los productores de zonas bajas también han iniciado la siembra de este rubro en tierras planas.

Principalmente, su producción está en manos de pequeños productores, de pocos recursos económicos. Ellos se asocian con los comerciantes e intermediarios quienes financian todos los insumos necesarios para la producción y el productor pone la tierra y mano de obra familiar. Estos productores siembran áreas pequeñas, de 0.5 mz Hasta 2 mz., y se caracterizan por tener poco acceso a la asistencia técnica.

Los medianos productores realizan la producción con sus propios recursos o con créditos. Siembran áreas más grandes de 2 a 5 manzanas y reciben asistencia técnica por parte de las casas comerciales y distribuidoras de semillas y agroquímicos, interesadas en promover la venta de sus productos.

Por ser un perecedero, la producción de este cultivo siempre está localizada en lugares de fácil acceso al transporte motorizado.

¿Qué condiciones son necesarias para el cultivo de repollo?

En Nicaragua normalmente el repollo se cultiva en terrenos con alturas de 600 a 1500 metros sobre el nivel del mar, donde la temperatura oscila entre 15-28°C. Últimamente se han desarrollado variedades que se adaptan bien a las alturas entre 100 y 500 m.s.n.m. Estas variedades tropicales toleran temperaturas entre 22 y 35°C.

Esta planta prospera bajo una amplia gama de suelo. Los mejores rendimientos se obtienen en suelos de textura franco, de buena profundidad y con una adecuada retención de humedad. En suelos pesados es necesario garantizar buen drenaje para evitar un encharcamiento. En suelos muy livianos (arenosos), se requiere abundante riego y aplicaciones de materia orgánica.

El cultivo se desarrolla mejor en suelo ligeramente ácido con un pH entre 5.5 y 6.5. Es muy exigente a los nutrientes. Para cosechar 14,000 cabezas de 5 lbs cada una, (equivalente a 35 toneladas por hectárea) se extrae del suelo 250 lbs de N₂, 100 lbs de fósforo, 350 lbs de potasio.

¿Qué variedad de repollo debemos sembrar?

Para poder seleccionar una buena variedad, se debe conocer bien el clima de la zona. Además se debe considerar el tipo de suelo, la fertilidad de la tierra, la disponibilidad de agua y la historia del daño causado por plagas y enfermedades.

Actualmente la mayoría de los productores de repollo siembran semilla híbrida como Superette o Izalco. Estos híbridos producen alto rendimiento y de buena calidad. Pero demandan alto uso de fertilizantes y plaguicidas y un manejo más cuidadoso. La semilla de estos híbridos son más caros.

Por otro lado, variedades no híbridas como Copenhagen Market son más baratas. Estas variedades no necesitan mucho uso de insumos o cuidado. Pero las plantas no desarrollan tan uniforme como los híbridos y la calidad de cosecha es menor.

Algunas variedades rinden muy bien, como Superette, pero son susceptibles al ataque de chamusco o quema. Otras son tolerantes al chamusco, como Izalco, pero sufren el ataque de hongos en zonas frías. Algunas variedades maduran rápidamente como Fortuna y otras como Green Boy tardan más.

Algunas son buenas para zonas cálidas como Blue Vantage y otras son mejores para zonas frescas como Izalco.

Así, para poder seleccionar mejor la variedad que va a sembrar uno tiene que conocer muy bien la zona, el mercado y las plagas. Siempre es mejor sembrar las nuevas variedades en pequeñas parcelas para determinar su adaptabilidad, evaluando así se logra conocer mejor la variedad que se adapta y produce bien en la zona.

¿Cuáles son las características de las variedades de repollo que se comercializan en Nicaragua?

Variedad	Tipo	Maduración	Peso	Tolerancia	Observación
Superette	Híbrido	90-100 días	5 lbs.	Fusarium	Susceptible a bacteriosis Apta para zonas cálidas
Copenhagen	No híbrido	75-80 días	3 lbs.		Susceptible a bacteriosis
Izalco	Híbrido	80 - 100 días	4 lbs.	Fusarium Bacteriosis	Susceptible a hongos en zonas altas
Blue Vantage	Híbrido	100 días	3 lbs.	Fusarium	Apta para zonas cálidas
Green Boy	Híbrido	105 días	5 lbs.	Fusarium	Susceptible a bacteriosis
Granadier	Híbrido	85 días	3 lbs.	Fusarium	Ciclo corto
Fortuna	Híbrido	85 días	4 lbs.	Fusarium	Ciclo corto

¿Cómo hacer un buen semillero de repollo?

El éxito del cultivo de repollo depende de la calidad de las plantas en el semillero. Se debe hacer el semillero en tierra nueva donde no se ha sembrado un semillero de repollo por lo menos durante 2 a 3 años.

Se debe remover el suelo y mezclarlo con una buena cantidad de materia orgánica. Se puede utilizar de 5 a 10 libras de estiércol o gallinaza por vara del banco de semillero.

Es necesario levantar el banco de semillero por lo menos de 8 a 10 pulgadas, especialmente en la época lluviosa. Al hacer el semillero al nivel del suelo, las lluvias pueden inundar el banco y causar enfermedades en las plántulas.



Para desinfectar el semillero se puede mezclar cal con la tierra utilizando 5 libras de cal apagado por un banco de 10 varas y remojar la tierra con agua hirviendo. Para esto se debe usar un barril de agua hirviendo por el banco de 10 varas. Se puede realizar la siembra a los 2 a 3 días después del tratamiento con cal y agua hirviendo.

Es importante utilizar semilla de buena calidad, libre de plagas y enfermedades. Para una manzana es suficiente utilizar de 6 a 8 onzas de semillas. Esta cantidad de semilla se debe sembrar en 10 a 12 bancos. Cada banco debe tener el ancho de 1 vara y el largo de 10 varas. Es importante que las plantas en el semillero tengan suficiente espacio para desarrollar. Esto se logra con una densidad de plantas adecuadas (4 pulgadas entre hileras y 1 pulgada entre plantas)

Después de 8 a 10 días cuando hayan nacido las plantas, se puede aplicar fertilizante (dosis y tipo depende de la zona y la tierra) a la par de las plantas y cubrirlo con el suelo. Es necesario regar el semillero cada 2-3 días dependiendo de la zona y la tierra. Se debe evitar exceso de riego para prevenir la pudrición de las plantas.

¿Cómo hacer un buen trasplante?

Para hacer un buen trasplante, hay que asegurar que el terreno está en buenas condiciones. Para esto se recomienda **preparar el terreno** unos 15 días antes del trasplante. El terreno al momento de trasplante debe tener buena cantidad de humedad.

En la época lluviosa, es mejor arreglar los surcos **en curvas de nivel** para prevenir arrastre del suelo y de plantas por las correntadas de agua y para un buen drenaje del terreno.

En la época de riego el arreglo de **curvas de nivel con zanjas** ayuda para que el agua del riego se mueva lentamente, logrando mayor filtración del agua en el terreno.

Es aconsejable realizar **un muestreo de plagas de suelo** antes del trasplante. Para eso se selecciona cinco lugares del campo. En cada lugar se hace un hoyo de 1 pie de largo, 1 pie de ancho y 1 pie de profundidad. Se saca el suelo de cada hoyo, y examina para ver cuantos gusanos hay en cada hoyo. Al encontrar de 3 a 5 gusanos de gallina ciega o gusano cortador se debe tomar medida de control.

Para **el manejo de plagas de suelo**, se puede realizar preparación temprana del terreno, para que el sol o los pájaros logren matar los gusanos que salen a la superficie con el arado. Se puede aplicar hongos como Beauveria o Metharizium en los momentos de trasplante y el primer aporque utilizando una dosis de 10 12 conidias por hectárea.

Plantas buenas para el trasplante deben tener de 3 a 4 hojas, tallos cortos y gruesos. Si se trasplantan plántulas pequeñas y delgadas, el peso de la cosecha disminuye hasta un 20% en comparación con las plántulas de tamaño óptimo. También es necesario seleccionar las plantas en el semillero para que sean libres de plagas y enfermedades a la hora del trasplante.

Para asegurar que las plántulas utilizadas para el trasplante sean libres de patógenos que causan enfermedades de la raíz o tallo, algunos productores **tratan las plántulas con fungicidas**. Para poder hacer esto bien hay que conocer el tipo de hongo que está causando la enfermedad. Si el problema es causado por los hongos como Rhizoctonia o Sclerotium, se puede utilizar Vitavax. Pero si el problema es causado por Fusarium o Sclerotinia se debe utilizar Benomyl o Carbendazym.

Para evitar que las plántulas sufran mucho estrés después del trasplante, hay que dejar endurecerlas en el semillero suspendiendo el riego 2 o 3 días antes del trasplante.

Aplicación de 25 cc de fertilizante diluido (5 lbs de completo más 5 libras de urea en un barril de agua) en las bases de las plantas recién trasplantadas también ayuda a que las plantas se establezcan en el campo con mayor facilidad.

¿Qué prácticas ayudan a un buen desarrollo del cultivo de repollo?

Las posturas o plántulas de repollo deben trasplantarse a una distancia adecuada dependiendo del desarrollo de las variedades. Por ejemplo, variedades como la Superette o Green Boy dan mejor resultado sembrando a una distancia de 60 centímetros entre los surcos y 60 centímetros entre las plantas (o decir 24 pulgadas entre los surcos y 24 pulgadas entre las plantas). Pero variedades como Izalco o Copenhagen dan mejor resultado sembrando 50 centímetros entre los surcos y 50 centímetros entre las plantas (o decir 20 pulgadas entre los surcos y 20 pulgadas entre plantas).

El cultivo de repollo y especialmente las variedades híbridas necesitan mucha fertilización para su desarrollo. Normalmente los productores utilizan entre 4-6 quintales de completo (20-20-20) por manzana antes del trasplante. Luego se realizan dos aplicaciones de urea o sulfato de amonio junto a los aporques, usando 1-2 quintales en cada aplicación. Es importante incorporar la urea o sulfato de amonio con la tierra inmediatamente después de la aplicación para prevenir las pérdidas por sol y agua. También se utilizan 1-2 aspersiones de abono foliar como Supergreen (20-20-20), Microzit o Wuxal para suministrar los micronutrientes a las plantas durante la formación de la cabeza.

Algunos productores cultivan repollo utilizando abono orgánico como el compost, el estiércol de ganado o gallinaza obteniendo buenos resultados. Es importante manejar las malezas en el campo realizando 2-3 limpiezas dependiendo de la zona. Normalmente cuando el desarrollo de las plantas es vigoroso, es suficiente realizar dos limpiezas. La primera a los 25 días después del trasplante con machete o azadón y la segunda a los 45 días del trasplante usando solamente el machete.

¿Qué plagas causan más daño al cultivo de repollo?

Desde el semillero hasta la cosecha, muchos seres vivos se alimentan de la planta de repollo. Estos incluyen insectos, hongos, bacteria y otros. Todos de ellos dañan al cultivo en diferente forma. Algunos de estos afectan al cada año. Si no protegemos las plantas contra ellos, pueden causar grandes daños en la cosecha. Por eso se les llaman plagas.



Los insectos - plagas que dañan el cultivo de repollo son: la gallina ciega, la palomilla de dorso diamante o *Plutella*, los gusanos rayados y los áfidos.

En el semillero o después del trasplante, los gusanos de la gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), gusano alambre (*Aeollus sp.*) y gusano cuerudo (*Feltia sp.*) pueden cortar las raíces y tallos, causando la marchitez de la planta.

Desde los 20 días después del trasplante, cuando las plantas inician la formación y llenado de cabezas, la plaga que causa más daño es la palomilla de repollo o *Plutella xylostella*. En las zonas altas montañosas de Nicaragua, en este mismo momento, los gusanos rayados, *Ascia monuste* y *Leptofobia aripa* causan daño a las hojas de repollo.

Durante la etapa de crecimiento vegetativo o la etapa de formación de cabeza, se puede encontrar colonias de insectos chupadores alimentándose de la savia de las hojas. Estos son los áfidos. Existen varias especies, pero los más comunes son *Brevicorine brassicae* y *Myzus persicae*.

¿Cómo conocer la *Plutella*?

La palomilla de repollo también conocida como la palomilla de dorso de diamante o *Plutella* es una plaga muy importante de los cultivos como repollo, brócoli y coliflor. Los gusanos se alimentan del follaje y flores, afectando la calidad de la cabeza del repollo, y la calidad de las flores de coliflor y brócoli.

El manejo de esta plaga se dificulta por su hábito de esconderse dentro de la cabeza del repollo o bajo las hojas. Además las hojas de estos cultivos normalmente están lisas cubiertas de una capa de cera, lo que hace difícil que los plaguicidas permanezcan mucho tiempo sobre las hojas.

Este insecto es reconocido por su capacidad de desarrollar resistencia a los plaguicidas. Por lo tanto, a pesar de muchas aplicaciones de insecticidas, los productores de repollo no logran controlar esta plaga y siempre sufren pérdidas en la cosecha.

La *Plutella* tiene un corto ciclo de vida de 25 días y posee alta capacidad de reproducción. Las palomillas ponen 300 huevos sobre las hojas en pequeños grupos de 8 a 10. Después de 4 a 5 días de haber puesto los huevos nacen los gusanos o las larvas. Las larvas varían en tamaño hasta llegar a media pulgada. Al inicio su color es amarillo claro y luego se torna verde oscuro. Al tocarlas se retuercen violentamente. Después de alimentarse y crecer durante los 8 - 12 días, las larvas se empupan debajo de las hojas. La pupa o el capullo es cubierto por una maya blanca hecha de seda. A los 4-5 días las palomillas de color café gris nacen de las pupas y comienzan el ciclo de nuevo.

¿A qué momento la *Plutella* afecta la cosecha?

El grado de daño que hace la *Plutella* al repollo depende del momento en que afecta al cultivo. El cultivo de repollo tiene cuatro etapas de desarrollo. La primera etapa es el semillero que dura entre 25-30 días. Después del trasplante, las plantas de repollo producen

muchas hojas. Esta etapa de crecimiento de hojas dura entre 20-30 días. Luego comienza la formación de cabeza, esta etapa dura 25-30 días. Por último se da llenado de cabezas que toma entre 20-25 días.

Según los estudios realizados en Nicaragua, en los primeros 20 días después del trasplante, cuando el repollo produce muchas hojas, las infestaciones de *Plutella* todavía no afectan la cosecha.

A partir de 20 días después del trasplante, cuando ocurre formación y llenado de las cabezas, las infestaciones de la palomilla causan pérdidas afectando la calidad de la cosecha. Por lo tanto, hay que proteger las plantas de repollo desde los 20 días después del trasplante hasta la cosecha.

¿Qué efecto tienen los cultivos asociados sobre la *Plutella*?

La *Plutella* se alimenta y reproduce solamente en las plantas semejantes al repollo. Otras plantas como la zanahoria, tomate, cebolla, arroz y frijoles no son hospederos de esta plaga. Cuando el repollo está sembrado asociado con otros cultivos como zanahoria, tomate, cebolla y arroz, la incidencia y el daño de la palomilla se reduce notablemente hasta lograr cosecha sana sin mucha aplicación de insecticidas.

En los campos de repollo sembrado con zanahoria o tomate los adultos de la palomilla se confunden y no son capaces de encontrar las plantas de repollo con facilidad para poner huevos. Así, en estos campos la reproducción y el daño de la palomilla es menos.

Para lograr este efecto sobre la plaga, la siembra de zanahoria se tiene que realizar 15-30 días antes del trasplante de repollo.

Para el tomate se puede realizar la siembra directa de tomate 15 días antes del trasplante de repollo, o se puede realizar el trasplante de tomate y repollo en el mismo día. El arroz se debe sembrar en el campo en el mismo día que se siembra el repollo en el semillero. Así cuando se trasplanta el repollo, el arroz ya tiene casi 6 pulgadas de altura.

El semillero de la cebolla se debe sembrar unas semanas antes que el semillero de repollo. Así se puede trasplantar el repollo y la cebolla en el mismo día. El ingreso económico de las parcelas de cultivos asociados (Repollo con tomate o zanahoria) es mayor que de las parcelas de sólo repollo.

¿Cuáles son los enemigos naturales de la *Plutella*?

En la naturaleza existen organismos que matan la *Plutella*. Ellos viven a costa de ella o causan enfermedades a los diferentes estados de ella. A ellos se les llama enemigos naturales de la *Plutella*.

Las **arañas** se comen los huevos, larvas y pupas y atrapan a los adultos de la *Plutella*. Las **avispas carneras** comen las larvas mientras que las **tijeretas** se alimentan de las larvas y los huevos de la *Plutella*. A ellos se les conoce como depredadores o cazadores.



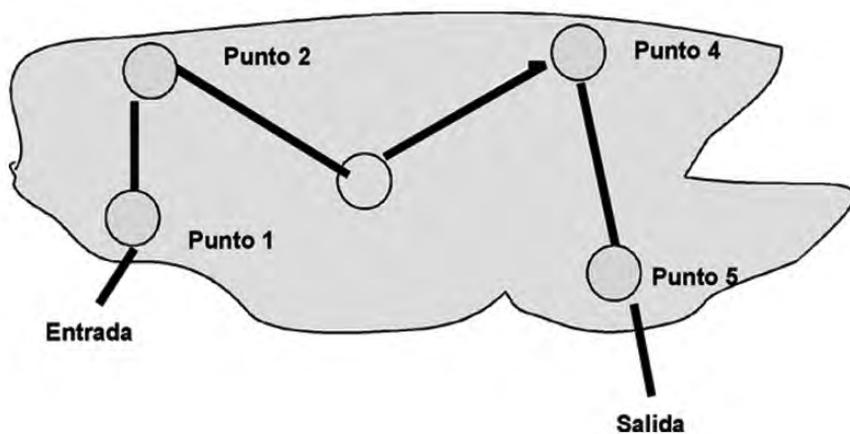
En todas partes de Nicaragua y otros países de la región Centroamericana existen varias avispidas como la *Diadegma insularis* que ponen huevos dentro de las larvas de la Plutella. Así los gusanos de las avispidas viven a costa de la Plutella causándole una muerte segura. A estas avispidas se les conoce como parasitoides.

Como cualquier ser vivo, la Plutella también sufre de enfermedades. La bacteria *Bacillus thuringiensis*, usado en el producto DIPEL causa que el sistema digestivo de la palomilla se desintegre. El hongo *Beauveria bassiana* infecta las larvas, pupas y los adultos causándoles la muerte. También existen **virus** que causan la muerte a la *Plutella*.

Los enemigos naturales como la araña, tijereta y las avispidas, son afectados por los venenos. Así que cuando uno aplica muchos plaguicidas, mata a estos organismos benéficos. Cuando ellos no pueden trabajar, la palomilla se desarrolla más fuertemente y causa más daño a la cosecha del repollo.

¿Cómo conocer el nivel de infestación de la Plutella?

Para conocer el nivel de infestación es necesario contar las larvas de Plutella en las plantas de repollo.



Para contar o hacer recuentos de las larvas, se ubican 5 puntos bien distribuidos en el campo de repollo. En cada punto se escogen 10 plantas. En estas plantas se cuenta el número de larvas vivas de la Plutella.

En una hoja de recuento se apuntan las cantidades de larvas que hay en cada planta, para luego calcular el promedio de larvas por planta de repollo. Esto nos indica el nivel de la infestación en el plantío. Iniciando a los 8 días después del trasplante, los recuentos se deben hacer cada 8 días, manteniéndose hasta una semana antes de la cosecha. Así se puede mantener una buena vigilancia sobre las poblaciones de Plutella en el campo.

¿Cómo apuntar los números de larvas de Plutella en el campo de repollo?

Para recoger la información con mayor facilidad se puede utilizar una hoja de recuento como esta.

Finca:											
Fecha:						Clima: Seco/normal/lluvioso					
Edad del cultivo:											
Registrado por:											
PUNTO S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
1											
2											
3											
4											
5											
TOTAL											

Número total de larvas:
Número de larvas / planta:

Observación: _____

¿A qué nivel de infestación es rentable controlar la Plutella?

La pérdida causada por la palomilla aumenta con mayores niveles de la plaga. Al mismo tiempo el costo de control es mayor si uno desea mantener la infestación baja.

Haciendo una relación entre el costo y el beneficio de las medidas de control, se puede determinar a qué nivel de infestación, es rentable tomar medidas de control.. Según los estudios realizados en Nicaragua el momento óptimo para controlar la Plutella en la **época seca o de riego** es cuando hay **0.5 o más larva/planta**, o cuando hay **25 o más larvas en 50 plantas**. Pero en la época lluviosa el momento óptimo para controlar la Plutella es cuando hay **0.2 o más larvas por planta**, o cuando hay **10 o más larvas en 50 plantas**.

La ganancia de la cosecha es mayor cuando se utilizan estos criterios para controlar la Plutella.

A partir de los 20 días después del trasplante, se cuenta el número de larvas vivas en 50 plantas de repollo. Este recuento se realiza cada 8 días hasta la cosecha.

Si estamos en la época seca o de riego, al encontrar más de 25 larvas en 50 plantas se toman medidas de control, al encontrar menos de 25 larvas no se toma ninguna medida.

Si estamos en la época lluviosa, al encontrar más de 10 larvas en 50 plantas se toman medidas de control, al encontrar menos de 10 larvas no se toma ninguna medida.

Un ejemplo de recuento de Plutella y toma de decisión sobre el manejo:

Finca: La Pila											
Fecha: 12 de marzo, 1997						Clima: Seco normal/lluvioso					
Edad del cultivo: 50 días después del trasplante											
Registrado por: José Díaz											
PUNTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
1	1	0	1	1	0	0	0	0	2	0	6
2	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	4
3	2	3	0	0	0	1	1	0	0	0	7
4	0	0	0	0	2	1	2	1	0	0	6
5	2	0	0	1	2	0	0	1	0	0	6
TOTAL											29

Número total de larvas:	29
Número de larvas / planta:	29/50 = 0.6

Observación:

El tiempo es seco, las plantas están formando las cabezas y hay más de 25 larvas en las 50 plantas contadas, con un nivel de 0.6 larvas por planta. Esto indica que hay que tomar algunas medidas urgentes para controlar la Plutella, ya que paso el nivel de daño económico, podemos aplicar NIM-20 o Dipel 2x y seguir los recuentos dentro de 4 días.

¿Por qué los insecticidas comunes ya no controlan a la Plutella?

Dentro de todas las Plutellas que nacen, algunos individuos son fuertes, y no mueren fácilmente con insecticidas. Otros son débiles y se mueren con facilidad. Así que con mucho uso de los venenos, sólo se van quedando en los campos, los fuertes que sobreviven y toleran los venenos. Las palomillas fuertes que sobreviven se cruzan entre sí, y producen hijos que son aún más resistentes. Con el tiempo, poco a poco todas las palomillas resisten los venenos y se vuelven incontrolables.

En el mundo, la Plutella se ha vuelto resistente a más de 50 insecticidas y cada día se reporta un nuevo caso de resistencia. En Nicaragua se ha observado que desde el año 1981 hasta la fecha muchos productos han perdido su efectividad contra la Plutella posiblemente por el desarrollo de la resistencia.

Por esta razón productos que tienen muchos años de uso como Decis, Filitox, Lannate, Cymbush ya no controlan la Plutella en Nicaragua. También se ha reportado que algunos nuevos productos como Júpiter, Dipel y Evisect han bajado su efectividad contra la palomilla en algunas zonas de Nicaragua.

Efectividad de insecticidas para control de la palomilla de repollo en los últimos 10 años en Nicaragua

Año	Lugar	Dipel	Decis	Lannate	Tamaron	Cypermat
1981	Sébaco	+	+	+ -	+	NI
1982	Sébaco	NI	+ -	-	-	NI
1984	Pacaya	+	-	NI	NI	NI
1986	Sébaco	+	NI	-	NI	NI
1987	Jinotega	+	-	-	-	NI
1988	Pacaya	+	NI	NI	NI	NI
1989	Sébaco	+	NI	NI	NI	NI
1989	Sébaco	+	NI	NI	NI	NI
1989	Pacaya	+ -	NI	NI	NI	NI
1989	Pacaya	-	NI	NI	-	-
1990	Sébaco	+ -	NI	NI	-	-

+ Efectivo - no efectivo
+ - poco efectivo NI no hay información

¿Qué insecticidas utilizar para reducir el daño de la Plutella?

En los últimos años se han probado muchos insecticidas para reducir el daño de la palomilla en el cultivo de repollo. Entre los que controlan la plaga sin afectar a los agentes de control natural, al medio ambiente, y a la salud humana se puede mencionar los siguientes:

Nim 20: Es la semilla molida del árbol de Nim, producido en Nicaragua. Se utilizan 20 gramos de por litro de agua o 3 kilos en barril de agua para una manzana. Se deja el producto remojando durante la noche y se aplica el extracto colado el día siguiente.

Nim 25: Es la torta de semilla de Nim que queda después que sacamos el aceite de Nim, también Producido en Nicaragua. Se utiliza 25 gramos por litro de agua o 3.8 kilos en un barril de agua por manzana. Se deja el producto remojando durante la noche y se aplica el extracto el día siguiente.

DIPEL, JAVELIN o AGREE: Son insecticidas biológicos a base de la bacteria *Bacillus thuringiensis*.



Se utiliza 750 gramos de DIPEL por manzana. En caso de DIPEL 2X, AGREE o JAVELIN se utiliza 480 gramos de productos por manzana, siempre agregando un adherente (Agral) con la mezcla. Para que estos productos funcionen bien, el agua para la aplicación debe ser neutro o ligeramente ácido. Esto se puede confirmar con uso de papel para medir pH o llevando el agua a un laboratorio. En caso que al agua es alcalina

Se puede utilizar limón para acidificarlo, usando jugo de 2 a 3 limones para una bomba de mochila.

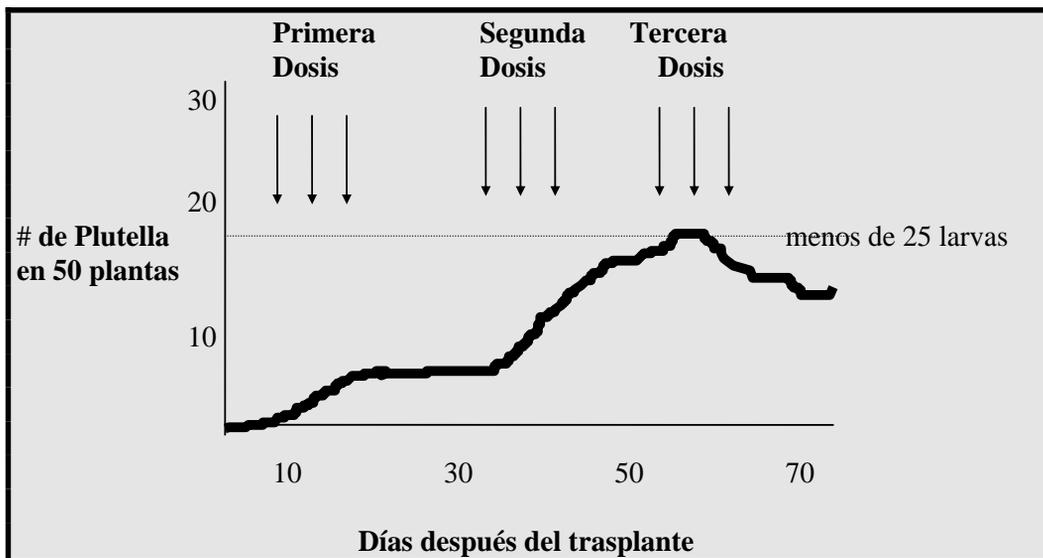
La eficacia de todos estos productos es mayor cuando se agrega un protectante contra la luz como **NUFILM-17**, utilizando 1 litro/manzana **¿Cómo utilizar el hongo *Beauveria bassiana* para controlar la *Plutella*?**

Beauveria bassiana es un hongo que infecta a las larvas, pupas y los adultos de *Plutella* cuando los insectos hacen contacto con las esporas del hongo. En Nicaragua se han aislados varias cepas de este hongo que son capaces de matar la *Plutella* en el campo. Hoy ya es posible producir grandes cantidades de esporas de algunas de las cepas de este hongo, formular las esporas en forma de polvo mojable o aceite emulsificable, y aplicarlo en el cultivo de repollo para controlar la *Plutella*. **Para obtener buenos resultados uno debe seguir los siguientes pasos:**

- ♦ No sembrar un nuevo campo de repollo cerca de un **campo viejo o campo con rastrojo de cosecha**, de donde fácilmente la *Plutella* llega a invadir el nuevo campo.
- ♦ Sembrar alguna **barrera alrededor del campo de repollo** como el Taiwán, el Kingrass o el sorgo, para prevenir que la *Plutella* llega al campo con mayor facilidad.
- ♦ A partir de los 15 días después del trasplante, realizar **recuentos 1 o 2 veces a la semana**, para detectar la presencia de las larvas, adultos o daño de *Plutella*.
- ♦ Al encontrar una primera señal de la presencia de la *Plutella*, aplicar una dosis de productos formulados del hongo *Beauveria*.

Una dosis de *Beauveria* consiste en **tres aplicaciones** realizadas cada 4 días. Por ejemplo, se aplica el lunes, el jueves y el siguiente lunes para completar la dosis de 3 aplicaciones. Para cada aplicación se utilizan **10¹² conidias por manzana** siguiendo las instrucciones de la etiqueta.

- ♦ Posterior a las aplicaciones se continúan **los recuentos de *Plutella* 1 o 2 veces a la semana**.
- ♦ Si la población de *Plutella* se mantiene estable, no hay que preocuparse. Si la población comienza a subir, se aplica otra dosis del hongo de 3 aplicaciones seguidas, en la manera que ya hemos descrito anteriormente.
- ♦ Así se mantiene la vigilancia sobre las poblaciones de *Plutella* y se realizan aplicaciones del hongo solamente en los momentos cuando haya necesidad para lograr una buena cosecha con menos costo y mayor ganancia.



- ♦ Recordemos que **Beauveria** es un hongo, por lo tanto es susceptible a los fungicidas. Pero si las aplicaciones de los fungicidas y de Beauveria se mantienen separadas por unos 8 días, los fungicidas no afectan mucho la acción de Beauveria. Para lograr esto se necesita una buena planificación de las aplicaciones en el cultivo a base de los recuentos y las observaciones.
- ♦ También recordemos que **Beauveria** es un enemigo natural de Plutella, que causa la muerte de ella causando una enfermedad. Por lo tanto, el efecto de las aplicaciones no se ve en forma inmediata, sino dentro de 5 a 7 días después de haber aplicado una dosis. Por eso no hay que desesperarse. Por la misma razón, no podemos esperar hasta que la población de Plutella sube mucho antes de que apliquemos la **Beauveria**. Así que hay que comenzar los recuentos temprano en el ciclo, de 8 a 15 días después del trasplante, para lograr detectar la presencia de Plutella en el campo, y tomar las acciones necesarias a tiempo.

¿Cómo manejar los gusanos rayados en el repollo?

Otra plaga más común de repollo en los gusanos rayados. En las zonas montañosas de Nicaragua durante la época lluviosa, aparecen unas mariposas blancas volando sobre el plantío de repollo. Estas mariposas ponen grupos de huevos de color amarillo insertados en las hojas. De los huevos nacen gusanos rayados que mantienen juntos durante unos días, alimentándose de las hojas. Cuando los gusanos crecen más grande, se dispersan en diferentes plantas, alimentándose vorazmente de las hojas a veces solamente dejando las nervaduras.

Para poder manejar estos insectos, desde a los 15 a 20 días después del trasplante hay que contar los gusanos 1 o 2 veces a la semana de igual forma que Plutella siguiendo la



metodología de recuentos y anotando en la misma hoja de registro. Cuando solamente hay huevos o pequeños gusanos en el plantío, se pueden eliminar en forma manual porque su tamaño lo permite y también sus permanencia en el cultivo es agrupada.

Pero cuando hay gusanos más grandes dispersos en todo el plantío, hay que aplicar insecticidas para bajar la población. Para eso se pueden ocupar los mismos productos que se utilizan para *Plutella*, el Nim 20, Nim 25, Dipel 2x o AGREE en la misma cantidad.

Hay chinches asesinos que succionan la sustancia de los huevos de estos insectos, y hay otros chinches que atacan los gusanos y chupan la sangre de ellos. Si utilizamos insecticidas químicos podemos afectar estos insectos benéficos. Pero si utilizamos el Nim, DIPEL o AGREE podemos conservar estos chinches que nos ayudan a mantener los gusanos bajo control.

Sembrando repollo intercalado con zanahoria o tomate, ayuda a bajar el ataque de *Plutella*, pero no ayuda a bajar la cantidad de los gusanos rayados en el plantío.

¿Qué enfermedades claves afectan al repollo?

Varios micro-organismos afectan diferentes partes de la planta de repollo, causando enfermedades. Algunas de estas enfermedades afectan las plantas año tras año reduciendo la cosecha y el rendimiento. A ellas las llamamos *enfermedades claves*.

Algunas de las enfermedades claves como el “Mal de Talluelo o damping-off” afectan las plantas pequeñas en el semillero, otras como “la cenizilla o el mildiú” afectan las hojas en la etapa de crecimiento vegetativo. Las enfermedades más dañinas como la “pudrición blanca” y “la quema o chamusco” afectan las plantas en la etapa de formación o llenado de cabezas.

¿Qué es el “Mal del Talluelo o Damping off”?

“Mal de Talluelo” es una enfermedad causada por un grupo de hongos que viven en el suelo. Cuando la enfermedad se presenta antes de la germinación, causa pudrición de la semilla reduciendo la emergencia de plantas. Cuando la enfermedad ocurre posterior a la germinación, la base de las plántulas presenta manchas oscuras grisáceas, produciendo en el talluelo una apariencia de “estrangulamiento”. Las plántulas atacadas caen al suelo manteniendo todavía sus hojas verdes. Este síntoma es conocido como “*Mal de Talluelo o Damping off*”.

En algunas ocasiones las manchas tienen un aspecto acuoso, en otras ocasiones son secas. Los hongos *Pythium spp.*, *Phytophthora spp.*, causan lesiones de aspecto acuoso en la base de los talluelos, mientras que *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.* y *Thielaviopsis basicola*. causan lesiones secas.

Todos estos hongos sobreviven en el suelo, en restos de cosechas y en las semillas (*Fusarium spp.*). En el suelo los hongos sobreviven por mucho tiempo produciendo estructuras de resistencia como oosporas, clamidosporas y esclerocios.

Los hongos causantes del mal del talluelo se diseminan por el agua de riego o de lluvia que se mueve por el suelo, por labores agrícolas que trasladan suelo contaminado, por equipo agrícola, por semillas, por almácigos contaminados y por el viento (en el caso de *Fusarium spp.*)

Las condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad son, los daños producidos a las raíces por labores culturales o nematodos, la siembra densa, el suelo mal drenado con alta humedad, temperaturas cálidas (25-30°C), la fertilización no adecuada (exceso de nitrógeno y falta de potasio).

¿Cómo manejar el Mal del Talluelo o Damping off en el semillero?

Los semilleros deben hacerse en suelos francos, que no han sido usados como semilleros antes. El banco o semillero debe levantarse por lo menos de 8 a 10 pulgadas, especialmente en la época lluviosa. Los semilleros hechos al nivel del suelo son atacados fácilmente por los hongos.

Para prevenir un ataque de mal de talluelo los semilleros se pueden desinfectar mezclando cal con la tierra, utilizando para esto 5 libras de cal apagada por un banco de 10 varas y remojando la tierra con agua hirviendo.

Esta práctica evitará que los hongos crezcan y afectan las plántulas. Se debe evitar el exceso de riego y mantener un buen drenaje para prevenir la pudrición de las plantas. No se debe aplicar demasiado fertilizante nitrogenado. Demasiado nitrógeno hace que las plántulas sean más suaves, facilitando la penetración del hongo.

Para evitar afectación en el campo, debemos seleccionar para el trasplante solamente las plántulas que estén libres de enfermedades. En la época lluviosa, debemos arreglar los surcos en curvas de nivel para garantizar un buen drenaje del terreno, y de esta manera prevenir el encharcamiento que favorece el desarrollo de los hongos que causan esta enfermedad.

¿Qué es la pudrición blanca?

La pudrición blanca es una enfermedad que normalmente ocurre al final de la época lluviosa, afectando las plantas durante las etapas de formación y llenado de cabeza. Es causada por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*.

Además del repollo, este hongo puede afectar a 30 plantas más de la misma familia (Crucíferas). La enfermedad se caracteriza por la aparición de manchas acuosas en los tallos y en las hojas más externas que quedan en contacto directo con el suelo. Las manchas húmedas pueden aparecer también en la punta de las cabezas del repollo.

El hongo crece sobre las áreas afectadas como una especie de telaraña blanca algodonosa (micelio). Luego aparecen unas pelotitas negras (esclerocios) los cuales son la parte reproductiva del hongo. El hongo sobrevive en el suelo por 2-3 años mediante de estas estructuras reproductivas que funcionan igual que una semilla. Se ha observado que los esclerocios del hongo también sobreviven en estiércol y en abono orgánico. Bajo



condiciones favorables, el hongo es capaz de sobrevivir en forma de micelio sobre el rastrojo de repollo.

¿Cómo reducir la incidencia de pudrición blanca?

La enfermedad puede propagarse a través de semillas contaminadas por los esclerocios del hongo, a través de implementos agrícolas contaminados o suelo infectado acarreado durante el trasplante. Para reducir la incidencia de la enfermedad, en primer lugar debemos usar semilla libre de contaminantes. No todas las semillas certificadas que se venden están libres de estos hongos. Por lo que es necesario tratar la semilla con agua caliente (50 grados centígrados por 10 minutos) o con una solución de cloro (3% de cloro comercial).

Rotación de cultivos con sorgo, maíz o arroz por lo menos 3 años reduce la posibilidad de sobrevivencia de estos hongos, ya que estos no pueden reproducirse en estos cultivos.

Destrucción de los residuos de cosecha ya sea quemándolos o enterrándolos a 30cm bajo tierra o utilizándolos para hacer abonera elimina el foco de infección para la siguiente siembra.

Asegurar un buen drenaje del terreno, evitar las siembras muy densas, manejar de malezas a tiempo reducen la humedad y aumentan la circulación del aire en el campo, condiciones que no son favorables para el desarrollo de los hongos. Así se reduce la posibilidad de una epidemia de esta enfermedad.

En caso que aparezcan algunas plantas enfermas, debemos arrancarlas y sacarlas fuera del campo para eliminar los focos de infección. Así evitamos la diseminación de esta enfermedad en el campo.

Después de la cosecha, esta enfermedad puede trasladarse del campo al lugar de almacenamiento, mediante las cabezas del repollo infectadas. El hongo en condiciones de almacenamiento causa pudriciones severas, inclusive en almacenes fríos. Eliminación de cabezas enfermas al momento de la cosecha reduce este riesgo.

¿Qué es la quema o chamusco de repollo?

En muchos campos de repollo se han observado plantas que muestran manchas de color café claro en los bordes de las hojas. Luego estas manchas avanzan sobre las venas en forma de “V” y cambian de color a amarillo rojizo. Estas manchas son síntomas de una enfermedad que se llama chamusco o quema. Cuando el ataque es fuerte las cabezas se pudren y producen mal olor. Estas cabezas no son comerciables.

La enfermedad de chamusco o quema es causada por una bacteria llamada *Xanthomonas campestris pv campestris*. Este microbio sobrevive en el suelo y en los restos de la cosecha. También se conserva en las semillas infestadas.

El chamusco se dispersa dentro del cultivo por salpique de las lluvias y entra por las heridas causadas por los implementos agrícolas en las plantas. Cuando el invierno es copioso, y

se utilizan variedades susceptibles el daño de chamusco es mayor, hasta que se pierde la cosecha entera.

¿Cuáles son las variedades que toleran a la enfermedad de chamusco?

El desarrollo de la enfermedad de chamusco no es igual en todas las variedades de repollo. En algunas variedades el chamusco avanza con mayor rapidez y causa mucho daño. A estas variedades se le llaman susceptibles. Algunos ejemplos son: Superette, Copenhagen, Premium, King Cole, Green Boy.

Existen variedades donde el chamusco no logra desarrollarse bien. En estas variedades el daño de la enfermedad es menor. A estas variedades se le llaman tolerantes. Algunos ejemplos son: Izalco, Yesen, Blue Vantage, Royal Vantage.

¿Qué efecto tiene las limpiezas frecuentes del campo sobre el chamusco?

Para mantener el campo libre de malezas se realizan limpiezas frecuentemente utilizando el azadón. Normalmente se hace esta labor en las horas tempranas de la mañana cuando todavía hay bastante sereno en el campo. Al realizar muchas limpiezas se dañan las plantas y si hay suficiente humedad fácilmente entra la bacteria que causa el chamusco. Por esta razón se ha observado que donde se realizan frecuentes limpiezas del campo hay mucho chamusco. Sin embargo, no se puede dejar el campo completamente lleno de malezas.

Se ha determinado que con sólo dos limpiezas, uno a los 25 días y otro a los 45 días después del trasplante, se puede sacar una buena cosecha de repollo. Así no hay mucho daño por el chamusco.

La bacteria que causa chamusco sobrevive sobre el resto de la cosecha. Por lo tanto, es necesario recoger los rastrojos después de la cosecha, para enterrarlo o hacer abono orgánico. De esta forma se evita que la bacteria sobreviva y afecte las cosechas posteriores. Es importante no utilizar el mismo terreno año con año para cultivar repollo. Si aparece mucho chamusco en un campo, es aconsejable no sembrar repollo en el terreno sino sembrar otros cultivos como maíz, frijol, tomate, arroz por 2-3 años.

¿Qué otras plantas están en el campo de repollo?

En áreas sembradas con repollo también encontramos otro tipo de plantas, a estas normalmente las llamamos malas hierbas. En los campos existen una gran diversidad de plantas de diferentes especies, con diferentes formas de crecimiento y reproducción. Algunas de estas plantas pueden tener efecto dañino, compiten con el cultivo por agua, luz, espacio y nutrientes. También pueden ser hospedantes de insectos plagas. Por ejemplo, la plantas conocidas como mal tuerce y mostaza son hospedantes de plutella y del gusano rayado.

Las plantas silvestres también tienen bondades, cubren el suelo evitando la pérdida por el viento o correntada de agua de lluvia, absorben el golpe de las gotas de la lluvia previniendo la compactación del suelo. Una pequeña capa de hierbas en el suelo ayuda para reducir



problemas de enfermedades ya que evita el salpique de las esporas de hongos que están en el suelo.

A pesar de estas bondades de las plantas silvestres, los productores principalmente perciben los daños de las malas hierbas. Esto hace que ellos siempre traten de eliminarlas haciendo limpiezas frecuentes y usando herbicidas. Estas prácticas aumentan la incidencia de enfermedades y los costos de producción.

¿Cuáles son las malas hierbas más comunes?

Las malas hierbas más comunes que se presentan en los campos agrícolas son las de hoja ancha y de hoja angosta o zacates, tanto anuales como perennes. También están presentes los bejuco de diferentes especies, anuales y perennes. En algunas zonas, el coyolillo también es una mala hierba de mucha importancia.

Entre las malas hierbas que comúnmente aparecen en los campos de repollo podemos mencionar los siguientes:

Familia	Género y Especies	Nombre común
Cruciferae	<i>Brassica campestris</i>	Mostaza
Cruciferae	<i>Lipidium virginicum</i>	Culantro, Mal tuerce
Plantaginaceae	<i>Plantago sp.</i>	Llantén
Cyperacea	<i>Cyperus rotundus</i>	Coyolillo
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Cardo Santo
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Bledo
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Apazote

¿Cómo crecen y se reproducen las malas hierbas?

Cada grupo de malas hierbas tiene sus propias características de crecimiento y reproducción que los hace tener mayor o menor capacidad de competir con los cultivos.

Grupos de malezas	Ciclo	Porte	Raíz	Modo de reproducción
Zacate anual	Anual	Macolla Rastrera	Fibrosa	Semilla y vegetativo
Zacate perenne	Perenne	Macolla	Fibrosa	Semilla y vegetativo
Hoja ancha anual	Anual	Arbustos	Pivotante	Semilla
Hoja ancha perenne	Perenne	Arbustos	Pivotante	Semilla y vegetativo
Coyolillo	Perenne	Macolla	Fibrosa	Semilla y rizoma
Bejuco anual	Anual	Trepador	Variado	Semilla y vegetativo
Bejuco perenne	Perenne	Trepador	Variado	Semilla y vegetativo

Grupos de malezas	Competencia agua	Competencia luz	Competencia nutrientes
Zacate anual	Mucho	poco	mucho
Zacate perenne	Mucho	poco	mucho
Hoja ancha anual	Poco	mucho	poco
Hoja ancha perenne	Mucho	mucho	mucho
Coyolillo	Mucho	mucho	mucho
Bejuco anual	Poco	mucho	poco
Bejuco perenne	Poco	mucho	poco

¿Cómo responden las malas hierbas a diferentes prácticas de manejo?

Por las diferencias que existen en las características de crecimiento y reproducción cada tipo de malas hierbas responde de diferente forma a un tipo de manejo. Las prácticas de manejo que utilizamos y las respuestas de los tipos de malas hierbas que están presentes en el campo, determinan qué tipo de malas hierbas van a prosperar, y qué tipo de malas hierbas van a desaparecer del campo.

La composición de malas hierbas en el campo, es el resultado de las prácticas anteriores y las prácticas actuales van creando las malas hierbas del futuro.

	Zacate anual	Zacate perenne	Hoja A. Anual	Hoja A. perenne	Coyolillo	Bejuco anual	Bejuco perenne
Gramoxone	++	++	-	++	++	-	++
Chapoda tendida	++	++	-	++	++	-	++
Chapoda en floración	+	++	-	++	++	-	++
Chapoda frecuente	+	+	-	-	+	-	+
Labranza en seco	+	+	+	+	-	+	-
Arado	=	+	-	+	+	-	+
Mulch	+	+	-	+	+	-	+
Abono verde	-	-	-	+	-	+	+

- crece lento o retardado después de la práctica

++ rebrota fuerte después de la práctica

+ rebrota después de la práctica

El manejo de las malas hierbas en el campo se dificulta debido a que cada especie tiene diferente hábito de crecimiento y reproducción. Esto hace difícil que una sola práctica de manejo funcione para todas las malas hierbas.



¿Cómo son las malas hierbas en el campo en los diferentes momentos?

Antes de la siembra

Antes de preparar el terreno para la siembra, se encuentran diferentes tipos de malas hierbas en diferentes estados de crecimiento. Muchas de ellas ya han producido semillas, que forman parte de banco de semillas, y cuando las condiciones sean favorables germinan e inician la competencia con el cultivo.

Al momento del trasplante

Normalmente en este momento no hay malezas en el campo, por las labores de preparación del terreno. Sin embargo, las mismas labores como el arado voltean el suelo y muchas semillas del banco de suelo, llegan a la superficie germinando unos días después de trasplante.

A los 15 días después del trasplante

En este momento el cultivo no tiene mucha capacidad de competencia ya que el crecimiento vegetativo es muy lento. Las primeras malezas en germinar son las malezas anuales de hoja ancha, las cuales son eliminadas por labores de limpieza y aporque. Algunas como el coyolillo y zacates fácilmente rebrotan después de la limpieza.

A los 45 días después del trasplante

Ya en este momento el cultivo está cerrando calles, y muchas malezas anuales han sido eliminadas por las labores, solamente se presentan malezas como el coyolillo, zacates u hoja ancha anuales.

Al momento de la cosecha

En este momento las malezas que han logrado escapar a las labores de manejo están produciendo semilla. Si no se realiza ningún manejo, las semillas se caen en el suelo y pasan a formar parte del banco de semillas.

De estas semillas nacen las malezas en los próximos ciclos.

¿Qué podemos hacer para manejar las malas hierbas en los diferentes momentos?

Antes de la siembra

Algunas prácticas realizadas antes de la siembra ayudan a reducir la competencia de malas hierbas durante el ciclo del cultivo.

- ✓ La labranza en seco ayuda a que muchas de las semillas o parte vegetativa de malezas mueran al quedar expuestas a condiciones adversas como el calor o sequía. Se conoce la bondad de esta práctica para reducir la incidencia de malezas como coyolillo.

- ✓ También se puede contemplar la siembra de abono verde antes de la siembra del cultivo. Esta práctica ayuda a reducir la cantidad de malezas, enriquece el suelo y reduce la abundancia de algunas plagas de suelo.

Durante el desarrollo del cultivo

La etapa de desarrollo vegetativo es la fase más crítica de competencia de las malas hierbas con el cultivo.

- ♦ La siembra de otros cultivos intercalados en las calles reduce la cantidad de malas hierbas en el campo ya que ocupa el espacio que puede ser ocupado por estas hierbas.
- ♦ El uso de coberturas vivas en las calles también reduce la cantidad de malas hierbas, cubriendo el terreno y evitando la llegada de luz para el crecimiento de hierbas como el coyolillo.
- ♦ Uso de coberturas muertas como mulch no permite la germinación y crecimiento de las malas hierbas crea y favorece el desarrollo del cultivo conservando la humedad de suelo.
- ♦ En este momento se pueden realizar dos limpiezas con machete después del trasplante uno a los 15 días y otro a los 45 días, evitando la remoción del suelo y la diseminación de enfermedades como la quema o chamusco.

Antes de la cosecha

- ▶ En este momento se deben desmatonar las malezas que están floreciendo para evitar que boten las semillas en el suelo, previniendo mayor infestación de malezas en el próximo ciclo.

Después de la cosecha

- Las malezas eliminadas junto con los restos de cosecha deben ser utilizadas para construir aboneras, para abonar los semilleros o campo en los próximos meses.
- Se puede contemplar la siembra de abono verde después de la cosecha. Esta práctica reduce el crecimiento y la reproducción de las malas hierbas durante el período de descanso, enriquece el suelo y reduce la abundancia de algunas plagas de suelo.



V. Sistema Integrado de Cultivos: Finca Integral Autosostenible

5. Introducción

La “finca integral” es una unidad de producción sustentable de bienes y servicios, organizada en torno al núcleo familiar, que permite el desarrollo socioeconómico y cultural de los finqueros, y en la cual se conserva los recursos naturales.



5.1 Ordenamiento de la finca integral

Para implementar una finca diversificada, es necesario efectuar el ordenamiento de la finca. En el ordenamiento, para las áreas con sus respectivos tipos de uso (bosque-primario, secundario y plantado-, barbecho, área silvoagrícola, área silvopastoril, área de ganadería menor, área hortícola y área con infraestructura), se identifica el uso potencial (tipo de uso adecuado).



5.2 Criterios para selección de alternativas de producción

5.2.1. Aspectos ecológicos

- ♦ El clima de la zona,
- ♦ El suelo

5.2.2. Aspectos socioeconómicos

En este sentido, para seleccionar una alternativa productiva para una finca integral, es necesario verificar si el finquero:

- ☞ Tiene dinero para realizar la inversión y los gastos que la alternativa requiere, por lo menos hasta recomience la producción?
- ☞ Tiene acceso a financiamiento?
- ☞ Dispone infraestructura y equipos que son requeridos para el establecimiento y manejo de la alternativa?
- ☞ Puede establecer y manejar la alternativa con los miembros de su familia?
- ☞ Posee los recursos necesarios para contratar mano de obra en caso sea necesario?





5.2.3. Aspectos socioculturales

- ✓ Está dispuesto a cambiar las técnicas tradicionales de producción?
- ✓ Conoce las técnicas agroforestales que la alternativa requiere?
- ✓ Está dispuesto a aprender, adaptar y aplicar nuevas técnicas?
- ✓ Tiene posibilidades de recibir asistencia técnica?
- ✓ Existe localmente mano de obra calificada?

5.2.4. Aspectos de comercialización

Es necesario principalmente analizar si el finquero:

- ▶▶ Conoce y tiene las facilidades de aplicar técnicas de postcosecha requeridas para los productos que se obtendrá?
- ▶▶ Puede llegar con su producto fácilmente al mercado?
- ▶▶ Los precios del mercado de los productos que obtendrá, permiten obtener utilidad?
- ▶▶ Es capaz de desarrollar canales de comercialización (especialmente cuando se trata de productos nuevos)?



5.2.5. Parcelas agroforestales

ESPECIES FRUTALES



ESPECIES HORTALIZAS



ESPECIES MEDICINALES



Albahaca

ESPECIES PARA CONDIMENTOS



Achiote

5.2.6. Sistema Huerto familiar.

El huerto familiar es conocido regionalmente y ha sido utilizado desde hace muchos años en zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo. El huerto es una unidad de producción adecuada para el sustento de una familia, manejada en su integridad por ella, principalmente por la señora de la casa y los niños, donde se aprovecha al máximo la tierra con una tecnología adecuada y de alta producción.

El huerto es una despensa de frutas, hortalizas y plantas medicinales para el autoabastecimiento de la familia, mejorando la nutrición y economía del finquero. Las hojas y frutos que no se utiliza para comer, sirven para alimentar gallinas, conejos, cerdos y demás animales de la finca.

Las frutas y hortalizas cultivadas en el huerto son de alto valor nutritivo, ricas en minerales y vitaminas. Su cultivo es realizado mediante un manejo sostenible, donde el uso de diferentes variedades y especies, rotación y asociación de cultivos, uso de materia orgánica y el control natural de plagas y enfermedades en casos extremos, hace que el sistema sea más estable y las plantas crezcan vigorosas y resistentes a los ataques de plagas y enfermedades. Por lo tanto los productos obtenidos son sanos, nutritivos y esenciales para que los finqueros tengan una buena alimentación y salud.

Las plantas medicinales contienen elementos preventivos y curativos, usados por el hombre desde tiempos remotos. En la actualidad se da mucha importancia a la siembra, conservación y al uso de estas plantas. La industria farmacéutica mundial ha aprovechado el conocimiento de curanderos y shamanes, para identificar especies cuya síntesis química permite obtener varios productos medicinales.

Se recomienda que el huerto esté ubicado cerca de la casa para su fácil manejo y utilización.

El módulo está diseñado para un cuarto de hectárea, pues éste es un tamaño fácil de manejar y cuidar por los miembros de la familia.



Huerto familiar

5.2.7. Usos de los productos

Las frutas, hortalizas y condimentos son una fuente importante de vitaminas y minerales para la familia.



• MEDICINALES

Las especies medicinales son usadas para preparar medicamentos caseros, para aliviar y curar diferentes enfermedades.



• PARA CONDIMENTOS

Los condimentos se utilizan para sazonar los alimentos y dar sabor característico a cada plato culinario.



- PRODUCTOS DE AUTOCONSUMO

La producción del huerto es para el autoconsumo familiar.

- PRODUCTOS DE VENTAS

Las frutas, hortalizas y plantas medicinales que no se consume en la finca pueden ser vendidas o intercambiadas con los vecinos.

5.2.8. Requerimientos ecológicos

- **Clima**

Precipitación

Temperatura

Humedad relativa /viento

Luminosidad

Altitud

- **Suelo**

Textura

pH

Fertilidad

Drenaje y capa freática

Topografía

5.3. Requerimientos del establecimiento y manejo de una finca diversificada

5.3.1. Económicos

Inversiones, establecimiento, manejo, cosecha y los costos de administración e imprevistos.

5.3.2. Mano de obra

Puede ser ejecutadas por los miembros de la familia (cinco miembros).

5.3.3 Socio culturales

Los huertos es un espacio de integración familiar. Los finqueros tienen conocimientos sobre el manejo del huerto desde tiempos remotos. Para la instalación de un huerto es necesario que en la familia exista la tradición, la afición y la concientización por el consumo de alimentos frescos y sanos para la familia.

Los finqueros interesados en la implementación de la finca diversificada, deben estar dispuestos a buscar, introducir, ensayar e incluso difundir especies y técnicas nuevas para tener productos de excelente calidad para la alimentación familiar.

5.3.4. Administrativos

Se recomienda que el finquero lleve un pequeño registro de actividades realizadas: deshierbas, podas, rendimientos, cosechas y ventas, para que conozca y valore la importancia de establecer y mantener un huerto familiar.

5.4. Establecimiento de una finca diversificada

5.4.1. Propagación de frutales

• Por semillas:

Algunas especies de frutales se propagan por semillas, por lo cual se recomienda construir un germinador o semillero.



• Por estacas o hijuelos:

• Por injerto:





• **Plantación de frutales**

Para la plantación se realiza los siguientes pasos:

- ♦ Distribuir las plantas en los sitios definitivos (hoyos).
- ♦ Cortar la base de las bolsas podando las raíces de las plantas.
- ♦ Retirar el resto de la bolsa de polietileno.
- ♦ Colocar la planta en el hoyo; el cuello de la planta debe quedar a nivel del suelo.
- ♦ Cubrir el resto del hoyo con la tierra que había sido extraída.
- ♦ Compactar bien, para evitar que queden cámaras de aire junto a las raíces.
- ♦ Recolectar las bolsas de polietileno para reciclar (no quemar).

5.4.2. Propagación de hortalizas, plantas medicinales y para condimentos

• **Semillero:**



El semillero o germinador es el lugar donde se debe colocar las semillas a chorro continuo, a una distancia aproximada de 15 cm entre hileras y 1 cm entre plantas.

La profundidad de siembra debe ser dos veces el tamaño de las semillas. Cuando las semillas han germinado, se ralea para obtener plantas de buena calidad, para el transplante al sitio definitivo.



- **Siembra directa:**

Se siembra o planta directamente las semillas, estacas o estolones en bolsas o en el sitio definitivo.

5.4.3. Preparación del sitio de siembra de las hortalizas plantas medicinales y para condimentos

- **Preparación del terreno**

- **Limpieza**

Para el establecimiento de la finca, es necesario efectuar una roza para eliminar la vegetación existente, con excepción de especies maderables valiosas.

- **Camas altas**

Para el trasplante y siembra de algunas especies en el sitio definitivo, es necesario preparar camas altas (parcelas pequeñas de siembra) de 1 m de ancho por el largo de la parcela. La altura de la cama debe ser de 20 25 cm para facilitar el drenaje. Además, entre cama debe haber caminos para facilitar la deshierba, el riego, la fertilización y la cosecha. El material que se usará para los taludes de la cama debe ser bambú o madera.



Para la siembra de las hortalizas, plantas medicinales y para condimentos, es recomendable preparar camas de 1 a 1,2 m de ancho por el largo de la parcela, y de 10 a 15 cm de altura, para facilitar el drenaje. Además, hay que dejar caminos entre las camas de un ancho aproximado de 40 cm, para facilitar la deshierba, el riego, la fertilización y la cosecha. El material que se usará para los taludes de la cama debe ser de caña guadúa, pambil o tablas de madera.

Para la preparación de las camas se debe aflojar la tierra con una pala a una profundidad de 10 a 15 cm. Luego se incorpora superficialmente compost (5 Kg /m²) en forma homogénea, y finalmente se nivela la cama con un rastrillo.

Para sembrar las demás hortalizas, plantas medicinales y especies para condimentos, se afloja la tierra con una pala a una profundidad de 10 a 15 cm. En algunos casos se hace hoyos de acuerdo al tamaño de la planta.

• **Siembra directa:**

Las especies que no necesitan semillero, se siembra directamente en las diferentes distancias indicadas.

La profundidad de siembra es igual que en semillero. Las que se planta por estolones, hijuelos o estacas, se puede colocar directamente en los sitios definitivos.

El semillero, y los sitios de siembra directa se deben manejar mediante asociaciones, rotaciones de cultivos y abonaduras generosas (incorporación de compost) para obtener cosechas abundantes y sanas.

Es conveniente usar el método de siembra escalonada (dos veces por año), para asegurar la cosecha durante todo el año.

Algunas plantas como la cebolla manabita, la sábila, el toronjil, el orégano y la ruda, necesitan ser plantadas en macetas y colocadas bajo techo (sombra).

• **Balizada**

Se procede a señalar los sitios definitivos donde se plantará los frutales, las hortalizas, las plantas y arbustos medicinales, y las plantas para condimentos; colocando estacas de madera alineadas utilizando una piola, en las distancias necesarias.

• **Hoyada**

En los lugares donde se va a plantar frutales se hace hoyos de 30 x 30 x 30 cm. Para hortalizas, plantas medicinales y plantas para condimentos, se hace hoyos de 10 x 10 x 10 cm.

• **Colocación de tutores**

Algunas especies trepadoras como la granadilla, chayote, y maracuyá, necesitan tutores. Estos tutores se puede hacer con materiales de la finca: En caso sea necesario, se utiliza

alambre como guía. Se recomienda hacer tutores de una altura aproximada de 2 metros, en forma de tarimas, en donde la planta se apoye. Esto facilita el manejo y la cosecha. Como tutores vivos se recomienda utilizar el porotón, la gliricidia y la flemingia.

5.5. Manejo de una finca diversificada

5.5.1. Manejo de frutales

• Deshierbas

Se deshierba selectivamente a machete, evitando herir los frutales. Se recomienda arrancar las hierbas silvestres agresivas como gramíneas y dejar crecer leguminosas naturales, las cuales fijan nitrógeno atmosférico y lo incorporan al sistema, a más de dar cobertura al suelo (mulch vivo).

• Podas

La poda es una práctica importante en los cultivos ya que mejora la estructura de la planta, estimula la floración y fructificación, controla plagas y enfermedades, permite el ingreso de aire y luz a la plantación, evita la muerte de ramas y mantiene altos niveles de producción.

Los cortes deben ser protegidos con pasta cúprica para evitar el ingreso de patógenos. Las herramientas de poda (serrucho y tijera de podar) deben ser desinfectadas con formol al 5% antes de cada corte.

Las podas que se aplica son las siguientes: de formación, fitosanitarias y de mantenimiento.

• Poda de formación

Se poda los brotes que crecen a lo largo del tallo principal y el exceso de ramas laterales. Este tipo de poda se debe realizar trimestralmente en el segundo y tercer año.

Algunos frutales como el aguacate, chirimoya, frutipan y pomarrosa colombiana, necesitan una poda de descope, la cual tiene la finalidad de regular la altura requerida de la planta para facilitar el mantenimiento y la cosecha.

• Poda fitosanitaria

Se corta todas las ramas enfermas o muertas de la planta y se las lleva fuera de la plantación y se queman.

• Poda de mantenimiento

Consiste en eliminar chupones, que son brotes (ejes ortotrópicos) que crecen a lo largo del tallo principal y que se aprovechan de la savia de la planta, disminuyendo la producción. Se debe eliminar también el exceso de ramas.



- **Fertilización orgánica**

Los elementos que más necesita las hortalizas, frutales y plantas medicinales son: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Para la floración y formación de frutos, necesitan principalmente P y K. En suelos ácidos se recomienda colocar ceniza para mejorar el pH.

- **Compost**

El compost es el resultado de la descomposición de rastrojo, hierbas, restos orgánicos de cocina (que no se utiliza para la alimentación de animales menores), estiércol y ceniza, mediante un proceso de compostaje, con humedad adecuada y suficiente aireación, que en la región dura aproximadamente 60 días. El compost es un abono de excelente calidad para fertilizar las hortalizas y plantas medicinales. Se debe aplicar 5 Kg /m² por ciclo vegetativo (plantas de ciclo corto) o una vez por año en las plantas perennes.

- **Abono foliar (purín fermentado)**

Para preparar el abono foliar natural, se debe colocar en un costal, 2 baldes grandes de estiércol de ganado (vacuno, caballar, ovino o de otra especie) junto con las partes tiernas (hojas, tallos y ramas) de la erythrina y la gliricidia machacada; este costal se introduce en un tanque con 20 litros de agua preferiblemente de lluvia, que se remueve cada día y se deja fermentar 8 días. Para la aplicación al follaje, se debe diluir en 100 litros de agua, se tamiza y fumiga las plantas.

5.5.2. Manejo de hortalizas, plantas medicinales y para condimentos

Las especies que se cultiva sobre camas y la tierra requieren el mismo manejo: deshieras, riego, fertilización, etc. Las plantas producidas en platabandas necesitan más de 2 deshieras (cebolla, pimiento, tomate) por ciclo de cultivo. Los cultivos se deben asociar y rotar; además, es necesario aplicar materia orgánica descompuesta (compost) para obtener rendimientos satisfactorios.

Algunas hortalizas y plantas medicinales, una vez establecidas, necesitan una mínima labranza. Para controlar hierbas silvestres, se puede incorporar mulch orgánico (cascarilla, aserrín y follaje de plantas). También se puede regar en épocas secas.

Estas plantas son bastante delicadas por lo que es conveniente cercar las camas para evitar que los animales destruyan las plantas.

5.6. Principales plagas y enfermedades

El sistema de cultivo en estratos (árboles, arbustos, bejucos y plantas rastreras) hace que la finca sea más estable y resistente a plagas y enfermedades que un monocultivo, por lo que la incidencia de problemas fitosanitarias es mínima.

La asociación y rotación de cultivos, la aplicación de compost, la plantación de especies repelentes en los cultivos y los preparados caseros y el control biológico evitan el uso de químicos perjudiciales. Con estas prácticas se evita la erosión y contaminación del agua, suelo y aire.



Afidos



Mosca blanca



Gallina ciega

5.7. Producción y cosecha

En un huerto familiar diversificado se puede tener una producción y cosecha constante durante todo el año, donde la familia tiene suficientes alimentos sanos y de alto valor nutritivo.

La familia que maneja un huerto puede reducir la necesidad de dinero para la adquisición de alimentos, pues ya no tiene que gastar para comprar la mayoría de frutas, hortalizas y plantas medicinales que consume.

Se estima que un huerto de un cuarto de hectárea abastece para una familia de 5 miembros.

5.7.1 Equipos, herramientas e insumos

El finquero utiliza en el establecimiento del huerto familiar, los mismos equipos, herramientas e insumos que usa en el desarrollo de las actividades productivas de la finca.

5.8. Impactos esperados en la diversificación de la finca

5.8.1. Impactos ecológicos

La finca diversificada contribuye a educar al finquero en el manejo de los recursos naturales disponibles de una manera más intensiva y cuidadosa. Los jóvenes pueden capacitarse y vincularse desde muy pequeños en el manejo de cultivos, donde resulta más económico practicar, para posteriormente aplicar en cultivos de productos comerciales.

Al impulsar la diversificación y asociación de cultivos en una misma unidad de producción, disminuye el riesgo de la incidencia de plagas y enfermedades; de esta forma, se reduce y evita el uso de químicos, por lo que no se contamina el agua y el medio ambiente. El manejo de un huerto con diferentes frutales, hortalizas y plantas medicinales, fomenta

el reciclaje de nutrientes, conservando así la fertilidad del suelo. Con la asociación de diferentes especies arbóreas, arbustos y rastreras de diferentes ciclos vegetativos, se puede controlar la erosión del suelo.

5.8.2. Impactos socio económicos

Si bien no se puede hablar de un incremento de los ingresos monetarios, es posible hablar de un ahorro en la adquisición de los productos para la preparación de la dieta familiar, que mejora la condición económica del finquero.

5.8.3. Impactos socio culturales

La diversificación de especies frutales, hortalizas y plantas medicinales, aumenta la oferta de alimentos. Por el consumo de productos frescos, sanos y ricos en vitaminas y minerales, se mejora la salud de los miembros de la familia. Además, se mantiene los conocimientos tradicionales de los finqueros.

Con la implementación de una finca diversificada se mejora las relaciones sociales de la familia y sus vecinos ya que intercambian productos y experiencias.







VI. *Literatura Consultada*

ANDREWS, K.L. y QUEZADA, J.R. 1989. Manejo Integrado de Plagas insectiles en la Agricultura. estado actual y futuro. Departamento de protección vegetal. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras., C.A. 623p

ANDREWS K. L. 1984. El manejo integrado de plagas invertebradas en los cultivos agronómicos, hortícolas y frutales en la Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano press.

ANDREWARTHA, H. G. y A. C. BIRCH. 1954. The distribution and abundance of animals. The University of Chicago Press. 782 p.

ALVARADO, A. et al. 1982 Reconocimiento de los suelos de Puriscal - Salitrales y Tabarcia - San Ignacio de Acosta, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. CATIE. (pag. 96)

BORROR, DE LONG D. y TRIPLEHORN, CH. 1981. An introduction to the study of insects. CBS College Publishing. New York USA.

CAVE, R. 1995. Manual para la Enseñanza del Control Biológico. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano Honduras.

CORONADO, R. y MARQUEZ, A. 1981. Introducción a la Entomología. Editorial Limusa, México.

CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L. 1988. Evolution and adaptation of terrestrial

DEN BELDER, E. y SEDILES, A. 1985. Control Integrado de Plagas. Escuela de Sanidad Vegetal, ISCA. Managua, Nicaragua.

DÍAZ J, ET AL. 1999. Manejo integrado de plagas en el cultivo de repollo. CATIE. Managua, Nicaragua 103p.

DEBACH, P. y R. A. SUNDBAY. 1963. Competitive displacement between ecological homologues. Hilgardia. 34: 105-166.

DOBZANSKY, T. H. 1950. Evolution in the tropics. Am. Sci. 38: 209-221.

EVANS, H. 1984. Insect Biology. Colorado State University, USA.

FERNANDEZ-BADILLO, A. y S. CLAVIJO A. 1990. Poliformismo alar de la chicharrita del maíz, *Peregrinus maidis* (Homoptera: Delphacidae) en Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 16(1): 27-34.

HUFFAKER, C. E., P. S. MESSENGER y P. DEBACH. 1971. The natural enemy component in natural control and the theory of biological control. *Biological Control*. Plenum Press. New York London: 16-17.

HARBONE, J.B. 1992. *Introduction to Ecology Biochemistry*. University of Reading Academic Press. Great Britain The Netherlands.

HILJE L, 1996. Metodología para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. CATIE. Turrialba Costa Rica. 133p

<http://www.infojardin.com/> / artículos/plagas.enfermedades-curativos-2.

Insectarium virtual .Revista sobre insectos con varios niveles. Fotos, entrevistas y noticias. [www. Insectariumvirtual. Com /](http://www.Insectariumvirtual.com/) . 3ok.

INTA. 2004. Manejo Integrado de plagas Cultivo de tomate Guía MIP. Managua, Nicaragua. 66p.

INTA. 2004. Manejo Integrado de plagas cultivo de chiltoma Guía MIP. Managua, Nicaragua. 34p.

INTA. 2004. Manejo Integrado de plagas cultivo de cebolla Guía MIP. Managua, Nicaragua. 30p.

INTA. 2004. Manejo Integrado de plagas cultivo de papa Guía MIP. Managua, Nicaragua. 62p.

JOHNSON, C. G. 1969. *Migration and dispersal of the insects by flight* - Methuen. Londres. 763p.

LEVINS, R. y M. WILSON. 1980. Ecological theory and pest management. *Ann. Rev. Entomol.* 25: 287-38.

LOMBRITICA S.A. 2000 *Catalogo del humus de lombriz*.

MACARTHUR. R. H. y E. O. WILSON. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton. New Jersey. 203 p. MAYR, E. 1969. *Principles of systematic zoology*. McGraw Hill, Inc. New York. 428 p.

MILNE, A. 1957. Theories of natural control of insect populations. *Cold Spring Harb. Symp. quant. Biol.* 22: 253-266.



PRADO, E. 1997. Aphid-plant Interactions at phloem Level, A Behaviorual study. Pho Thesis. Wageningen Agricultural University, The Netherlands.

PIMENTEL D. 1961. On a genetic feed-back mechannism regulating population of herbivores, parasites and predators. *Ain. Nat.* 25: 65-79.

PRICE P. W. 1973. Parasitoid strategies and community organization. *Envir. Entomol.* 2: 623-625.

PRICE, P. W. y G. P. WALDBAUER. 1982. Ecological aspects of pest management. *Introduction to insect pest management.* John Wiley and Sons, Inc: 33-68.

PRICE, P. W. 1976. Colonization of crops. by arthropods: Non-equilibrium communities in soybean fields. *Environ. Entomol.* 5 (4): 605-61 1.

PÉREZ GÓMEZ, A. 2000 Estudio socio-económico y de mercado de Fincas Integrales Conservacionistas Empresariales Demostrativas (pag. 18-21)

RAPAPORT, E. H. y B. DRAUSAL. 1979. Tácticas y estrategias r, k y "S.O.S". *Tópicos de Ecología Contemporánea.* Fondo de Cultura Económica. México. 190 pp.

ROSSET, P. 1988. Aprovechamiento de la Ecología y el comportamiento de los insectos en las Técnicas de control Cultural en el Manejo Integrado de Plagas. En revista *Manejo Integrado de plagas*, C. R. 10:1-12.

REY, J. R. y E. D. McCOY. 1979. Application of island biogeographic theory to pest of cultivate crops. *Environ. Entomol.* 8 (4): 577-584.

SIMBERLOFF, D. 1986. Island biogeographic theory and integrated pest management. *Ecological Theory and Integrated Pest Management Practice.* John Wiley and Sons. NewYork: 19-35.

SOLOMON, M. E. 1976. *Population dynamics.* Edward Arnold Ltd. Londres. 67 p.

SOUTHWOOD, T. R. E. 1962. Migration of terrestrial arthropods in relation to habitat. *Biol. Rev.* 33: 171-214. 1977. *Entomology and mankind.* Proc. XV Int. Cong. Entomol. Washington, D.C: 36-51.

SOUTHWOOD, T. R. E. y M. J. WAY. 1970. Ecological background to pest management. *Concept of pest management.* Proc. of a Conference held at North Carolina State University at Raleigh. North Carolina: 6-29.

SASSE, L. 1984 *La Planta de Biogás.* Vieweg. GTZ, Wiesbaden, Alemania. (pag. 12)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCION DE INVESTIGACION EXTENSION Y POSGRADO (DIEP)



Edgardo Jiménez Martínez, oriundo del Municipio de Masaya, Departamento de Masaya, realizó sus estudios primarios y secundarios en el Colegio Salesiano de Masaya. En el año 1984 ingresó a la Universidad Nacional Agraria y egresó en el año 1989 de la Carrera de Ingeniería Agronómica con orientación en Sanidad Vegetal. En el año 1999 recibió el título de Master of Science (MSc.) en Entomología de la Universidad de Arkansas, USA, bajo la beca “Fullbrigt Scholarship”. En el año 2003 recibe el título de Doctor of Philosophy (Ph.D) en Entomología de la Universidad de Idaho, USA. En el año 2005 recibe certificado de PostDoc en Biotecnología Agrícola de la Universidad Estatal de Michigan, USA.

En su desempeño laboral y profesional ha laborado para la Universidad Nacional Agraria desde el año 1994, y ha dictado las cátedras de Entomología, Manejo Integrado de Plagas, Métodos de Control de Plagas, Plagas de Cultivos Forestales, Uso y Manejo Racional de Plaguicidas Agrícolas y Parasitoides Agrícolas. En mayo del año 2004 fue nominado por la Sociedad Americana de Entomología y la Universidad de Idaho a recibir el prestigioso premio Huber C, Manis Award, en el Área de “Outstanding Entomology Research” por sus aportes a la ciencia en el Área de la Entomología Vegetal. En el año 2005 se le fue otorgada la beca “Bourlaug Fellowship” para estudios de postdoctorado en el Área de Ecología Química de Insectos en la Universidad de Idaho y en el año 2006 se le otorgó la beca “Cokran Fellowship” para estudios postdoctorales en el Área de Biotecnología Agrícola en la Universidad Estatal de Michigan. En agosto del 2005 recibió la Orden “Honor al Mérito Universitario” por su ejemplar trayectoria académica y efectiva contribución al desarrollo de la Educación Superior Pública.

Es autor de muchos artículos científicos en revistas indexadas y no indexadas, nacionales y extranjeras, guías técnicas, libros, textos de asignatura, ha presentado ponencias científicas en eventos nacionales e internacionales y ha sido asesor de 18 trabajos de tesis de pre y postgrado