

El Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades

Dra. Andrea Brechelt



**Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina
(RAP-AL)**

Agradecimiento

Agradezco a todos y a todas que escriben en este mundo por darme la posibilidad de aprender de sus libros, manuales y folletos. Espero de corazón que este manual será estudiado con la misma intensidad como yo he leído las publicaciones de ustedes y espero también que será útil para mucha gente.

La Autora

Título: Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades

**Autora: Dra. Andrea Brechelt
Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA)
República Dominicana**

**Edita: Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina
(RAP-AL)
Av. Providencia No. 365 Dpto.41, Santiago de Chile, Chile
Tel./Fax: 56-2-341 6742
rapal@rapal.cl**

**Primera Edición: Abril de 2004
Impresión:
Revisión: María Elena Rozas, Agnes Valvekens y Fernando Bejarano G.**

**La publicación de este Manual fue posible gracias al apoyo de:
HIVOS, Fondo Biodiversidad /Holanda; Sociedad Sueca por la Conservación de la Naturaleza**

Índice

1. **Introducción**
2. **La problemática de la agricultura convencional**
3. **El concepto de plagas**
4. **Las causas de la aparición de plagas**
5. **Los insecticidas como una solución**
 - 5.1 **Organoclorados**
 - 5.2 **Organofosforados**
 - 5.3 **Carbamatos**
 - 5.4 **Piretroides**
6. **El concepto de Manejo Integrado de Plagas (MIP)**
7. **Medidas para la protección natural de los cultivos contra plagas y enfermedades**
 - 7.1 **Cultivos mixtos y diversificación**
 - 7.2 **Rotación de cultivos**
 - 7.3 **Ritmo natural de los insectos**
 - 7.4 **Preparación del suelo**
 - 7.5 **Cercas vivas**
 - 7.6 **Trampas**
 - 7.7 **Organismos benéficos**
 - 7.7.1 *Los diferentes tipos de organismos y sus efectos*
 - 7.7.2 *Métodos de utilización*
 - 7.8 **Extractos de plantas**
 - 7.8.1 *El Nim (*Azadirachta indica* A. Juss), Fam. Meleaceae*
 - 7.8.2 *La Violeta (*Melia azedarach*), Fam. Meliaceae*
 - 7.8.3 *El Ajo (*Allium sativum*), Fam. Liliaceae*
 - 7.8.4 *El Ají Picante (*Capsicum frutescens*), Fam. Solanaceae*
 - 7.8.5 *La Lechosa (*Carica papaya*), Fam. Caricaceae*
 - 7.8.6 *La Guanábana (*Annona muricata*), el Mamón (*Annona reticulata*), Fam. Anonaceae*
 - 7.8.7 *El Tabaco (*Nicotiana tabacum*), Fam. Solanaceae*
 - 7.8.8 *El Piretro. (*Chrysanthemum cinerariifolium*), Fam. Asteraceae*
 - 7.8.9 *Otros insecticidas botánicos*
 - 7.8.10 *Otros extractos*
8. **Reflexiones finales**

Anexos

Literatura consultada

Tablas

1. Introducción

La agricultura moderna con la implementación de monocultivos a gran escala ha provocado varios problemas, en cuanto a enfermedades y plagas resistentes y especializadas en las plantas cultivadas.

La utilización de plaguicidas de origen químico de manera excesiva y sin previa asistencia técnica, en vez de resolver el problema, ha producido fuertes daños a la productividad de la agricultura, al ser humano y a la naturaleza.

Actualmente muchas instituciones están en la búsqueda de alternativas menos dañinas, aprovechando las defensas naturales de los organismos y reorganizando completamente las técnicas de cultivo tradicionales.

2. La problemática de la agricultura convencional

El crecimiento de la población mundial y, por consecuencia, el aumento de la necesidad alimenticia causó hace aproximadamente 30 años el inicio de la revolución verde que tenía como única prioridad el aumento de la cantidad de alimentos a todo costo. Desde entonces realmente se ha podido ver en el mundo un cambio extraordinario en la tecnología agropecuaria y indudablemente un aumento en la producción. Pero al mismo tiempo también empezaron a aparecer efectos negativos no calculados.

Para poder aumentar la producción había que aumentar notablemente la aplicación de insumos agrícolas. Como las plantas se alimentan de los nutrientes en el suelo y avanzan en su crecimiento según la disponibilidad de estos nutrientes en el lugar, se empezó a utilizar fertilizantes sintéticos en grandes cantidades. A parte de una mayor producción el uso de estos fertilizantes tiene varias desventajas fuertes. Los nutrientes aplicados de esta manera prácticamente no

realicen ningún tipo de intercambio con el suelo y una gran parte de ellos se pierde por erosión en el suelo y por liberación al aire. Lo que puede causar un efecto muy negativo al agua y por consecuencia a los arroyos y ríos. La concentración inadecuada de ciertos nutrientes en el agua causa un crecimiento anormal de las plantas y animales y un sobreuso del oxígeno, causando el colapso de este ecosistema.

Por el otro lado el aumento de la producción agrícola y especialmente la producción en monocultivos ha creado un aumento extraordinario de insectos-plagas y enfermedades especializadas en exactamente este cultivo. En la naturaleza no existen plagas. Se habla de plaga cuando un animal, una planta o un microorganismo, aumenta su densidad hasta niveles anormales y afecta directa o indirectamente a la especie humana, ya sea porque perjudique su salud, su comodidad, dañe las construcciones o los predios agrícolas, forestales o ganaderos, de los que el ser humano obtiene alimentos, forrajes, textiles, madera, etc. Es decir, ningún organismo es plaga *per se*. El concepto de plaga es artificial. Un animal se convierte en plaga cuando aumenta su densidad de tal manera que causa una pérdida económica al ser humano.



La multitud de problemas fitosanitarios se combaten desde hace mucho tiempo con insecticidas químicos. Mucho más todavía en la agricultura convencional, donde se les

Tabla 3: Factores que determinan la toxicidad de los pesticidas.

Factores que intervienen durante el contacto con el pesticida	Tipo de Contacto	Efectos
<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones climáticas • Tipo y condiciones del cultivo • Tipo de pesticidas • Concentración aplicada • Formulación • Ingredientes inertes • Método de aplicación • Condiciones del equipo • Duración de la aplicación • Dirección del viento • Atención durante el trabajo • Entre otros factores 	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto con la piel • Contacto por atragantamiento (oral) • Contacto por aspiración 	<ul style="list-style-type: none"> • Síntomas directos: Mareo, vómito, contracciones espasmódicas, coma • Síntomas crónicos: Daño al hígado y a los riñones, esterilidad, cambio de hemograma, tumores, reacciones alérgicas, cambios dermatológicos entre otros.

Fuente: Schwab, A. (adaptado) (1989).

considera como la única solución para dichos problemas, causando efectos inmediatos para reducir espectacularmente las poblaciones de insectos de manera efectiva y en el momento oportuno. Pero este uso discriminado de químicos en la protección de los cultivos ha causado graves problemas en la salud humana y en el medio ambiente. Tampoco ha podido eliminar o reducir las plagas y enfermedades que han atacado los cultivos. La situación es peor todavía. La aplicación permanente de sustancias químicas ha causado que los insectos y otros organismos se muestren resistentes a estas sustancias, esto quiere decir que ya no muestran ningún efecto, y requieran una dosis cada vez mayor. Si en el año 1938 existían tan solo 7 especies de insectos resistentes a los 5 grupos de insecticidas más importantes (DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptacloro, Órgano fosforados, Carbamatos, Piretrinas), hoy en día prácticamente no existen organismos dañinos de importancia económica que no hayan desarrollado resistencia, como mínimo contra una sustancia activa. Estos efectos han aumentado de una manera extraordinaria los costos de producción, con resultados muy negativos acerca de la competitividad en el

mercado mundial, tanto en el precio como en la calidad del producto.

Existen diferentes clases de pesticidas (**Tabla 1 y 2 en el anexo**). Entre ellos, por lo general, los insecticidas son los más tóxicos para el ser humano. Pero también los pesticidas con menos toxicidad aguda, tienen el riesgo de permanecer por largo tiempo en la cadena alimenticia, llegando en forma concentrada al ser humano como por ejemplo los organoclorados. Otros son sumamente cancerígenos o causan mutaciones y reacciones alérgicas. La toxicidad de los pesticidas para el aplicador depende de la forma de contacto y las condiciones físicas del hombre (Tabla 3). Como especialmente en la región tropical los aplicadores no llevan ropa de protección y muchas veces no pueden leer las indicaciones, las intoxicaciones son muy frecuentes y muchos casos terminan en la muerte (Tabla 4).

Tabla 4: Estimado de las intoxicaciones por pesticidas por año al nivel mundial

Intoxicaciones	Muertes	Fuentes
500,000	5,000	WHO 1973
-	20,640	Coppelstone 1977
750,000	13,800	Bull 1982
1.5 – 2.0 millones	40,000	Sim 1983
1.5 millones	28,000	Levine 1986

En la Región Tropical:

- ⇒ Se aplicó 15 % de los pesticidas a nivel mundial!
- ⇒ Se registró 50 % de las intoxicaciones por pesticidas!
- ⇒ Se registró 75 % de los casos de muerte por pesticidas!

Algunas investigaciones han mostrado que el 50% de las intoxicaciones y el 75% de los casos de muerte por pesticidas suceden en países de la región tropical, a pesar de que se aplican solamente el 15% de los pesticidas utilizados a nivel mundial.

La OMS ha clasificado los plaguicidas según su toxicidad aguda, para advertir a los agricultores el grado de peligrosidad:

Categorías Toxicológicas OMS (Organización Mundial de la Salud)

Categoría toxicológica		DL50 para la rata (mg/kg de peso del cuerpo)			
		Oral		Dérmica	
		Sólidos ^a	Líquidos ^a	Sólidos ^a	Líquidos ^a
Ia	Extremadamente peligroso	5 o menos	20 o menos	10 o menos	40 o menos
Ib	Altamente peligroso	>5-50	>20-200	>10-100	>40-400
II	Moderadamente peligroso	>50-500	>200-2000	>100-1000	>400-4000
III	Ligeramente peligroso	> 500	> 2000	> 1000	> 4000 ^b

Nota: Esta tabla no da cuenta del efecto crónico

Al consumidor de productos agrícolas los pesticidas llegan de dos diferentes formas, con los residuos en las hortalizas o vía la cadena alimenticia, concentrándose y causando daños irreparables y permanentes en la salud humana (Tabla 5 en el anexo).

El impacto sobre el medio ambiente depende del tipo de fertilizante y pesticida. Los daños más comunes son los siguientes:

- Contaminación del aire (organofosforados).
- Contaminación del suelo (organoclorados).
- Contaminación del agua (organoclorados y organofosforados).
- Formación de resistencias contra los pesticidas.
- Eliminación de enemigos naturales (productos no selectivos).
- Reducción de la población de las abejas.
- Envenenamiento de aves y peces.
- Reducción de la biodiversidad entre otros.

Hasta hace muy poco tiempo mucha gente pensaba que los países en vías de desarrollo no tienen los fondos para mantener sus recursos naturales o mejor dicho sus sistemas ecológicos intactos. La prioridad ha sido la producción de alimentos para una población cada día más grande. Esto ha significado una lucha de la tecnología en contra de la naturaleza.

Conociendo con el tiempo los efectos negativos de esta forma de agricultura, poco a poco se está cambiando el concepto de la producción agrícola de nuevo. El consumidor ha empezado a reclamar productos sanos, el agricultor reclama más seguridad y el ecologista demanda la protección del medio ambiente. Ahora se sabe, que solamente una integración hacia las condiciones naturales va a permitir una producción estable, ecológicamente sana, económicamente rentable y permanente. Los conceptos de la agricultura orgánica aseguran esta estabilidad de la producción agrícola sin causar daños irreparables a los seres

humanos, al medio ambiente y sin usar demasiados recursos económicos.

3. El concepto de las plagas

En la naturaleza, como resultado de múltiples presiones selectivas ocurridas en el curso de miles y millones de años, los organismos han desarrollado mecanismos de supervivencia y reproducción que explican su existencia actual. Pero, además de su presencia se advierte que existe cierto equilibrio en las cantidades de plantas, animales y microorganismos. Es decir, la acción combinada de múltiples factores abióticos y bióticos, explica que los organismos muestren una abundancia que, aunque variable estacionalmente, se mantiene más o menos constante en torno a un valor promedio típico. Así, cada especie en cada localidad exhibe cierta abundancia característica o típica; según la magnitud de ese valor, una especie será poco o muy abundante.

Puede afirmarse que en la naturaleza, a causa del efecto recíproco de unos organismos sobre otros, bajo ciertas condiciones ambientales, éstos muy rara vez incrementan sus densidades más allá de sus poblaciones promedios y, cuando lo hacen, con tiempo la situación retorna al estado normal. En otras palabras, en la naturaleza no existen plagas.

Se habla de plaga cuando un animal, una planta o un microorganismo, aumenta su densidad hasta niveles anormales y como consecuencia de ello, afecta directa o indirectamente a la especie humana, ya sea porque perjudique su salud, su comodidad, dañe las construcciones o los predios agrícolas, forestales o ganaderos, de los que el ser humano obtiene alimentos, forrajes, textiles, madera, etc. Es decir, ningún organismo es plaga *per se*. Aunque algunos sean en potencia, más dañinos que otros, ninguno es intrínsecamente malo. El concepto de plaga es artificial. Un animal se convierte en plaga cuando aumenta su densidad de tal manera que causa una pérdida económica al ser humano.

Plagas Claves

Son plagas que ocurren en forma permanente en altas poblaciones, son persistentes y muchas veces no pueden ser dominadas por las prácticas de control; si no se aplican medidas de control pueden causar severos daños económicos. Sólo pocas especies adquieren esta categoría dentro de los cultivos, generalmente porque no poseen enemigos naturales eficientes.

Sobre esta categoría de plagas se basan las estrategias de control en los cultivos. Las plagas claves más importantes en la región tropical son las Moscas Blancas, los áfidos y las larvas de lepidópteros entre otros en varios cultivos.

Plagas ocasionales

Son especies cuyas poblaciones se presentan en cantidades perjudiciales sólo en ciertas épocas, mientras que en otros períodos carecen de importancia económica. El incremento poblacional por lo general está relacionado con cambios climáticos o desequilibrios causados por el hombre.

Plagas potenciales

Hay que entender que la gran mayoría de especies que ocurren dentro de un cultivo, tienen poblaciones bajas sin afectar la cantidad y calidad de las cosechas. Pero si por alguna circunstancia, desaparecieran los factores de control natural, estas plagas potenciales pueden pasar a las categorías anteriores. Por ejemplo la aplicación exagerada de insecticidas que también mata los benéficos y los monocultivos entre otras actividades pueden causar este cambio.

Plagas migrantes

Son especies de insectos no residentes en los campos cultivados, pero que pueden llegar a ellos periódicamente debido a sus hábitos migratorios causando severos daños. Ejemplos son las migraciones de langostas.

La clasificación de plagas puede sufrir algunas variaciones de apreciación, dependiendo del sistema de producción agrícola, aquí se tiene por ejemplo a la agricultura de bajos insumos externos y a la agricultura ecológica; en esta última la dinámica de las plagas está condicionada por la biodiversidad generada por las características del sistema.

En un sistema conducido con los parámetros de la agricultura ecológica, las plagas claves reducirán su acción nociva, debido a que se evita contar con una sola especie de planta que provoca un mayor incremento de su población. Esto dependerá del tipo de cultivo, las dimensiones del área de cultivo, las características del desarrollo de plaga, las condiciones ambientales, etc., de tal manera que la disminución de la cosecha por acción de una plaga clave puede ser muy variable de estos y otros factores.

La multitud de problemas fitosanitarios se combaten desde hace mucho tiempo con insecticidas químicos. Mucho más todavía en la agricultura moderna, son tratados como la única solución para dichos problemas, causando efectos inmediatos para reducir espectacularmente las poblaciones de insectos de manera efectiva y en el momento oportuno. Pero como resultado han provocado una situación más grave todavía. Especialmente en la región tropical se presentan grandes problemas de intoxicaciones de los mismos agricultores y obreros, efectos residuales en los productos agrícolas, contaminaciones de suelo, agua y aire, plagas resistentes contra prácticamente todos los insecticidas en el mercado y como consecuencia de todo esto la destrucción de los sistemas ecológicos.

En los sistemas agrícolas tradicionales, los métodos de protección vegetal básicamente son preventivos influyendo de manera negativa las condiciones ambientales para las plagas y de manera positiva para los insectos benéficos. Los sistemas ecológicos, además, son asociaciones entre plantas, animales, microorganismos y los componentes

abióticos. Cada ser viviente tiene su hábitat y su convivencia con otros seres vivientes. Esta relación se ha desarrollado durante un largo proceso de adaptación y selección.

Las regiones dedicadas a la agricultura deben ser tratadas como sistemas ecológicos. Esto significa que hay que adaptarlas a las condiciones locales y tomar en cuenta las leyes ecológicas para el desarrollo agropecuario.

4. Las Causas de la Aparición de las Plagas.

Se hace necesario analizar cuáles factores diferencian a los ecosistemas naturales de los ecosistemas artificiales (cultivos agrícolas, plantaciones forestales, fincas de ganado), para tratar de entender las causas de la aparición de las plagas. Algunos de estos factores se señalan a continuación:

- Para suplir sus necesidades alimenticias, de vestido y vivienda, el ser humano ha transformado áreas de vegetación natural, de gran complejidad estructural, en áreas uniformes de cultivos que, en ciertos casos, pueden alcanzar centenares de hectáreas plantadas con un solo tipo de cultivo. En el monocultivo se presenta una sobreabundancia de alimento, muy concentrado físicamente - mientras que en la naturaleza el alimento es más escaso y está más espaciado-; tal disponibilidad del recurso permite a un organismo herbívoro o aun patógeno alcanzar niveles epidémicos, de plaga.
- En conexión con la simplificación de los ecosistemas naturales, se ha eliminado la vegetación silvestre que, según se ha documentado en algunos casos, sirve como fuente de alimento o refugio a los enemigos naturales (parasitoides y depredadores) de las plagas, por lo que la densidad de éstos disminuye y, de manera concomitante, aumenta la de la plaga.
- Ciertos cultivos exóticos, al ser introducidos en una nueva región, pueden resultar atacados por organismos que

nunca habían estado en contacto con ellos, y que se alimentan de plantas silvestres. Este cambio de preferencia, aunado a la plantación extensiva del nuevo cultivo, favorece la conversión en plaga de un organismo previamente inocuo.

- En la naturaleza, y aun en los campos de cultivo, hay unos organismos que atacan a otros y se les denominan enemigos naturales. Estos, clasificables como depredadores, parasitoides o patógenos, mantienen a bajas densidades ciertos insectos (llamados plagas secundarias) que, de no existir aquellos, alcanzarían el *status* de plaga primaria. En efecto, cuando se usan plaguicidas en forma desmedida para combatir una plaga primaria, esas sustancias diezman o eliminan los enemigos naturales de las plagas secundarias, por lo que éstas pueden alcanzar densidades anormales y convertirse en plagas primarias. Así, los plaguicidas más bien estarían fomentando la aparición de plagas.
- El ingreso accidental de un organismo en una nueva región o país y el súbito incremento de sus densidades, crean un problema de plaga antes inexistente. En insectos, la aparición de estas plagas exóticas, que muchas veces no alcanzan el *status* de plaga en el país de procedencia, se explica por el no ingreso de los enemigos naturales de esa plaga, que la mantienen a bajas densidades en aquel país.
- Ciertos gustos o hábitos de los consumidores, o pautas fijadas para la exportación de productos agrícolas, hacen que no se acepten en el mercado productos con daños ligeros que no impedirían su consumo, o con daño aparente, puramente superficial. Es decir, esos gustos, hábitos o pautas convierten un daño aparente en daño real, y al organismo causante, de inocuo en nocivo.

5. Los insecticidas como una solución

La multitud de problemas fitosanitarios se combaten desde hace siglos con insecticidas químicos. Mucho más todavía en la agricultura moderna, son tratados como la única solución para dichos problemas, causando efectos inmediatos para reducir espectacularmente las poblaciones de insectos de manera efectiva y en el momento oportuno. Los insecticidas químicos se pueden dividir en cuatro grandes grupos.

5.1 Organoclorados

Este grupo de insecticidas se caracteriza porque:

- Presentan en su molécula átomos de carbono, hidrógeno, cloro y ocasionalmente oxígeno.
- Contienen anillos cíclicos o heterocíclicos de carbono.
- Son apolares y lipofílicos.
- Tienen poca reactividad química.

Los compuestos organoclorados son altamente estables, característica que los hace valiosos por su acción residual contra insectos y a la vez peligrosos debido a su prolongado almacenamiento en la grasa de los mamíferos. Dentro de este grupo de insecticidas se encuentran compuestos tan importantes como el DDT, BHC, clordano y dieldrin.

Estos compuestos provocaron una revolución en el combate de los insectos, por su amplio intervalo o espectro de acción y su bajo costo; se han usado de manera intensiva para controlar plagas agrícolas y de importancia médica. Poseen baja toxicidad para mamíferos y otras especies de sangre caliente, sin embargo, sus residuos son de gran persistencia en el ambiente; además, debido a su alto grado de liposolubilidad, se acumulan en los tejidos adiposos de muchos organismos a través del proceso de biomagnificación en la cadena trófica.

Por estos problemas arriba mencionados hoy en día la comunidad internacional está

tratando de prohibir su producción, su comercialización y su uso a través del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.

5.2 Organofosforados

El desarrollo de estas insecticidas data de la Segunda Guerra Mundial, cuando los técnicos alemanes encargados del estudio de materiales que podrían ser empleados en la guerra química, descubrieron y sintetizaron una gran cantidad de compuestos orgánicos del fósforo. Posteriormente, los trabajos hechos por el químico Gerhard Schrader en el campo de la agricultura, permitieron comprobar que muchos de los compuestos orgánicos del fósforo presentaban toxicidad elevada contra insectos perjudiciales.

La mayoría de los organofosforados actúan como insecticidas de contacto, fumigantes y de acción estomacal, pero también se encuentran materiales sistémicos, que cuando se aplican al suelo y a las plantas son absorbidos por hojas, tallos, corteza y raíces, circulan en la savia haciéndola tóxica para los insectos que se alimentan al succionarla.

Los primeros compuestos organofosforados utilizados como insecticidas, pertenecen al tipo de ésteres sencillos del ácido fosfórico tales como el TEPP y otros, a los que se agregó después el paratión, que a pesar de su antigüedad sigue siendo de uso común en todo el mundo.

Características básicas de los Organofosforados

- * Son más tóxicos para vertebrados que los compuestos organoclorados.
- * No son persistentes en el medio ambiente, principal causa que motivó la sustitución en el uso de los organoclorados por los organofosforados.

5.3 Carbamatos

En los años 60 apareció un tercer grupo de insecticidas conocidos como carbamatos.

Los carbamatos presentan una persistencia y toxicidad intermedia entre los organoclorados y los organofosforados, tienen usos variados, principalmente como insecticidas, herbicidas y fungicidas.

El carbaril es el carbamato más conocido y utilizado en el control de larvas y otros insectos que se alimentan del follaje. El hecho de que estos derivados se hayan desarrollado más recientemente que los organofosforados, hace que su comportamiento general (acción, selectividad, metabolismo, etc.) no haya alcanzado el desarrollo que se ha realizado con los insecticidas organofosforados. Los carbamatos actúan, al igual que los organofosforados inhibiendo a Acetilcolinesterasa en las sinapsis nerviosas.

El problema en general que presentan estos insecticidas es su alta toxicidad aguda, por lo tanto son muy peligrosos para el usuario directo, el agricultor.

5.4 Piretroides

A partir de los años 80, el grupo de los piretroides ha recibido mucha atención debido a su baja toxicidad para mamíferos, casi nula acumulación en el medio ambiente y gran utilidad como alternativa en el combate de plagas agrícolas. Desafortunadamente, a pesar de que sólo se ha autorizado un número reducido de piretroides, ya se han registrado casos de resistencia en campo y laboratorio. Este grupo de compuestos se ha sintetizado al usar como base la estructura química de las piretrinas naturales, con las que comparten algunas características toxicológicas.

El piretro es un insecticida de contacto obtenido de las flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Compositae) que se ha usado como insecticida desde el año 400 a. de C., en lo que es hoy Irán. Se le conocía como polvo de Persia y se presume que fue empleado para combatir piojos humanos. Actualmente se sabe que las variedades que crecen en los altiplanos de Kenia, producen

las proporciones más altas de ingredientes activos; comercialmente se cultiva en el Cáucaso, Irán, Japón, Ecuador y Nueva Guinea. El piretro debe su importancia a su inmediata acción de derribo (unos cuantos segundos) sobre insectos voladores, aunado a su baja toxicidad para animales de sangre caliente, debido a su rápido metabolismo en productos no tóxicos. De este modo, a diferencia del DDT, el piretro no es persistente, repele a algunos insectos y sus residuos son de vida corta. Estas características evitaron la exposición prolongada de los insectos al piretro, lo cual contribuyó al escaso número de casos de resistencia al producto, a pesar de haberse empleado por mucho tiempo.

El piretro es usado para combatir plagas en alimentos almacenados, contra insectos caseros y de cultivos industriales, dirigido a larvas ya adultos de lepidópteros y de otros insectos fitófagos de vida libre, siempre y cuando parte de su ciclo biológico pueda estar expuesta a la acción de contacto del tóxico.

El piretro se obtiene a partir de las flores secas de crisantemo; se extrae con queroseno y dicloruro de etileno y se condensa por destilación al vacío.

Son varios los factores ambientales que degradan a las piretrinas, entre ellos luz y calor. Su baja estabilidad impide que sean efectivas contra plagas en condiciones de campo.

Debido a la inestabilidad de las piretrinas en el medio y al desarrollo de otros productos insecticidas, en la década de los años 40 se relegó el estudio de las piretrinas. Sin embargo, en 1945 se sintetizó la retrolona a partir de la piretrina I; fue el primer piretroide sintético.

En la actualidad los piretroides sintéticos han desplazado casi completamente la piretrina natural. El problema más grave en su uso es el desarrollo rápido de resistencias en algunas plagas.

6. El concepto del Manejo Integrado de Plagas (MIP)

Los resultados negativos del uso exagerado de las pesticidas han causado reacciones también en el mundo de la agricultura convencional. Tanto los servicios de extensión agrícola como los fabricantes de insumos agroquímico y los organismos internacionales han buscado una solución a los peligros graves que los químicos pueden causar al medio ambiente y la vida humana. Un compromiso, que han aceptado todas las partes, es el Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Según la definición de la FAO “El Manejo Integrado de Plagas es una metodología que emplea todos los procedimientos aceptables desde el punto económico, ecológico y toxicológico para mantener las poblaciones de organismos nocivos por debajo del umbral económico, aprovechando, en la mayor medida posible, los factores naturales que limitan la propagación de dichos organismos.” De acuerdo a esta definición, el objetivo del manejo integrado de plaga es minimizar el uso de productos químicos y dar prioridad a medidas biológicas, biotécnicas y de fitomejoramiento, así como a técnicas de cultivo. Si se aplicase de esta manera, estaríamos en la mitad del camino hacia un manejo ecológico de plagas. Pero a pesar de que el medio ambiente y las medidas ecológicas ya juegan un rol importante en esta estrategia, la economía sin duda tiene prioridad.

Aun así, muchas de las características del MIP también son importantes para el Manejo Ecológico de Plagas (MEP). Por lo tanto vale mencionarlas aquí:

Características básicas del MIP:

- El control se basa en conocimientos sobre los organismos nocivos y benéficos.

- La meta es, establecer las poblaciones de organismos dañinos a bajo nivel de densidad no eliminarlos.
- La combinación de varias medidas de control.
- La inclusión del ecosistema en la estrategia del control para lograr manejar.
- La aplicación de estrictas reglas de rentabilidad. Quiere decir, sólo se implementen medidas de control cuando el perjuicio esperado es mayor que los costos de dicha medida. Esto nos lleva al concepto del umbral de intervención.
- Realización de las aplicaciones de las medidas a su debido tiempo, con esto se renuncia al “calendario de aplicaciones”, por ser éste un método que induce a un empleo excesivo e indiscriminado de plaguicidas.

El concepto de los umbrales

El umbral económico indica el grado de infestación por una plaga en el cual los costos de una medida de control son equivalentes al valor monetario de la pérdida de cosecha que esa medida evita.

El umbral de intervención indica el grado de infestación en el cual debe implementarse una medida de control para evitar que la población de organismos nocivos supere el umbral económico.

Para la toma de decisiones con fundamento económico en el manejo integrado de plagas es relevante el umbral de intervención. Para determinar con exactitud el umbral de intervención es necesario conocer los siguientes parámetros:

- La relación entre población de organismos nocivos y la pérdida de beneficios, esto es, la relación infestación-pérdida.
- Los beneficios que se obtendrán si no interviene la influencia de la población de organismos nocivos, esto es, los beneficios potenciales.

- El precio del producto de la cosecha, expresando como precio desde la explotación agrícola.
- Los costos de una medida de control.
- La eficacia de una medida de control.

De esto se deduce que el umbral de intervención es un factor variable y en la práctica es difícil determinarlo con exactitud. Además se necesita un sistema de vigilancia del cultivo permanente.

Los instrumentos del manejo integrado de plagas

Los instrumentos más importantes del manejo integrado de plagas pueden clasificarse en cuatro grupos principales:

- Las técnicas de cultivo y medidas de fitomejoramiento.
- Las medidas de control mecánicas y físicas.
- Las medidas de protección vegetal biológica y biotécnica.
- Las medidas químicas

Es obvio, que los tres primeros puntos también son la base para el manejo ecológico de plagas. Por lo tanto, para explicar las diferentes medidas, se pasa al capítulo de la protección natural de los cultivos. Lo más importante de este capítulo es, de no olvidarse de los umbrales de intervención. También en la agricultura orgánica el agricultor tiene que funcionar con un concepto económico. Si aplica un producto biológico según un calendario pero sin necesidad, posiblemente no causa efectos negativos al medio ambiente o al ser humano pero está perdiendo dinero. Una agricultura orgánica sin rentabilidad no existirá para mucho tiempo.

7. Medidas para la protección natural de los cultivos

¿Que medidas existen para proteger los cultivos orgánicos contra animales y enfermedades que pueden reducir

notablemente la rentabilidad de la producción también en la producción orgánica?

Manejo Agroecológico de Plagas (MAP)
Controles culturales <ul style="list-style-type: none">• Control manual de insectos.• Eliminación de plantas o frutas enfermas.• Barbecho.• Variedades resistentes.• Rotación y asociación de cultivos.• Manejo de densidad y fechas de siembra.• Manejo de riego para combate de malezas.• Cercas vivas para crear refugios para los enemigos naturales.• Trampas.• Caldos minerales.
Control biológico <ul style="list-style-type: none">• Conservación o fomento de los enemigos naturales de las plagas.• Aumento de organismos benéficos.• Introducción de enemigos naturales contra plagas exóticas.
Control con plantas insecticidas <ul style="list-style-type: none">• Uso de polvos, extractos, aceites de plantas con propiedades insecticidas, reguladores de crecimiento, repelentes o que alteren el comportamiento de las plagas.
Fuente: Bejarano G., F. (2002)

Algunos de estos métodos se describirán más detalladamente.

En los sistemas tradicionales de agricultura los métodos de protección vegetal básicamente son preventivos influyendo de manera negativa las condiciones ambientales para las plagas y de manera positiva las de los insectos benéficos.

Los sistemas ecológicos son asociaciones entre plantas, animales, microorganismos y los componentes abióticos. Cada ser viviente tiene su hábito y su convivencia con otros

seres vivientes. Esta relación se ha desarrollado durante un largo proceso de adaptación y selección.

Las regiones dedicadas a la agricultura deben ser tratadas como sistemas ecológicos, esto significa, adaptarlas a las condiciones locales y tomar en cuenta las leyes ecológicas para el desarrollo agropecuario.

La protección vegetal es muy compleja en la cual influyen tanto las condiciones agroecológicas como económicas y socioculturales. Se necesita un equilibrio entre las diferentes medidas para poder mantener el sistema lo más cerca posible a lo natural y los niveles de insectos, enfermedades y otros agentes lo más lejos posible del umbral económico. El umbral económico indica el grado de infestación en el cual los costos de una medida de control son equivalentes al valor monetario de la pérdida de cosecha que esa medida evita. El umbral de intervención alude al grado de infestación en el cual debe implementarse una medida de control para evitar que la población de organismos nocivos supere el umbral económico.

7.1 Cultivos mixtos y diversificación



Muchos de los organismos nocivos más importantes son monófagos, es decir, se han especializado en un género de especies vegetales o incluso en una sola especie. El cultivo de una planta o el cultivo continuo de esta misma planta crean las condiciones de

vida para la multiplicación acelerada de algunas plagas.

Ciertas combinaciones de diferentes cultivos reducen drásticamente el peligro de infestación por una plaga. Un buen ejemplo para esta práctica es la combinación de maíz con habichuela. Los cultivos asociados favorecen las poblaciones de organismos benéficos, sirven como barrera para impedir que un organismo nocivo se desplace hacia su hospedero y aumentan la diversidad. La idea es, utilizar plantas de diferentes familias que por lo general tienen diferentes exigencias acerca del lugar y son sensibles o resistentes contra diferentes tipos de plagas y enfermedades. Además en un cultivo mixto las plantas hospederas de una plaga se encuentran a más distancia. Algunos experimentos han demostrado que por todos estos efectos se puede reducir la incidencia de plagas desde un 30 hasta un 60 %.

Combinaciones favorables son:

- Maíz - habichuela
- Tomate - repollo
- Maíz - habichuela - plátano
- Maíz - batata
- Maíz - maní
- Maíz - yuca - habichuela
- Maíz - guandul
- Maíz - habichuela - maní - arroz
- Rábano - ajíes - lechuga
- Papa - cebolla - habichuela - maíz
- Batata - berenjena - tomate

Es mucho mejor también la integración de cultivos perennes, como por ejemplo frutales, palmas u otro tipo de árboles.

Una forma especial es la siembra de plantas repelentes, muchas veces no comestibles, contra algunas plagas específicas aprovechando, por ejemplo, su fuerte olor para alejar a los insectos y otros tipos de animales. Algunas plantas que se pueden usar como repelentes son las siguientes: culantro, perejil, apio, menta, hierba-buena, chrysanthemum, sésamo, y algunas

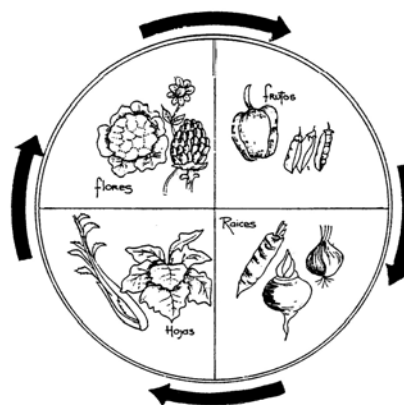
gramíneas. Por lo general pueden ser muy efectivas contra larvas de mariposas y nemátodos.

7.2 Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es la plantación sucesiva de diferentes cultivos en el mismo terreno. Las rotaciones son opuestas al cultivo continuo y pueden ir de 2 a 5 años de largo. Generalmente el agricultor planta cada año una parte de su terreno con cada uno de los cultivos que forman parte de su rotación.

Los organismos nocivos pueden sobrevivir en los rastrojos, en otras plantas que actúan como hospederos provisionales, o incluso en el suelo, invadiendo el próximo cultivo. Sin embargo, mediante una sucesión de cultivos no adecuados para las plagas, puede interrumpirse el ciclo de vida de estos organismos.

Dibujo 1: Esquema para la rotación de cultivos. (Fuente: Suquilanda V., M. B. 1995).



La rotación específica de cultivos es la única medida rentable de control de determinados nemátodos u organismos patógenos, por ejemplo hongos que viven en el suelo. El principio de este método consiste en retardar la siembra siguiente de la planta huésped hasta que las condiciones de vida para los organismos no les permitan sobrevivir. Una rotación adecuada de cultivos es

especialmente eficaz para privar de nutrientes a organismos que debido a su escasa movilidad o de estenofagia, dependen de una única planta hospedera, demostrando menor eficacia contra organismos polípagos o móviles.

La rotación requiere que el productor piense sobre el rol que cada cultivo juega en su sistema. En un sistema productivo se pueden involucrar 5 tipos de plantas según la parte que se aprovecha:

Raíz	Hortalizas de hojas	Semilla	Frutas	Pasto/Hierba
papas, batatas, cebolla, zanahorias, yuca, ajo, remolacha, rábano	repollo, lechuga, apio, espinaca, col china, albahaca, culantro	Maíz, lentejas, habichuela, guandules	Tomate, ayuama, ají, melones, berenjenas, pepino	2 ó 3 años de mezcla permanente de hierbas leguminosas cuando hay producción animal (época de descanso)

Una rotación adecuada de cultivos requiere como base un registro de los cultivos de cada parcela.

7.3 Ritmo natural de los insectos

La elección de la época adecuada para la siembra también puede reducir mucho la infestación en la plantación. Normalmente cada etapa de crecimiento del cultivo está asociada con plagas específicas. Por lo tanto hay que hacer todo lo posible para que la etapa sensible de la planta no coincida con la alta incidencia de una plaga que prefiere exactamente el cultivo en ese estado. Para esto es necesario conocer los ciclos de vida de los insectos dañinos más importantes y los efectos de sus diferentes estadios a los cultivos.

7.4 Preparación del suelo

La preparación adecuada del suelo es una buena medida contra plagas que desarrollan

sus estados larvales o papales en el mismo suelo o en residuos orgánicos que se quedan después de la cosecha. El arado influye de dos formas:

- Huevos, larvas y pupas pueden ser transportadas a niveles tan profundos en el suelo que no les es posible llegar a la superficie.
- También es posible que sean transportados a la superficie, donde se secan por la acción del sol, o aves u otros animales los comen.

Especialmente en regiones calientes cualquier tipo de arado tiene también efectos negativos y causa problemas en el equilibrio del suelo. El humus puede destruirse y se acelera la erosión. La decisión sobre este tipo de trabajo hay que tomarla sobre la base de la infestación del suelo, la situación del lugar y con mucho cuidado.

7.5 Cercas vivas

Las cercas vivas se utilizan en la agricultura para evitar los daños de animales grandes en la finca y para proteger las propiedades en general.

En la región tropical las especies más usadas son:

- La raqueta (*Euphorbia lactea*)
- El croton (*Codiaeum variegatum*)
- El piñón cubano (*Gliciridia sepium*)
- El piñón de leche (*Jatropha curcas*)
- La cabuya (*Agave sisalana*)

Estas cercas pueden hospedar una gran cantidad de insectos, aves, arañas y otros organismos útiles para el control natural de las plagas. Una cerca crea nichos ecológicos para los animales útiles. Se introduce más diversidad en las parcelas, con el resultado más común de disminuir el impacto de las plagas. También, como los cultivos están más protegidos de las influencias ambientales, muestran una resistencia mayor.

7.6 Trampas

El control etológico utiliza algunas características del comportamiento de las plagas para diseñar estrategias de control. Desde tiempos se conoce que muchas especies de insectos son fuertemente atraídas a fuentes de luz y el color amarillo. Estas características han permitido el perfeccionamiento de técnicas de trapeo para algunos lepidópteros y coleópteros (trampas de luz) y para algunos dípteros (trampas amarillas).

Con el avance del análisis bioquímico, se han logrado sintetizar compuestos naturales que son excretados hacia el exterior del cuerpo de los insectos, que actúan como mensajes químicos y afectan varios tipos de comportamiento. Estos compuestos son conocidos como semioquímicos, y de ellos, las feromonas sexuales son el grupo que posee mayor aplicación práctica.

Las feromonas sexuales son sustancias producidas por un organismo y percibidas por otro perteneciente a la misma especie para provocar reacciones específicas en su comportamiento y fisiología.

Para lograr una implementación exitosa de esta tecnología y con ella reducir las aplicaciones de insecticidas, es necesario determinar el umbral económico, es decir, definir con cierto grado de precisión un tamaño de captura de machos, más allá de los cuales, se incrementa notablemente el riesgo de pérdidas económicas causadas por el daño de las larvas de la plaga. Como las capturas de los machos se hace varios días antes de que aparezcan las larvas, de esta manera se puede averiguar si el nivel de plaga va a llegar al umbral económico o no. Si la respuesta es negativa, se sigue con la captura y el monitoreo. Si la respuesta es positiva, se determina la fecha de inicio de las aplicaciones de plaguicidas biológicos sin pérdida de dinero.

Esta tecnología se puede utilizar para:

- Mejorar la eficiencia de los plaguicidas convencionales.
- Supresión de la población sin plaguicidas por el trapeo masivo y la interrupción del apareamiento o confusión de los machos.

Todavía hay algunos problemas que obstaculizan el desarrollo más acelerado de este método y esto tiene que ver con una incompleta identificación de los componentes químicos de las feromonas, falta de buenos dispersores, alto costo de producción y un incompleto conocimiento de la biología de las plagas. Debido a la creciente demanda por un uso adecuado de los agroquímicos sintéticos, se puede esperar que en el futuro cercano se incrementará la investigación y el uso práctico de las feromonas sexuales como un componente importante del manejo de las plagas agrícolas.

7.7 Organismos benéficos

Como se explicó anteriormente, en los sistemas ecológicos intactos las plagas potenciales tienen sus enemigos naturales, que ayudan a mantener su población a un nivel aceptable. En el caso de sistemas agro ecológicos y tratándose de insectos plagas no nativos del país, estos organismos pueden ser aprovechados para un sistema de protección vegetal estable.

7.7.1 *Los diferentes tipos de organismos y sus efectos*

Los organismos benéficos utilizados para el control biológico pueden clasificarse en cuatro grupo:

- Patógenos.
- Parasitoides.
- Depredadores.
- Fitófagos.

Patógenos

Entre los patógenos que atacan a los artrópodos se encuentran bacterias, hongos,

virus y protozoarios. Los patógenos están siempre latentes en el ecosistema. Bajo condiciones favorables, se produce de forma espontánea un aumento de su población y se reducen las de los organismos dañinos. Por lo general estos aumentos de la población de un patógeno se producen sólo cuando la densidad de población de una plaga ha alcanzado un punto crítico y el cultivo ya ha sufrido daños. Sin embargo, este tipo de proceso se puede acelerar por inoculación, dado que los patógenos en general pueden aplicarse en forma de productos fabricados de acuerdo a una fórmula. Ya existen varios productos comerciales de este tipo en el mercado internacional.



**Broca de café infestada por
*Beauveria bassiana***

Los más conocidos son:

- Bacterias: *Bacillus thuringiensis* (contra larvas de lepidópteros). El producto más conocido y vendido de este grupo.
- Hongos: *Beauveria bassiana* (contra *Hypothenemus hampei*, *Diaprepes abbreviatus*), *Metarhizium anisopliae* (para el control de *Hypothenemus hampei*, *Empoasca sp.*), *Verticillium lecanii* (contra *Bemisia tabaci*), entre otros.
- Virus: Poliedrosis nuclear o granulosis (que afectan larvas de lepidópteros).

Estos productos, básicamente los hongos han ganado mucho de importancia por ser capaz de controlar la broca de café. En varios países el manejo de la broca se está realizando utilizando un producto a base de *Beauveria* como único “funguicida”

utilizando adicionalmente controles culturales.

Parasitoides



Cephalonomia stephanoderis

Los parasitoides son insectos cuyo desarrollo tiene lugar en el cuerpo de un insecto huésped, causando la muerte de éste. En general, los parasitoides atacan a una determinada especie, y su densidad de población depende directamente de la población de la especie huésped. Sin embargo, el desarrollo de los parasitoides tiene lugar con retraso con relación al del hospedero, de modo que un rápido aumento de la densidad de la población de organismos nocivos produce daños en los cultivos antes de que los parasitoides puedan inhibir su acción.

El control biológico se puede realizar importando, adaptando y criando grandes cantidades de parasitoides de otras regiones y liberándolos en la zona, o fomentando a tiempo la densidad de las poblaciones de parasitoides existentes. Ambos métodos requieren una considerable capacidad para la conservación y la cría masiva de insectos.

- Los parasitoides más conocidos son: *Trichogramma sp.* (para larvas y huevos de lepidópteros).
- *Cephalonomia stephanoderis* (contra la broca del café)
- *Encarsia formosa* (contra la mosca blanca).

Depredadores



Coccinella septempunctata (adulto)

Los depredadores exterminan a los organismos dañinos cazándolos y devorándolos. No persiguen, en general, una especie determinada, y su movilidad hace que sean eficaces también contra poblaciones de baja densidad. Algunos depredadores se nutren, por épocas, de plantas y pueden ser destruidos por venenos de contacto o ingestión o por insecticidas sistémicos.



Coccinella septempunctata (larva)

Los depredadores más importantes son:

- Chinchas y ácaros de predadores.
- las vaquitas o mariquitas (coleópteros coccinélidos).
- Los cárabos, arañas y *Chrysopidae*.



Avispa de la familia *Chrysopidae*

Fitófagos

Los fitófagos son organismos que devoran partes de las plantas, causando serios trastornos en su desarrollo. Hoy se utilizan para el control de maleza sobre todo insectos y, en medios acuáticos, peces fitófagos.

7.7.2 Métodos de utilización

La utilización de grupos de organismos benéficos para el control de plagas abarca tres formas: introducción, conservación y fomento, y liberación periódica de organismos benéficos.

En la introducción de un programa de control biológico hay que observar los siguientes pasos:

1. Determinar la importancia económica del organismo dañino.
2. Identificar correctamente el organismo dañino y comprobar si es importado o autóctono.
3. Recolectar informaciones sobre el organismo dañino que se desea controlar.
4. Identificar los enemigos naturales y determinar su efectividad.
5. Analizar las condiciones para el establecimiento de un organismo benéfico.
6. Identificar los factores que influyen sobre la densidad de las poblaciones.

7. Calcular la relación costos-beneficios de las medidas de control biológico planeadas.

La forma más conocida de control biológico de una plaga es importar de su país de origen los enemigos naturales de dicho organismo y establecerlos en el lugar. Este método es exitoso a largo plazo solamente si el organismo se adapta a su nuevo entorno y se multiplica y se expande. La hipótesis en este caso es, que un insecto introducido se puede convertir muy fácil en una plaga por la falta de los enemigos naturales, los cuales en su país de origen le mantienen en un nivel económicamente aceptable.

Si no es posible la instalación definitiva de un enemigo natural o su densidad no es suficiente para un control eficiente, hay que realizar una liberación periódica.

En el caso de *Bacillus thuringiensis*, una bacteria que libera esporas, y de la cual existen muchas subespecies que controlan larvas de lepidópteros, dípteros y coleópteros, la eficacia se basa en los cristales tóxicos que forma durante la fase de esporulación y que están dentro de las esporas. Con esta bacteria ya se obtienen varios productos comerciales en el mercado, que se aplican como cualquier otro producto, por aspersión sobre las hojas del cultivo cuando la densidad de la plaga requiere un control.

Además de los productos a base de *Bacillus thuringiensis*, ya se están utilizando los siguientes organismos de manera regular en el control de plagas, entre otros:

- *Beauveria bassiana* contra la broca del café y *Diaprepes sp.* en cítricos.
- *Verticillum lecanii* contra mosca blanca.

Por lo general las condiciones y los cultivos de ciclo corto no permiten una instalación permanente del organismo benéfico, por lo que se necesitan aplicaciones periódicas cuando aparecen las plagas.

7.8 Extractos de plantas

La naturaleza ha creado durante siglos varias sustancias activas que, correctamente aplicadas, pueden controlar insectos plagas de manera eficiente. El reemplazo de los insecticidas sintéticos por sustancias vegetales representa una alternativa viable, pero no significa que estos extractos de plantas pueden restablecer por sí mismos el equilibrio ecológico que reclamamos para un sistema agro ecológico estable. El control directo con este método no deja de ser una medida de emergencia y debe utilizarse con mucha precaución. Además, como no son sistémicos hay que aplicarlos con mucha precisión en el envés de las hojas, donde habitan la mayoría de los insectos plagas.

Las ventajas de las sustancias botánicas son obvias: la mayoría son de bajo costo; están al alcance del agricultor; algunas son muy tóxicas pero no tienen efecto residual prolongado y se descomponen rápidamente; en su mayoría no son venenosas para los mamíferos. Los compuestos químicos encontrados en ciertas plantas tienen reacciones de diferente índole frente a los organismos que se desean eliminar. Así, se han detectado sustancias inhibitoras del crecimiento y fitohormonas. Estas nos pueden dar una idea sobre las posibles reacciones entre planta y planta. Las reacciones de planta a hongo parecen basarse en la presencia de una sustancia "anti-hongo", cuyo mecanismo de defensa es inducir la lignificación de las paredes celulares. Las reacciones planta-insecto son las que mejor han sido estudiadas.

En la literatura aparecen descritos alrededor de 866 diferentes plantas que funcionan como insecticidas, 150 que controlan nemátodos y muchas más que ayudan a combatir ácaros, babosas y ratas. En la tabla 8 en el anexo se puede ver una pequeña parte de estas plantas. A continuación se presenta una relación de las plantas más conocidas y más usadas al nivel mundial. Aún siendo productos naturales hay que utilizarlos con la misma precaución como los plaguicidas químicos y

solamente deberían ser utilizados si las demás medidas no son suficientes para mantener la población de un insecto o una enfermedad a un nivel donde no pueden causar daños económicos.

7.8.1 *El Nim (Azadirachta indica A. Juss), Fam. Meliaceae*



El Nim pertenece a la familia Meliaceae y tiene su origen en la India y Birmania. En la actualidad ha sido introducido como árbol de reforestación en muchos países de América Latina, Asia y África con regiones secas y calientes por su poca exigencia a agua y suelo. Todas sus partes contienen sustancias activas que desde hace siglos se están utilizando en la India en la protección vegetal pero también en la medicina veterinaria y humana. Se han aislado 25 diferentes ingredientes activos, de los cuales por lo menos 9 afectan el crecimiento y el comportamiento de los insectos. Los ingredientes típicos del Nim son Triterpenoides (Limonoides), de los cuales los derivados de Azadirachtina, Nimbin y Salannin son los más importantes, con efectos específicos en las diferentes fases de crecimiento de los insectos. Por la gran cantidad de sustancias activas y el tipo de acción sobre los insectos, prácticamente es imposible que las plagas puedan desarrollar resistencia hacia sus compuestos.

Los Nimbinos y Salanninos causan efectos repelentes y anti-alimentarios en el caso de varios insectos de los órdenes Coleoptera, Homoptera, Heteroptera, Orthoptera. También existen reportes de control en

Nematodos. La Azadirachtina y sus derivados causan generalmente una inhibición del crecimiento y alteran la metamorfosis. Estas sustancias provocan un desorden hormonal en diferentes etapas en el desarrollo del proceso de crecimiento del insecto, influyendo las hormonas de la muda y de la juvenilidad. Así los insectos no son capaces de desarrollarse de una manera normal y se producen deformaciones de la piel, de las alas, patas y otras partes del cuerpo. Por su modo de acción básicamente es un veneno por digestión.

- Controla: larvas de lepidópteros, coleópteros, himenópteros, dípteros, adultos de coleópteros, homópteros y heterópteros pequeños, etc.
- Preparación: 30 gramos de semillas molidas, 20 gramos de torta molida u 80 gramos de hojas molidas para 1 litro de agua. Esperar entre 5 y 8 horas, mezclando bien el líquido; filtrar para la aplicación.
- Aplicación: se aplica con una bomba mochila temprano en la mañana o tarde en el día, cubriendo bien toda la superficie de la planta, especialmente en el revés de las hojas. Por lo menos hay que realizar 3 aplicaciones (cada 6 a 8 días entre cada aplicación) según la incidencia de las plagas.
- Atención: no afecta a animales de sangre caliente, tampoco a seres humanos, no se acumula en el medio ambiente y tiene muy poco efecto contra organismos benéficos.



Preparación del extracto acuoso de Nim.

Los productos de Nim se pueden utilizar en hortalizas, frutales y plantas ornamentales.

Para extensiones grandes de terreno ya existe el aceite formulado y el extracto alcohólico de Nim. De las semillas descascaradas con una prensa se extrae el aceite crudo y se formula con sustancias que ayudan a diluir el aceite en agua.



La producción de aceite con una prensa mecánica

- El aceite de Nim se puede utilizar en cultivos hortícolas, ornamentales y frutales para el control de larvas de lepidópteros, moscas blancas, áfidos, y chinches pequeños. El producto también fortalece el desarrollo de la planta y evita el ataque de plagas.

- Un litro de aceite formulado contiene aprox. 0.5% (550 ppm) de Azadirachtina. La dosis recomendada es de 5-10 ml por litro de agua.
- Atención: no afecta a animales de sangre caliente, tampoco a seres humanos, no se acumula en el medio ambiente y tiene muy poco efecto contra organismos benéficos. No existe la necesidad de usar ropa de protección, aunque se recomienda proteger los ojos durante la aplicación.

Experiencias en el campo muestran, que el Nim es todavía más efectivo contra lepidópteros cuando se utiliza de manera alterada con un producto a base de *Bacillus thuringiensis*. En el caso del bacillus el Nim evita el desarrollo de resistencias y aumenta la cantidad de diferentes plagas que se puede controlar. En el caso de Nim el bacillus tiene un efecto sinérgico, que mejora todavía notablemente la efectividad.

A base de las hojas, las semillas y el aceite de Nim se están preparando productos muy diferentes como por ejemplo: jabones medicinales, champú medicinal, repelentes contra mosquitos y polilla, té contra fiebre y parásitos y mucho más.

Tabla 6:
Ingredientes activos de las semillas de Azadirachta indica A. Juss y sus efectos principales contra las plagas de cultivos (según Gruber, A. 19991, adaptado).

Grupo de Compuestos de Nim y sus efectos más importantes

Plagas (insectos, nematodos)	Nimbine		Salannine	Azadirachtine		Aceites	
	Efectos repelentes	Anti- alimentarios	Alteración de la Metamor- fosis	Reducción de la fecundidad	Inhibición de poner huevos	Defectos en la conducta	Productos del Nim
Lepidoptera Coleoptera Hymenoptera (larvas)	—	—	■	—		—	Extracto de las semillas ricas en Azadirach-tina
Coleoptera (adultos)	■	■		■	■	—	Extractos de las semillas, con aceite y Azadirach-tina; aceite de Nim
Diptera (larvas)		—	■	—			Extractos de las semillas ricas de Azadirach-tina
Homoptera Heteróptera (adultos)	■	■		■		■	Aceite de las semillas, extractos de hojas con Azadirach-tina
Orthoptera	■	■	—	—	—	■	Extractos de semillas y hojas con aceite
Orthoptera			■	■			Extractos del aceite con Azadirach-tina
Tysanoptera	—	—	—	—	—	—	Extractos de las semillas con aceite
Nematodos	■	—		—	—	—	Extractos de hojas y semillas ricas en Nimbin

Leyenda:

Fuertes Efectos



Efectos leves



Tabla 7: Dosificación del Insecticida Nim según plagas y cultivos.

Cultivos	Plagas	Dosis Productos a base de Nim		
		Semillas Molidas de Nim	Aceite Formulado de Nim	Torta de Nim
Melón	Gusanos del melón (<i>Diaphania hyalinata</i> , <i>Diaphania nitidalis</i>)	875 g P.C./tarea	175 cc P. C./tarea	525 g P. C./tarea
	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	1,750 g P. C./tarea	350 cc P.C./tarea	1,050 g P.C./tarea
Aji	Áfidos: <i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> .	1,312 g P.C./tarea	312 cc P.C./tarea	788 g P.C./tarea
	Lepidópteros: <i>Spodoptera spp.</i> , <i>Heliothis sp.</i>	656 g P.C./tarea	156 cc P.C./tarea	394 g P.C./tarea
	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	1,312 g P.C./tarea	312 cc P.C./tarea	788 g P.C./tarea
Tomate	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	1,295 g P.C./tarea	350 cc P.C./tarea	1,050 g P.C./tarea
	Mosca minadora (<i>Liriomyza trifolii</i>)	875 g P.C./tarea	175 cc P.C./tarea	525 g P.C./tarea
	Áfidos: <i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> .	1,295 g P.C./tarea	350 cc P.C./tarea	1,050 g P.C./tarea
	Gusanos de alfiler (<i>Keiferia lycopersicella</i>)	875 g P.C./tarea	175 cc P.C./tarea	525 g P.C./tarea
	Polilla de la papa (<i>Gnorimoschema opecullella</i>)	875 g P.C./tarea	175 cc P.C./tarea	525 g P.C./tarea
	Gusanos de los frutos (<i>Heliothis zea</i> , <i>H. virescens</i> , <i>Spodoptera spp.</i>)	875 g P.C./tarea	175 cc P.C./tarea	525 g P.C./tarea
Repollo	Polilla de la col (<i>Plutella xylostella</i>)	1,050 g P.C./tarea	210 cc P.C./tarea	630 g P.C./tarea
	Falso medidor de la col (<i>Trichoplusia ni</i>)	1,050 g P.C./tarea	210 cc P.C./tarea	630 g P.C./tarea
	Áfidos: <i>Lipaphis erysimi</i> , <i>Brevicorne brassicae</i> .	2,100 g P.C./tarea	420 cc P.C./tarea	1,260 g P.C./tarea
Remolacha	Minadores: <i>Liriomyza sp.</i> , <i>Spodoptera exigua</i>	750 g P.C./tarea	156 cc P.C./tarea	450 g P.C./tarea
	Áfidos	1,500 g P.C./tarea	312 cc P.C./tarea	900 g P.C./tarea
Molondrón	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	1,750 g P. C./tarea	175 cc P.C./tarea	1,050 g P.C./tarea
	Gusano de los frutos (<i>Heliothis zea</i> , <i>H. virescens</i> , <i>Spodoptera spp.</i>	875 g P.C./tarea	175 cc P.C./tarea	525 g P.C./tarea
	Áfidos: <i>Aphis gossypii</i> , <i>Myzus persicae</i>	1,750 g P. C./tarea	350 cc P.C./tarea	1,050 g P.C./tarea
Auyama	Gusano del melón y pepino (<i>Diaphania hyalinata</i> , <i>D. Nitidalis</i>)	1,312 g P.C./tarea	262.5 cc P.C./tarea	787.5 g P.C./tarea
	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	2,624 g P.C./tarea	525 cc P.C./tarea	1,574 g P.C./tarea
	Áfidos	2,624 g P.C./tarea	525 cc P.C./tarea	1,574 g P.C./tarea
Lechuga	Mosca minadora (<i>Liriomyza spp.</i>)	750 g P.C./tarea	156 cc P.C./tarea	450 g P.C./tarea
	Áfidos: <i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i>	1,500 g P.C./tarea	312 cc P.C./tarea	900 g P.C./tarea
Berenjena	Moscas minadoras: <i>Liriomyza trifolii</i>	1,312 g P.C./tarea	262.5 cc P.C./tarea	787.5 g P.C./tarea
	Gusanos de alfiler (<i>Keiferia lycopersicella</i>)	1,312 g P.C./tarea	262.5 cc P.C./tarea	787.5 g P.C./tarea
	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	2,624 g P.C./tarea	525 cc P.C./tarea	1,574 g P.C./tarea
Berenjena	Polilla de la papa (<i>Gnorimoschema opecullella</i>)	1,312 g P.C./tarea	262.5 cc P.C./tarea	787.5 g P.C./tarea
	Gusanos cornudos (<i>Manduca spp.</i>)	1.312 g P.C./tarea	262.5 cc P.C./tarea	787.5 g P.C./tarea
Sandía	Gusano del melón y pepino (<i>Diaphania hyalinata</i> , <i>D. nitidalis</i>)	1,312 g P.C./tarea	262.5 cc P.C./tarea	787.5 g P.C./tarea
	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	2,624 g P.C./tarea	525 cc P.C./tarea	1,574 g P.C./tarea
	Áfidos	2,624 g P.C./tarea	525 cc P.C./tarea	1,574 g P.C./tarea
Pepino	Gusano del melón y pepino (<i>Diaphania hyalinata</i> , <i>D. nitidalis</i>)	875 g P.C./tarea	175 cc P.C./tarea	525 g P.C./tarea
	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	1,750 g P. C./tarea	350 cc P.C./tarea	1,050 g P.C./tarea
	Áfidos	1,750 g P. C./tarea	350 cc P.C./tarea	1,050 g P.C./tarea

Leyenda:
P. C. = Producto concentrado
1 tarea : 628.93 m²
-La cantidad de agua a utilizar no excederá a la dosis mínima del producto por litro de agua.

7.8.2 *La Violeta (Melia azedarach), Fam. Meliaceae*

La Violeta pertenece a la misma familia del Nim y contiene como sustancias activas también derivados de los triterpenoides, pero son un poco diferentes. La sustancia más conocida es el meliantriol.



La preparación del extracto acuoso a base de las semillas de la violeta

Como el Nim funciona contra el mismo tipo de insectos, solamente hay que utilizar dosificaciones de semillas u hojas un 30 % más altas, por las bajas concentraciones de las sustancias activas en las diferentes partes del árbol. Es un veneno de contacto y por digestión.

- Controla: larvas de lepidópteros, áfidos, ácaros, langostas, entre otros.
- Preparación: 60 gramos de semillas molidas o 100 gramos de hojas secas en 1 litro de agua. Esperar 5 horas, mezclar la solución bien, y después filtrarla.
- Aplicación: la aplicación se puede realizar con una bomba mochila. Se necesitan por lo menos 3 aplicaciones (una aplicación cada 8 días) cubriendo bien toda la superficie del cultivo.

- Atención: el extracto es tóxico para animales de sangre caliente y seres humanos.

7.8.3 *El Ajo (Allium sativum), Fam. Liliaceae*

El ajo por lo general se cultiva para la alimentación humana pero también puede ser usado en la protección vegetal como insecticida, fungicida y antibacterial. Tanto los bulbos como las hojas contienen sustancias activas que se pueden extraer con agua, o el aceite con una prensa, y aplicarlas en los cultivos.

- Controla: larvas de lepidópteros, áfidos, chinches pequeños y varias enfermedades causadas por hongos.
- Preparación: se muelen 2 libras del bulbo y se mezcla con 20 cucharitas de jabón en 1 galón de agua. Después de 4 horas se cuele para la aplicación.
- Aplicación: de la solución se mezcla 1 litro con 20 litros de agua y se aplica con una bomba de mochila por lo menos cada 6 a 8 días.

Para fabricar productos formulados se utilizan especies que tienen un alto contenido de las sustancias activas y se cultiva este tipo especialmente con el propósito de sacar el aceite para ser formulado.

7.8.4 *El Ají Picante (Capsicum frutescens), Fam. Solanaceae*



El ají picante se cultiva para utilizarlo como condimento en la comida humana pero es también muy conocido por su alto contenido de alcaloides en las frutas maduras. Estas sustancias tienen efecto como insecticida, repelente y antiviral.

- Controla: larvas de lepidópteros, áfidos y virus.
- Preparación: 100 g de las frutas maduras secas y molidas se mezclan con 1 litro de agua. Una parte de este concentrado se puede diluir con 5 partes de una solución agua-jabón.
- Aplicación: la solución preparada se puede aplicar cada 6 ó 8 días directamente al cultivo.
- Atención: Concentraciones demasiado altas pueden causar fitotoxicidad. Hay que manejar la preparación y la solución con mucho cuidado porque causa irritación en la piel y en los ojos.

7.8.5 *La Lechosa (Carica papaya), Fam. Caricaceae*



Las hojas de este árbol, que se cultiva por sus frutas dulces y aromáticas, contienen enzimas y alcaloides que pueden ser utilizadas como fungicida y nematocida.

- Controla: hongos y nemátodos.

- Preparación: se mezclan 2 libras de hojas molidas con 1/8 de pasta de jabón rayado en 1 galón de agua y se deja reposar 2 a 3 horas.
- Aplicación: después de colar el extracto se debe aplicar el mismo día.
- Atención: el producto puede ser irritante para la piel.

7.8.6 *La Guanábana (Annona muricata), el Mamón (Annona reticulata), Fam. Anonaceae*



Las frutas inmaduras, las semillas, hojas y las raíces de los árboles de esta familia contienen una gran cantidad de sustancias muy efectivas en el control de plagas. Funcionan como veneno de contacto y ingestión pero el proceso es lento. Aproximadamente 2 hasta 3 días después de la aplicación aparecen los primeros efectos.

- Controla: larvas de lepidópteros, áfidos, esperanzas, trips, saltamontes, escamas, entre otros.
- Preparación: 2 onzas de semillas descascaradas y molidas, se mezclan con 1 litro de agua. Después de dejar esta mezcla reposar 24 horas se cuela y está preparada para la aplicación.
- Aplicación: se aplica durante las horas frescas debajo de las hojas principalmente.

Atención: evitar que la solución haga contacto con los ojos porque causa grandes dolores y hasta cefalea.

7.8.7. El Tabaco (*Nicotiana tabacum*), Fam. Solanaceae

El tabaco tiene como principio activo la nicotina que es uno de los tóxicos orgánicos más fuertes en la naturaleza. La nicotina actúa sobre el sistema nervioso de los insectos a través de la respiración, ingesta y contacto. Funciona como insecticida, fungicida, repelente y acaricida.

- Controla: adultos y larvas de lepidópteros y coleópteros, entre otros.
- Preparación: 12 onzas de tabaco cocidas durante 20 minutos en un galón de agua para 60 litros de insecticida.
- Aplicación: hasta 3 aspersiones cada 8 días.
- Atención: sumamente tóxico para animales de sangre caliente y seres humanos!

7.8.8 El Piretro (*Chrysanthemum cinerariifolium*), Fam. Asteraceae

El piretro es uno de los insecticidas botánicos más antiguos del mundo. Las flores de *Chrysanthemum cinerariifolium* contienen piretrina, la substancia activa, que ya en concentraciones muy bajas es biológicamente activa. La planta se cultiva en alturas entre 1,600 y 3,000 m sobre el nivel del mar, básicamente en Africa en el altiplano de Kenia, porque mientras más alto y frío mucho mejor es la concentración de la piretrina en las flores. El piretro debe su importancia a su inmediata acción de derribo (unos cuantos segundos) sobre insectos voladores, aunado a su baja toxicidad para animales de sangre caliente, debido a su rápido metabolismo en subproductos no tóxicos. De este modo, el piretro no es persistente. Estas características evitaron la exposición prolongada de los insectos al piretro, lo cual contribuye al escaso número de casos de resistencia al producto.

El piretro es usado para combatir plagas en alimentos almacenados, contra insectos

caseros y de cultivos industriales, dirigido a larvas ya adultas de lepidópteros y otros insectos fitófagos de vida libre, siempre y cuando parte de su ciclo biológico pueda estar expuesto a la acción de contacto del producto.

El piretro se obtiene a partir de las flores secas de crisantemos; se extrae con queroseno y dicloruro de etileno y se condensa por destilación al vacío.

La sustancia se descompone rápidamente después de la aplicación, especialmente por los rayos del sol y el calor.

- Controla: larvas de lepidópteros, áfidos, saltamontes, mosquitos, etc.
- Preparación y aplicación: por lo general hay productos formulados en el mercado que indican la dosificación y la preparación.
- Atención: solamente aplicar en horas de la tarde.

7.8.9 Otros insecticidas botánicos

Para completar esta parte hay que mencionar algunas plantas conocidas al nivel mundial pero con muy poca incidencia en el país:

Planta	Substancia activa	Efecto
<i>Derris sp.</i> Fam. Leguminosa	Rotenona	Insecticida, Repelente
<i>Quassia amara</i> Fam. Simarubaceae	Cuasinoideos	Insecticida, nematicida
<i>Mammea americana</i> Fam. Guttiferaceae	Mammein	Insecticida
<i>Ricinus communis</i> Fam. Emphorbiacea		Insecticida, Repelente
<i>Schoenocaulon officiale</i> Fam. Liliaceae		Insecticida, Repelente
<i>Ocimum basilicum</i> Fam. Lamiaceae	Aceites esenciales	Insecticida, Repelente

(Ver también la Tabla 8 en el anexo)

7.8.10 *Otros extractos*

En la agricultura de subsistencia o en pequeños huertos se utilizan también otros tipos de extractos como por ejemplo:

- Extracto acuoso de jabón (insecticida, acaricida).
- Extracto acuoso de ceniza vegetal (fungicida).
- Azufre, cobre o cal (fungicida).

8. Reflexiones finales

Son muchas las reflexiones que se pueden realizar a partir de la problemática del manejo de plagas, especialmente cuando se enfoca el uso indiscriminado de plaguicidas; pero también son muchas las reflexiones cuando se trata de decidirse cual es el camino correcto para que un sistema alternativo al convencional pueda ser implementado.

El Manejo Ecológico de Plagas es la consecuencia de un enfoque agroecológico que proviene de la agricultura orgánica, biológica, ecológica, biodinámica, natural, sostenible o sustentable; coincidentes en la visión holística del entorno del ecosistema y donde la intervención del hombre ha generado los agroecosistemas. Además hay que tener en cuenta las habilidades desarrolladas históricamente, producto de éxitos y fracasos acumulados en el esfuerzo por controlar las poblaciones de plagas que atacan a los cultivos. Todo esto ha constituido un valioso potencial cultural y tecnológico insuficientemente estudiado y valorado.

El control biológico natural, constituye una parte importante en el desarrollo de estrategias ecológicas de manejo de los problemas fitosanitarios. El control biológico clásico jugará un rol complementario de optimización del control natural, siendo una condición indispensable para su viabilización práctica, la de un trabajo previo de estabilización del ecosistema.

El control biológico debe ser una tecnología de mediano y largo plazo, consecuencia del trabajo de recuperación y estabilización de los ecosistemas a través de estrategias de protección y recuperación de fertilidad de los suelos, manejo del recurso hídrico, agroforestería, conservación de la biodiversidad, desarrollo socioeconómico, etc. Todos estos aspectos deberán formar parte de las estrategias a adoptarse para la aplicación de los principios del MEP.

Las posibilidades del MEP pueden ser muchas si es que se potencian y combinan adecuadamente el conjunto de técnicas y prácticas posibles de implementar en un agroecosistema. Más aún si se pretende regular la dinámica poblacional de los insectos y otros organismos potencialmente nocivos.

Anexos

Literatura consultada

1. **Altieri, Miguel A.**. Agroecology. Intermediate Technology Publications, London/UK 1987.
2. **Altieri, Miguel A.**. Agroecología. ciencia y aplicación. CLADES, Berkeley, California, 1993.
3. **Andrews, K. L. y J. R. Quezada (edt)**. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. El Zamorano, Honduras, 1989.
4. **Arning, I. Y A. Lizárraga Travaglini (edt.)**. Manejo Ecológico de Plagas – Una Propuesta para la Agricultura Sostenible. RAAA, Lima, Perú, 1999.
5. **Bejarano González, F.** La Espiral del Veneno. RAPAM, Texcoco, Estado de México, 2002
6. **Brandjes, P., Van Dongen, P., Van der Veer, A.**. Green manuring and other forms of soil improvement in the tropics. AGRODOK 28, CTA, Wageningen, Netherlands, 1989.
7. **Brechelt, A. y C. L. Fernández (ed)**. El Nim: un árbol para la agricultura y el medio ambiente. Fundación Agricultura y Medio Ambiente, Santo Domingo, Rep. Dominicana, 1995.
8. **Brechelt, A.**. Los Insecticidas: consecuencias de su práctica abusiva. INTEC: Ciencia y Sociedad, Vol. XIX, No.1 y No. 2, Santo Domingo 1994.
9. **Brechelt, A.**. Guía técnica para la instalación de composteras. Fundación Agricultura y Medio Ambiente, San Cristóbal, República Dominicana. 1996.
10. **Buley, M.**. La exportación de productos provenientes de cultivos ecológicos controlados. PROTRADE/GTZ, Eschborn, Alemania, 1994.
11. **COMUS**. Elaboración de plaguicidas orgánicos. Editorial Sombrero Azul-ASTAC, El Salvador 1996.
12. **De los Santos, A. y A. Brechelt**. Recetas de insecticidas naturales. Fundación Agricultura y Medio Ambiente, San Cristóbal, Rep. Dominicana, 1996.
13. **Fuentes Sandoval, F.**. Producción y uso de *Trichogramma* como regulador de plagas. RAAA, Lima, Perú, 1994.
14. **Gagnon, D.**. El Machete Verde. SUCO, Managua, Nicaragua, 1995
15. **García G., J. E. y J. M. Nájera**. Simposio Centroamericano sobre Agricultura Orgánica. UNED, San José, Costa Rica, 1995.
16. **Gomero O., L. (edt.)**. Plantas para proteger cultivos. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos, Lima, Perú, 1994.
17. **Grosse-Rüschkamp, A.**. El manejo integrado de plagas. Schriftenreihe GTZ No. 246, Eschborn, Alemania, 1994.
18. **Guerrero B., J.**. Abonos Orgánicos – Tecnología para el manejo ecológico del suelo. RAAA, Lima/Perú, 1993.
19. **Kral, D. M. (edt.)**. Organic Farming: Current Technology and its role in a sustainable agriculture. ASA Special Publication Number 46 Madison, Wisconsin, USA, 1984.
20. **Lisansky, S.G.**. Green Growers Guide. CPL Scientific Limited. Newbury, Berkshire, UK, 1990.
21. **Lizarraga Travaglini, A. y J. Iannacone Oliver (edt.)**. Manejo de feromonas en el control de plagas agrícolas. RAAA, Lima, Perú, 1996.
22. **Müller-Sämman, Karl M.**. Bodenfruchtbarkeit und standortgerechte Landwirtschaft. Schriftenreihe der GTZ, Nr. 195, Eschborn, 1986.
23. **Nivia, E.**. Mujeres y plaguicidas – Una mirada a la situación actual, tendencias y riesgos de los plaguicidas. PAPALMIRA, Palmira, Colombia, 2000.
24. **Ocampo, R.A. (edt.)**. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. CATIE, Informe Técnico No. 267, Turrialba, Costa Rica, 1995.
25. **Prakash, A. and J. Rao**. Botanical pesticides in agriculture. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA, 1997.
26. **Restrepo, J.**. Abonos orgánicos fermentados. CEDECO/OIT, San José, Costa Rica, 1996.
27. **Sabillón, A. y M. Bustamante**. Plantas con propiedades plaguicidas, Parte I. Zamorano, Honduras, 1996.
28. **Schmutterer H. (edt.)**. The Neem Tree and other meliaceous plants. VCH Verlagsgesellschaft GmbH, Weinheim, Germany 1995.
29. **Schwab, A.**. Pestizideinsatz in Entwicklungsländern. PAN, Weikersheim, Margraf, Germany, 1989.
30. **Stoll, G.**. Natural Crop Protection. Verlag Josef Margraf, Aichtal, Alemania, 1986.
31. **Suquilanda, Manuel B.**. Agricultura orgánica. Talleres Gráficos ABYA-YALA, Quito, 1995.
32. **Thurston, H.D.; M. Smith; G. Abawi y S. Kearl**. Tapado: los sistemas de siembra con cobertura. CIIFAD, Ithaca, New York, 1994.

Tabla 1. : Potencial de toxicidad de pesticidas usados frecuentemente.

Nombre Genérico	Dosis letal oral LD 50 mg/kg (Ratón)	Tiempo de Carencia	Cancerígeno	Provoca Mutaciones	Provoca Alergias	Tóxico para las Abejas	Tóxico para los peces	Tóxico para insectos benéficos *
Insecticidas, Acaricidas								
1. Organo Clorados								
Aldrin	38 DD	42	*	*	*	*	*	
Clordano	460 DD		*	*	*			
DDT	113 DD	42				*	*	
Dieldrin	46 DD	42	*	*	*	*	*	
Endosulfan (Thiodan)	80	60					*	4
Heptacloro	100 DD		*			*		
Lindano (y-HCH)	88 DD	49	*			*	*	3-4
2. Organo Fosforados								
Demeton-S-Methyl	40	28		*		*	*	3-4
Diazinon (Basudin)	300	60				*	*	3-4
Dimethoat Perfekthion	150	60	*				*	3-4
Malathion 2100		21			*	*		
Parathion (E 605)	13 DD	56	*			*	*	
3. Carbamatos								
Aldicarb (Temik)	0.93 DD			*		*	*	3-4
Carbaryl (Sevin)	300	35	*	*		*	*	3-4
Carbofuran (Furadan)	8	70	*			*	*	
Methomyl (Lanate)	17	14				*	*	4
Pirimicarb (Pirimor)	147	28	*					3-4
Propoxur (Baygon)	95	14		*		*	*	4
4. Otros Insecticidas								
Dibromochlor-propan (DBCP)	170 DD		*	*				
Dicofol(Kelthane)	690	35	*				*	3
Pentachlorophenol (PCP)	80 DD		*		*			
Permethrin (Ambusch)	4000	56	*			*	*	4
Deltamethrin (Decis)	2200	56	*			*	*	4
Fungicidas								
Benomyl	10000	56	*	*	*		*	
Captafol	5000	35	*	*	*			1
Captan	9000	28	*	*	*		*	1
Folpet	1000	28	*	*			*	1
Mancozeb (Dithane)	7000	56	*					

Continuación Tabla 1								
Nombre Genérico	Dosis letal oral LD 50 mg/kg (Ratón)	Tiempo de Carencia	Cancerígeno	Provoca Mutaciones	Provoca Alergias	Tóxico para las Abejas	Tóxico para los peces	Tóxico para insectos benéficos *
Herbicidas								
Alachlor (Lasso)	1200	90	*				*	
Atrazin (Gesaprim)	2000	90		*				1
2. 4-D (U46-D)	375	28	*					
Dinoseb-Acetato (Aretit)	60	28				*	*	
Deiquat (Renglone)		231	14				*	1-2
Glyphosat (Roundup)	4320	42	*				*	1-2
Linuron (Afalón)	4000		*					
MCPA (Hedonal M)	700	28						
Paraquat (Gramoxone)	150	14		*	*			

Explicaciones:

DD: Producto que pertenece a la Docena Sucia

* 1 = no tóxico, 2 = ligeramente tóxico, 3 = medianamente tóxico, 4 = muy tóxico para benéficos.

**Tabla 2: Toxicidad de algunos insecticidas caseros comunes
(Ware 1994; Farm Chemicals Handbook 1996, Weinzierl and Henn. 1994)**

Ingrediente Activo Nombre Comercial	Dermal LD50 (mg/kg)	Dermal dosificac. para matar pers. de 150 lbs. (lbs)	Oral LD50 (mg/kg)	Oral dos. para matar pers. de 150 lbs. (lbs)
Acephate (Orthene) Organofosfato	2,000	0.300	866	0.130
Azadirachtina (neem) Botánico	0.000	0.000	5,000	0.750
Bacillus Thuringiensis Biológico	0.000	0.000	0.000	0.000
Beauveria Bassiana Biológico	0.000	0.000	0.000	0.000
Carbaryl (Sevin) Carbamato	4,000	0.600	850	0.128
Chlordano Organoclorado	580	0.087	283	0.042
Chlorpyrifos/Dursban Organofosfato	2,000	0.300	135	0.020
Cypermethrin Pyrethroid	2,000	0.300	247	0.037
d-Limonene Botánico	0.000	0.000	0.000	0.000
DDT/Organoclorado	1,931	0.290	87	0.013
Diazinon/Organofosfato	379	0.037	88	0.010
Dicofol (Kelthane) Organoclorado	4,000	0.600	575	0.086
Endosulfan (Thiodan) Organoclorado	74	0.011	18	0.003
Lindano Organoclorado	500	0.075	76	0.011
Malathion Organofosfato	4,100	0.615	1,842	0.276
Nicotina/Botánico	50	0.008	55	0.008
Nosema locustae Botánico	0.000	0.000	0.000	0.000
Permitrina (Ambush) Pyrethroid	2,000	0.300	2,200	0.330
Piperonyl Butoxid Synergist	7,500	1.125	7,500	1.125
Propoxur (Baygon) Carbamato	1,000	0.150	95	0.014
Pyrethrum/Botánico	1,800	0.270	1,350	0.203
Rotenona/Botánico	1,000	0.150	60	0.009
Sabadilla/Botánico	0.000	0.000	4,000	0.600
Sal de mesa	0.000	0.000	3,000	0.450
Jabón/insecticida	0.000	0.000	16,500	2.475

Nota: Algunos productos tienen un rango amplio del LD50, dependiendo de la formulación.

Tabla 5: Residuos de pesticidas en hortalizas en la República Dominicana

Cultivo	Producto	Promedio de residuos en ppm	Residuos tolerable según norma de los EE.UU. en ppm	Tiempo de Aplicación (días antes de la cosecha)
Tomate	Lannate (Methomyl)	109.55	1.0	6-10
Repollo	Lannate	47.47	5.0	26
Repollo	Aldrin (4 aplicaciones)	186.06	0.1	89
Repollo	Dimethoat	-	2.0	10-28

Fuente: Freistadt et. al. (1979)

Tabla 8: Plantas con Sustancias Activas para el Control de Plagas y Enfermedades

Especie	Nombre Común	Localización	Partes tóxicas	Principales ingredientes
<i>Aesculus californica</i>	California buckeye	California	Nectar, semillas	Coumarins
<i>Amianthium muscaetoxicum</i>	Crow poison	Estados Unidos	Bulbo, hoja	Alkaloides
<i>Amorpha fruticosa</i>	Indigobush	Sur Estados Unidos	Fruta	Rotenoides
<i>Anabasis aphylla</i>		Rusia, Asia	Hoja,	Anabasine
<i>Anamirta cocculus</i>	Fishberry	India, E. U	Fruta	Picrotoxin
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Nim, Neem	India, Birmania	Semillas	Triterpenoides
<i>Canna generalis</i>	Canna lily	Estados Unidos	Hojas	
<i>Celastrus angulata</i>	Bittersweet	China	Hoja, raíz	Alkaloide
<i>Cimifuga foetida</i>	Fetid bugbane	India	Raíz	Alkaloide
<i>Croton tiglium</i>	Croton	China, India	Semilla	Resina de Croton
<i>Delphinium consolida</i>	Field larkspur	E. U., Inglaterra	Semilla	Alkaloide
<i>Delphinium staphisagria</i>	Stavesacre, lousewort	Europa, E. U	Semilla	Alkaloide
<i>Dryopteris (Aspidium) filix-mas</i>	Male fern	Estados Unidos	Rizoma	Filicin
<i>Duboisia hopwoodii</i>	Pituri	Australia	Hoja	Nornicotina
<i>Heliopsis scabra</i>	Oxeye	Mexico	Raíz	Scabrin
<i>Heliotropium peruvianum</i>	Heliotrope	Sur América		Heliotropina
<i>Melanthium virginicum</i>	Bunchflower	Este E. U.	Bulbo, hoja	
<i>Melia azaderach</i>	Violeta, Chinaberry	Asia Tropical, Australia	Hoja, fruto	Alkaloide
<i>Milletia pachycarpa</i>	Fishpoison cliber, Hung-yao	China	Raíz	Rotenoide
<i>Mundulea sericea</i>	Aligator plant	Africa, India		Rotenoide
<i>Nerium oleander</i>	Oleander, rose laurel	Algeria	Hoja	Oleandrin
<i>Nicandra physalodes</i>	Peruvian groundcherry	India	Hoja	Nicandrenone
<i>Phellodendron amurense</i>	Amur River corktree	China, Japón	Fruta	Aporfina y alcaloides protoberberines
<i>Physalis mollis</i>	Smooth groundcherry	Estados Unidos	Hoja	Glycosides
<i>Rhododendron hunnewellianum</i>	Nao-yang-wha	China	Flor	Andromedatoxin
<i>Rhododendron molle</i>	Sheep-poison, yellow azalea	China	Flor	Andromedatoxin
<i>Solanum tuberosum</i>	Papa	Sur América	Tubérculo	Alkaloide (Solanum)
<i>Sophora flavescens</i>	Sophora	China, Japón	Raíz	Alkaloide (Sparteine)
<i>Sophora pachycarpa</i>	Sophora	China, Japón	Raíz, Hoja	Alkaloide (Sparteine)
<i>Stemona tuberosa</i>	Paipu	China	Raíz	Alkaloide

El Manejo Ecológico de Plagas (MEP) es la consecuencia de un enfoque agroecológico que proviene de la agricultura orgánica, biológica, ecológica, biodinámica, natural, sostenible o sustentable; coincidentes en la visión holística del entorno del ecosistema y donde la intervención del hombre ha generado los agroecosistemas.

La Dra. Andrea Brechelt es Ingeniera Agrónoma, Doctora en Ciencias Agrarias, Directora Ejecutiva de la Fundación Agricultura y Medio Ambiente de la República Dominicana, con amplia experiencia en agricultura orgánica. En este trabajo nos brinda valiosa información sobre el MEP y cómo reemplazar insecticidas sintéticos por sustancias vegetales, como el Nim, la violeta (Melia), el ajo, entre otros.

La Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina (RAP-AL), integrada por personas, organizaciones e instituciones que trabajan por reducir y eliminar el uso de agrotóxicos, entrega este Manual a personas, organizaciones campesinas y en especial a los pequeños agricultores, para difundir alternativas, técnica y económicamente viables, como apoyo a la producción y comercialización de productos sanos.

