



*Control Biológico en almacenamiento,
un aporte para disminuir
el hambre en el mundo*

Lilliam Eugenia Gómez Álvarez
Ingeniera Agrónoma Ph.D. Eco-etología
Postdoctorado en Ecología Experimental

*Control Biológico en almacenamiento,
un aporte para disminuir el hambre en el mundo*

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA
Corantioquia

Director General
Luis Alfonso Escobar Trujillo

Subdirectora de Cultura Ambiental
Luz Ángela Peña Marín

Textos
Lilliam Eugenia Gómez Álvarez
Ph.D. Eco-etología

Revisado por
María Piedad Gómez Álvarez

Corrección de Estilo
Lia Isabel Alvear Ramirez
Ingeniera Agrónoma - Agroécologa

Coordinación
Iván Madrid Montes
Ingeniero Agrónomo - Agroecólogo

Edición
Oficina Asesora de Comunicaciones

Diseño, diagramación e impresión
Punto Tres

Ilustraciones
Mateo Isaza

ISBN: 978-958-97427-8-5
Primera Edición
500 ejemplares
Medellín, Colombia
2009

CORANTIOQUIA
Medellín, Colombia
Carrera 65 No 44 A 32
PBX 493 8888
Fax 493 8800
Línea Verde: 018000 414123
www.corantioquia.gov.co

Control biológico en almacenamiento, un aporte para disminuir el hambre en el mundo/ Lilliam Eugenia Gómez álvarez, Corporación Autónoma Regional del Centro: Corantioquia, 2009. 124 p.
: il.
ISBN: 978-958-97427-8-5
Palabras claves:
1. Control biológico. 2. Almacenamiento de granos. 3. Semillas. 4. Insectos. 5. Control de plagas. 6. Entomo-patógenos. 7. Virus. 8. Bacterias. 9. Nemátodos. 10. Feromonas. 11. Hambre. 12. Seguridad alimentaria. 13. Revolución verde.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer sinceramente a María Piedad GÓMEZ-OSSABA, mi hermana, a Iván MADRID MONTES y Lia Isabel ALVEAR RAMIREZ mis colegas, con quienes discutí ampliamente los conceptos aquí emitidos y luego leyeron este texto sugiriendo las correcciones.

DEDICADO A LA MEMORIA DE:

Vincent LABEYRIE
Ecólogo y humanista francés. Mi maestro

**DEL CÓDIGO DE EXETER
ADIVINANZA NO 48**

“Un gusano comió palabras. Me pareció escuchar una maravilla: el gusano, un ladrón en la oscuridad, había devorado el famoso canto de un hombre y su fuerte fundamento. Nada aprendió el furtivo huésped con haber devorado palabras”.

Texto de la “*Literaturas Germánicas Medievales*”.
Falbo Librero Editor B.A. 1965.

<i>Contenido</i>	
Presentación	7
Acerca del Libro	8
Prefacio al libro	11
I PARTE	
Fundamentos ecológicos para el manejo de algunos granos y semillas almacenados	15
I. Módulo:	
Enfoque ecológico de la relación planta-insecto-medio	16
II. Módulo:	
Introducción a la genética de poblaciones	19
III. Módulo:	
Dinámica de poblaciones de insectos	25
IV. Módulo:	
Estudio de plagas post-cosecha y su ecología	31
V. Módulo:	
Concepto de Umbral Económico y pérdidas causadas por insectos post-cosecha	42
VI. Módulo:	
Control integrado y manejo de plagas de almacenamiento	45
II PARTE	
Curso sobre Control Biológico	57
Introducción:	
1. Conceptos básicos sobre CONTROL BIOLÓGICO	61
2. Historia del CONTROL BIOLÓGICO	63
3. Métodos de CONTROL BIOLÓGICO	64
3.1 Parasitismo y depredación	64
3.1.1 Características generales	64
3.1.2 Diferentes tipos de parásitos	66
3.1.3 La búsqueda del huésped por un parásito	67
3.2 Entomopatógenos	70
3.2.1 Microorganismos por contacto	71
3.2.2 Microorganismos por ingestión	71
3.2.3 Virus	71

3.2.4 Bacterias	71
3.2.5 Nemátodos	72
3.3 Las feromonas mensajeras sexuales	76
3.3.1 Feromonas como mensajeros químicos	77
3.3.2 Alomonas	77
3.3.3 Kairomonas	77
3.3.4 Feromonas sexuales	78
3.3.5 Feromonas de grupo	79
3.3.6 Feromonas de alarma, defensa y otras	79
3.3.7 Ritmo de emisión y atracción de la feromona	80
3.4 Repelentes	82
3.5 Control Genético	82
3.5.1 Esterilización por radiación	82
3.5.2 Quimioesterilizantes	83
3.5.3 Esterilidad de híbridos	83
3.6 Biopesticidas.	83
3.6.1 Uso de productos naturales	84
3.7 Agentes físicos y variedades resistentes	89
3.7.1 Agentes físicos	89
3.7.2 Variedades resistentes	90
3.8 Manejo Integrado de plagas	92
III PARTE	
El hambre en el mundo, su Soberanía y Seguridad Alimentaria	95
INTRODUCCIÓN	97
1. El SISTEMA agroalimentario	98
1.1 La agricultura industrializada	99
2. El HAMBRE en el mundo	102
2.1 Soberanía y Seguridad Alimentaria	107
3. La REVOLUCIÓN VERDE y su significado en la historia del ecosistema	109
3.1 Agotamiento del suelo	111
3.2. Contaminación de aguas, suelos y alimentos	111
3.3. Pérdida genética y transgénicos, un segundo error	112
4. No es sostenible el sistema agroalimentario de la REVOLUCIÓN VERDE	113
GLOSARIO	117
Bibliografía	119

Presentación

Para mí, como Director General de CORANTIOQUIA, es grato compartir con los lectores esta publicación, que es hoy una realidad tangible gracias al esfuerzo, la dedicación y el interés de su autora por la agroecología.

En estas páginas los lectores se van a encontrar con años de estudio, trabajo con comunidades, desarrollo de proyectos y, ante todo, una postura coherente con la necesidad imperiosa de plantear otras relaciones con el ambiente, que sin reñir con la productividad de las actividades agropecuarias posibiliten el desarrollo de manera sostenible.

En ese sentido, este libro resulta interesante tanto para lectores doctos en el tema como para aquellos que apenas empiezan a inquietarse por las relaciones armónicas con el ambiente. Ambos encontrarán que además de sustentar un conocimiento, esta publicación es una propuesta que se deja entrever en el título mismo: “un aporte para disminuir el hambre en el mundo”, que de manera específica, plantea alternativas para lograr la Soberanía Alimentaria, desde el manejo de los granos poscosecha.

Esta propuesta apunta, sin duda, a uno de los grandes intereses de nuestra Corporación, promover la transformación de la cultura ambiental desde las prácticas cotidianas con las comunidades de base, grupos vulnerables, pequeños productores agropecuarios, grupos organizados de mujeres, comunidades indígenas, instituciones educativas entre otros. Por eso, mediante esta publicación nos proponemos brindar a nuestros públicos la posibilidad de conocer las disertaciones y el trabajo de una experta en la materia, como la Phd. Lilliam Gómez Álvarez.

Estamos seguros de que los planteamientos aquí expuestos suscitarán en los lectores reflexiones sobre discusiones que el hombre contemporáneo debe hacerse en aras de, como lo plantea la autora, redefinir la sostenibilidad ambiental.

Luis Alfonso Escobar Trujillo
Director General
CORANTIOQUIA

Acerca del Libro

El hambre que injustamente padece gran parte de los seres humanos en los países del tercer mundo, ha sido un problema que me he planteado como una constante, durante mis 35 años de vida profesional. He dedicado mis esfuerzos de trabajo a pensar en cómo contribuir a solucionar en parte, esta grave problemática.

Durante mi trabajo con la FAO en Ruanda, dentro del proyecto sobre manejo de granos almacenados, se constató que el 30% de las pérdidas de las cosechas son causadas, por el desconocimiento de técnicas de almacenamiento, de la biología y etología de las plagas que atacan a esos granos. La miopía, que es casi ceguera para resolver dichos problemas, pues quienes dan las soluciones en la mayoría de los casos desconocen los fundamentos ecológicos, que rigen, no solo el manejo de los granos y las semillas, sino también de los mismos cultivos.

A través de este trabajo, logré recuperar las metodologías ancestrales, empleadas por las mujeres en África del Este, para defender sus granos que aseguran el sustento del hoy y las semillas del mañana y que a su vez aseguran la Soberanía y Seguridad Alimentaria de sus pueblos.

El curso que dicté para docentes de la Escuela de Sanidad Vegetal del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de Managua, a finales de la década de los ochenta, fue el inicio de esta publicación, que se ha enriquecido con el trabajo sobre Soberanía y Seguridad Alimentaria realizado en CORANTIOQUIA y con los proyectos desarrollados en Agroecología.

La comprensión de la defensa y posesión de las semillas nativas, fuentes de Soberanía Alimentaria, permiten a los pueblos demostrar su poder en la defensa de la Seguridad alimentaria de hoy y el futuro sostenible de los mismos.

El libro se ha diseñado en tres partes, en una secuencia lógica del conocimiento básico: En una primera parte se desarrollan los parámetros para realizar los conceptos ecológicos fundamentales para el manejo de algunos granos almacenados, que nos permite comprender el enfoque ecológico de las relaciones planta-insecto-medioambiente y nos aclara la pretensión de gestionar el ecosistema, para lograr un punto de vista ecológico y evolutivo, que incluye el dominio agrícola.

Se realiza una introducción a la genética de poblaciones, que para el profesor Vincent LABEYRIE, es la base del estudio de la vida, que le permite a los seres vivos la plasticidad, los mecanismos de regulación, el polimorfismo a nivel de población y no de individuo, lo que por ende permite la perpetuidad de las especies. Se trabaja luego en la dinámica de poblaciones de insectos, donde es necesario enfocar la población como un nivel único de organización; que nos permite el estudio entonces, de las plagas post cosecha y su ecología, adentrarnos en el concepto del “Umbral Económico” que nos da la comprensión y claridad sobre las bases de la entomología económica.

Por último el manejo del concepto de plagas de almacenamiento donde se desarrollan los resultados de la investigación sobre metodologías tradicionales de almacenaje, recuperadas en un diálogo de saberes, el respeto por el conocimiento ancestral y confirmadas a nivel de laboratorio.

En la segunda parte del libro se enfoca el curso de Control Biológico, desde una concepción ecológica clara y precisa del problema, es decir desde la “Economía de la Naturaleza”, tratándose entonces los conceptos básicos del Control Biológico y sus principales técnicas, su Historia y sus métodos, como fundamentales para el manejo del ecosistema.

La tercera parte del libro plantea “El hambre en el mundo, su Soberanía y Seguridad Alimentaria”. Partiendo del principio de que el alimento es la principal fuente de energía de la humanidad. Se desarrollan temáticas del sistema agroalimentario y la industrialización de la agricultura. El hambre en el mundo y la legislación que invoca el alimento como un derecho y no como una mercancía.

La Soberanía y Seguridad Alimentaria, se trata en un paralelo con la Revolución Verde y su significado en la historia del ecosistema, como agotadora de suelos, contaminadora del agua, la tierra y los alimentos, causante de la pérdida del pool genético y las semillas transgénicas cuya imposición sería un segundo error.

Por último, llegamos a la sostenibilidad del sistema agroalimentario de la Revolución Verde, que nos permite afirmar que: La agricultura producto de ésta constituye una amenaza en el deterioro de los suelos y en términos de productividad, por lo tanto esta agricultura no fue, no es, ni será jamás una Agricultura Sostenible.

Entregamos este texto a ustedes conscientes de la importancia de reflexionar sobre estos temas en diferentes ámbitos, así como un aporte a la transformación de las prácticas cotidianas en la agricultura y en la post-cosecha.



P r e f a c i o a l l i b r o

Control Biológico en almacenamiento, un aporte para disminuir el hambre en el mundo

En este libro que ha servido de base para cursos de postgrado en Agroecología y Control Biológico de Plagas, la Dra. Lilliam Eugenia Gómez Álvarez, Ing. Agr., Ph.D., nos entrega los principios eto-ecológicos esenciales para manejar plagas insectiles de poscosecha. Se estima que en el mundo en desarrollo, se pierden más del 30 % de los granos almacenados por plagas y enfermedades, lo que agudiza el desafío de resolver el hambre y la seguridad alimentaria que la Dra. Gómez Álvarez tan bien explica en su libro.

Este es un libro que además de exponer las bases ecológicas y etológicas necesarias para manejar plagas de granos almacenados en forma ambientalmente armónica y económicamente viable, entrega a los estudiantes elementos de otras disciplinas como la agroecología, el Control Biológico, genética de poblaciones, relaciones plantas-insectos y abordajes al hambre en el mundo, de manera que ubiquen la problemática entomológica de la poscosecha, dentro de un contexto social y ecológico más amplio. Este tipo de abordaje mas holístico es crucial para que los profesionales agrícolas del futuro sean capaces de entender un problema tan específico como la poscosecha, como el resultado de un proceso que trasciende lo técnico para incluir dimensiones de tipo social y económico. Aunque la especialización en temas como el manejo de plagas de granos almacenados es necesaria, a veces la especialización se constituye más en una barrera que en un puente para entender los problemas agrícolas en una forma más integral. Los técnicos del futuro deben entender que el mejoramiento de la agricultura está íntimamente ligado a avances en las esferas sociales, políticas y económicas. Los problemas son más que meramente técnicos, y para resolverlos se tendrá que ir a las raíces del problema, y a veces trascender el nivel local pues fuerzas a nivel global pueden influenciar el problema que se requiere solucionar.

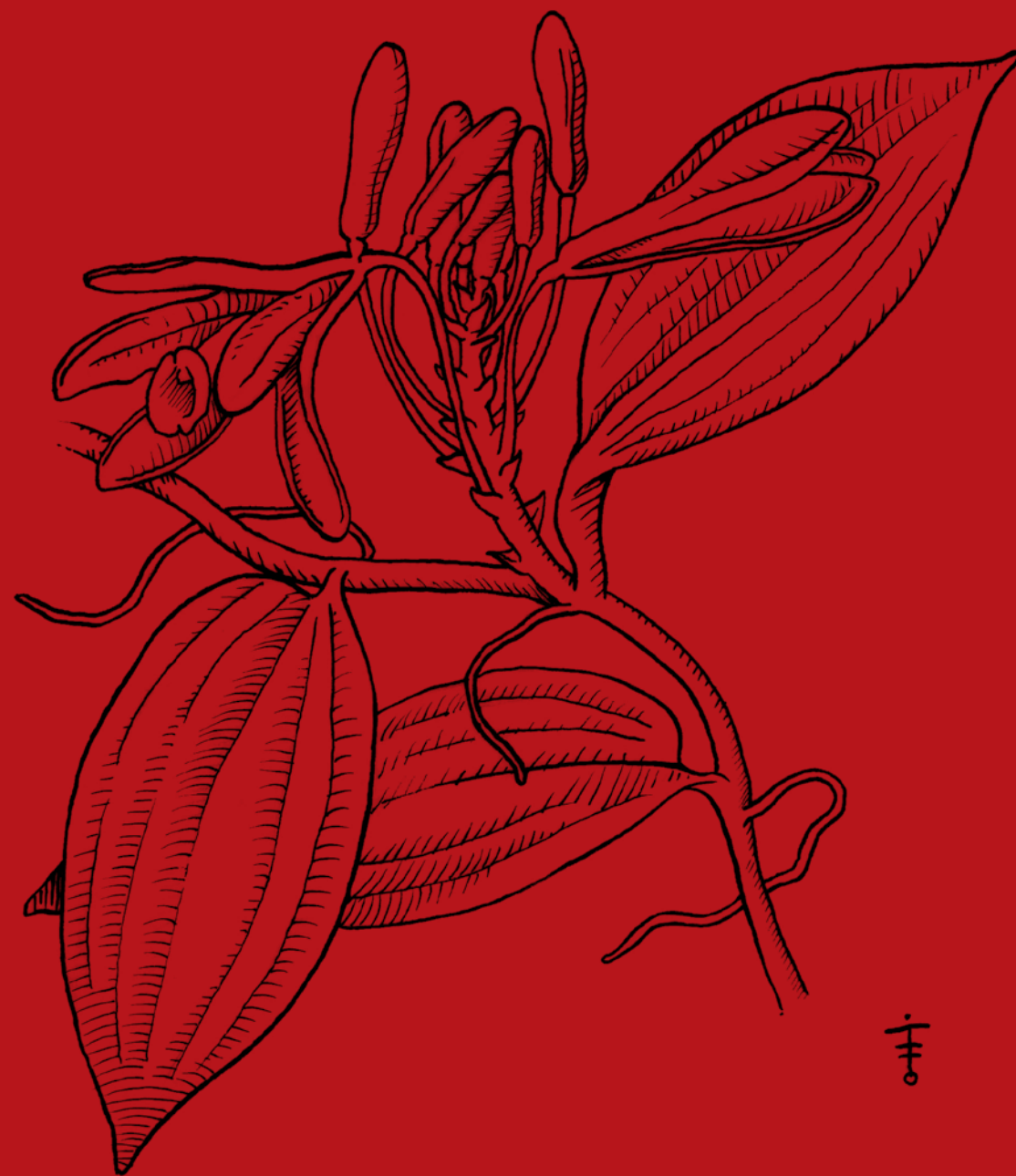
En este libro la Dra. Gómez Álvarez nos explica que la complejidad del problemas sanitario de la poscosecha requiere una apreciación más amplia de temas más multidisciplinarios y enfoques que integren la genética, etología, agroecología, Control Biológico, sociología y economía. Es un placer entonces para mi escribir el prefacio de este libro que a la vez de ser científicamente riguroso en su enfoque al manejo de las plagas poscosecha, realiza una integración de conceptos agroecológicos para abordar los desafíos de la seguridad alimentaria en los países en vías de desarrollo.

Miguel A. Altieri

Profesor de Agroecología

Universidad de California, Berkeley

Fríjol
Phaseolus





I P A R T E

Fundamentos ecológicos para el manejo de algunos granos y semillas almacenados

Curso de postgrado para docentes de la Escuela de Sanidad Vegetal del Instituto
Superior de Ciencias Agropecuarias de Managua, Nicaragua 1992
Curso para el diplomado de Agroecosistemas Corantioquia, Universidad Católica del
Norte, Universidad Nacional Sede Medellín 2001

I . M ó d u l o :
*Enfoque ecológico de la relación
planta-insecto-medio*

"La agricultura es un reflejo de la coevolución entre una sociedad dada y su medio" (Altieri, 1987). Los sistemas agrícolas presentan no sólo una interacción sistemática entre diferentes niveles de una jerarquía vertical, sino también interacciones en el plano horizontal. Es así como un ecosistema está compuesto por un conjunto complejo de flujos en interacción entre los subsistemas (Edens, 1982). Por esta razón, los problemas de ruptura deben ser examinados desde un punto de vista holístico.

Siendo un ecosistema la resultante de la presencia de la vida en cualquier sitio del planeta, él es el representante de la forma real de la existencia de los seres vivos en interdependencia entre sí mismos y el medio abiótico. Una interacción que es permanente entre los componentes bióticos y abióticos

La biocenosis o comunidad biótica, es el subsistema compuesto por conjuntos de poblaciones y grupos de organismos de la misma especie que interactúan en función de la totalidad.

Los estudios de los paisajes agrícolas que describen una dinámica de ciclos de nutrientes, las transformaciones energéticas, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas de ciertos sistemas agrícolas; están disponibles en esta aproximación ecológica; lo que permite el estudio de la agricultura ecológica también conocida como Agroecología.

Klages (1928), a quien se debe el comienzo de la Agroecología, pide se acuerde una atención particular a los factores fisiológicos y agronómicos que influyen en la distribución y adaptación de las plantas cultivadas, para poder comprender así las complejas relaciones entre un cultivo y el medio ambiente. Klages en 1942, amplió su definición para incluir los factores históricos, tecnológicos y socioeconómicos que determinan cuáles plantas pueden ser cultivadas en una región y en qué cantidad.

Es así como podemos entrar a comprender la interacción de estas plantas cultivadas con el resto de organismos bióticos que ocupan ese medio ambiente o mejor, que ocupan un mismo hábitat y que interactúan también con organismos abióticos; para entender las aproximaciones es necesario establecer una red de enlaces entre la Agronomía y otras ciencias.

Según Altieri (1988), los gestores de la lucha contra los enemigos nocivos y más particularmente los entomólogos agrícolas, han contribuido considerablemente a una aproximación ecológica de la protección de plantas cultivadas.

La gestión ecológica de los enemigos de los cultivos se apoya esencialmente en las aproximaciones que comparan los ecosistemas y ecosistemas naturales no perturbados desde el punto de vista de las estructuras y del funcionamiento. Para entrar a estudiar dicha gestión, es necesario hacerlo dentro de la amplitud del término ecológico de economía de la naturaleza, sin caer en el peligroso error de separar la ecología animal de la vegetal. Los animales y los vegetales sólo tienen una significación ecológica como constituyentes de los elementos que participan en el funcionamiento de los sistemas. Es necesario esta visión de conjunto, para entrar a comprender el cuidado que debemos tener en el estudio de las poscosechas, pues la mayoría de los ataques de insectos comienza en el campo antes del almacenamiento, razón por la cual debemos hacer un análisis dialéctico de las relaciones planta-insecto-medio ambiente, que nos permitan ir comprendiendo cómo interactúan ellos y cómo coevolucionan en los procesos de adaptación dentro de este conjunto.

En efecto, la adaptación de los organismos vivos se hace inicialmente en función de la relación directa de los factores ligados al ritmo solar, es decir, a las variaciones cotidianas y estacionarias de la luminosidad y la temperatura. Dichos factores son denominados Factores Periódicos Primarios (Monchdskij, 1958).

La alimentación de un organismo vivo es un Factor Periódico Secundario, tanto en los fitófagos como en los entomófagos. Su periodicidad cotidiana está ligada a la fotosíntesis y su ciclo anual a las variaciones del medio ambiente. La producción de materia orgánica y la acumulación de energía química son fenómenos cíclicos. La naturaleza de estos ciclos depende de la latitud. La región geográfica o la Corología es un concepto ideal para el estudio de las relaciones dadas por los insectos nocivos de las plantas, ya que en un terreno cultivado el hombre ha simplificado al máximo el número de productos y ha invertido las cadenas tróficas, eliminando la vegetación adventicia y todos los consumidores que son concurrentes. Por fortuna aún en Centroamérica los pequeños agricultores siguen imitando el bosque tropical haciendo plantaciones de diversas gamas de plantas.

Toda simplificación de un ecosistema se traduce en un aumento de su fragilidad (Labeyrie, 1974); todo desarrollo de un monocultivo constituye un peligro que obliga al hombre a luchar por la protección de sus diversos cultivos en un ecosistema degradado.

La comprensión de las diferentes interacciones entre las plantas, los insectos fitófagos y sus enemigos naturales, podría aportarnos un vasto material que nos permitiría comprender su control.

Sabemos que las plantas pueden ejercer efectos directos o indirectos, positivos o negativos, no sólo sobre los herbívoros sino también sobre los enemigos naturales e insectos. Los signos físicos y químicos emitidos por las plantas son necesarios para permitir a los entomófagos localizar su hábitat o huésped (Monteith, 1960). Por ejemplo, *Carillobrucus maculatus* ataca más al caupí que al frijol común.

La Entomología moderna con un Control Biológico muy desarrollado, utiliza alomonas en sustancias volátiles para atraer parasitoides sobre los huéspedes; es el caso del aumento de avispidas salvajes de *Trichogramma sp* para controlar las larvas de *Heliothis sp* que atacan maíz, lo cual se ha logrado con los extractos alomónicos, extraídos de malezas de *Amaranthus sp*. (Altieri, 1988).

Dentro de la gama de estos mensajeros bioquímicos ecológicos figuran los atrayentes, los repulsivos y tóxicos que protegen la planta de insectos o microorganismos que pueden causarle daño. En efecto, J. Tinker, recuerda que en 1959 se evaluaban en 1000 los alcaloides aislados de diferentes vegetales del globo. Mientras no hay más del 2% de las 200.000 especies de flores salvajes cuyos alcaloides han sido analizados. Otro ejemplo podría ser el de las señales bioquímicas que dirigen a los miembros de un hormiguero hacia su fuente de alimento.

Recientemente Gibson y Pickett, demostraron que la reconocida resistencia de *Solanum berthaulti* es un recurso silvestre de nuestro ecosistema andino, al áfido Z que obedece a su capacidad para liberar por los tricomas o pelos de la hoja el terpeno, betafarmeseno, que precisamente para el citado áfido es la feromona de alarma o señal de peligro que induce un mecanismo de dispersión o huida ante una amenaza inminente.

Las alomonas o aleloquímicos defensivos de las plantas funcionan a veces como kairomonas o atrayentes de insectos. Se conocen, en resumen, 43 especies de insectos pertenecientes a seis órdenes: Lepidópteros, Neurópteros, Hemípteros, Coleópteros, Dípteros y Ortópteros, que concentran tóxicos a partir de plantas hospederas; éstos son utilizadas como aleloquímicos defensivos en el caso de las plantas y los insectos los utilizan contra ciertos predadores. Dichos compuestos son glucósidos cardiotóxicos como calatoxina y calotropína.

Todos estos fenómenos de protección, tanto físicos como químicos, desarrollados por las plantas y los insectos, son parte del proceso de adaptación al medio

que permite la subsistencia y permanencia en la evolución del ecosistema. En la cadena trófica, aunque las especies vegetales son protegidas por toda una gama de defensas originales y aleloquímicos específicos, como ya lo vimos; ciertos consumidores especialistas, tienen inmunidad contra las sustancias aleloquímicas de su presa, más sin embargo, estas sustancias pueden ser almacenadas por él en su organismo y utilizadas luego como protección contra sus propios predadores.

La búsqueda de alimento de los insectos, es un factor periódico secundario, que no se da independientemente en el ecosistema; la periodicidad cotidiana de esta búsqueda está ligada a la fotosíntesis, a su ciclo anual y a las variaciones de las estaciones (Labeyrie, 1981).

La adaptación a la alimentación tiene lugar en dos direcciones diferentes; la primera, especificidad a factores alimentarios constantes y la segunda, adaptación con relación a variaciones cuantitativas y cualitativas del alimento. Es decir, al lugar y disponibilidad para el insecto (Labeyrie, 1981); como vemos bien la interacción es compleja pues los unos son dependientes de los otros.

En la pretendida gestión del ecosistema, una reflexión profunda se impone para poder lograr un punto de vista ecológico y evolutivo que incluya el dominio agrícola, cuyo objetivo principal es el de intervenir cuantitativamente sobre las plantas y los animales.

De esta gestión depende el buen manejo de las relaciones armónicas, de su evolución; pretendiendo que éstas nos darán los elementos para comenzar a analizar el manejo de las plagas en los próximos módulos.

II. Módulo:

Introducción a la genética de poblaciones

Ninguna gran concepción científica ha sido tan ardiente, violenta y sin cesar tan combatida como la teoría selectiva de la evolución; ninguna ha suscitado, hasta el momento, tanta repugnancia e incomprensión (Jacques Monod).

La diversidad de los organismos, las similitudes y diferencias en sus categorías, los caracteres de distribución y de comportamiento, la adaptación y la interacción, son los fenómenos que sólo se pudieron explicar y darles una significación con la teoría de la evolución (Ernest Mayer).



"La teoría de la evolución considera que la diversidad y la adaptación armoniosa del mundo orgánico resulta de una producción constante de variaciones y de los efectos selectivos del medio ambiente" (Vincent Labeyrie).

Las especies vivientes se perpetúan porque los individuos se reproducen y es la genética la que estudia la forma como se transmiten los caracteres hereditarios, la razón de su estabilidad y la causa de los cambios. Es la clave que permite la comprensión de la evolución de la especie.

"La genética de poblaciones se ocupa de la herencia de organismos que viven y se reproducen en libertad en las condiciones naturales" (Vincent Labeyrie). Ella es un resultado de la genética clásica, proviene de la genética mendeliana, pero teniendo en cuenta el lugar de los individuos, o de las líneas aisladas de un grado de complejidad superior, las comunidades genéticas o poblaciones.

Una población es el conjunto de individuos de una misma especie que ocupan un territorio cuyos límites coinciden generalmente con los de la biocenosis de la que dicha especie forma parte. Se reserva el término de Comunidad para designar el conjunto de individuos pertenecientes a varias especies, que habitan una zona determinada; podemos hablar así de comunidad de insectos y de su evolución.

Además la constitución genética de esas entidades es influida por la selección natural, debido a causas exteriores de los organismos. Siempre debe tenerse en cuenta los factores de la selección, que son factores ignorados por la genética clásica y dependen de otros dominios de la Biología, como son la Ecología y la Etología, que estudia el comportamiento y más precisamente el comportamiento normal de los seres vivos en su medio natural. Es por ello, que la Genética de Poblaciones es una parte de la Zoología y la Botánica Sistemática, ya que ella da cuenta de la variabilidad de las especies y de su distribución geográfica a través de la evolución de todas las diversidades del mundo viviente.

De acuerdo a la genética elemental la materia viviente está constituida principalmente de proteínas, es decir, por grandes moléculas complejas formadas por cadenas de aminoácidos. Cada uno de los aminoácidos determina la propiedad de la proteína y su función en el organismo. El soporte material de la herencia es una larga molécula de forma helicoidal de Ácido Desoxiribonucleico (ADN) que forma parte esencial de los cromosomas, que están localizados en el núcleo de la célula viviente; esta molécula es una doble cadena de nucleótidos (adenina, tiamina, guanina y citocina). El orden y sucesión de esos nucleótidos a lo largo de la cadena, constituye la información genética de la cual ella es portadora. Se uti-



liza el término general de gen para designar el factor hereditario; no importando su tamaño en la cadena. Cada gen ocupa dentro del cromosoma un lugar preciso que se llama locus.

En una mutación todo gen puede ser transformado en un gen diferente que ocupa el mismo locus; esos genes se excluyen entonces mutuamente y son los alelos.

La transmisión de la herencia se hace en cada división celular; los cromosomas se desdobl原因 y todas las células reciben así la información necesaria que les da la diferencia y su funcionamiento. La transmisión de la información genética de una generación a la siguiente se hace por intermedio de la línea germinal o germarium, una filiación de células que se diferencian desde las primeras divisiones del embrión y terminan por formar, en los adultos, las células reproductoras o gametos: óvulos y espermatozoides o granos de polen. En la naturaleza los animales y plantas salvajes son diploides, es decir, que contienen dos series de cromosomas homólogos y dos ejemplares en cada locus. Cuando en un individuo los dos ejemplares, en un mismo lóculo son ocupados por genes idénticos, este individuo es homocigoto por lóculo. Si es ocupado por alelos diferentes es heterocigoto para ese mismo lóculo.

Cuando se forman los gametos, al momento de una reproducción sexual ocurre una división particular llamada meiosis, al cabo de la cual los cromosomas no se desdobl原因, pero se separan. Cuando sucede una reducción cromosómica donde cada gameto recibe una serie completa, pero única de cromosomas: los gametos se dicen haploides; luego de la fecundación el gameto del macho se fusiona con el de la hembra reestableciendo así el número diploide de cromosomas. Cada individuo lleva en sus células dos series de cromosomas, una proveniente de su progenitor masculino y la otra del femenino. Si los padres son genéticamente diferentes, los genes que provienen del uno y del otro están presentes en las células y actúan en conjunto, pero no se mezclan; ellos guardan su individualidad.

Al momento de la formación de sus propios gametos, las dos series parentales se disocian y hay segregación de genes homólogos. Los gametos pueden contener uno u otro cromosoma de cada par. Resulta así una gran variedad que se puede formar por probabilidad, un número enorme de combinaciones nuevas. La segregación y la recombinación se hacen al azar. La transmisión de genes a la descendencia es cuestión de probabilidades.

Cuando los genes se separan y son llevados en gametos diferentes ocurre lo que se denomina crossing-over.



El conjunto de factores genéticos es el genotipo, el cual determina el conjunto de caracteres del organismo o fenotipo. Ellos están ligados al medio ambiente.

Estas bases de la genética mendeliana nos dan los elementos para estudiar a individuos que realizan sus cruzamientos en el ámbito de laboratorio. Sin embargo, nuestro objeto de estudio es la evolución de los seres que viven y se reproducen en libertad, bajo circunstancias más complejas que las experimentales.

En la naturaleza los organismos de cada especie están repartidos de manera irregular, en razón de las características del medio ambiente que es variable y discontinuo.

El lugar donde una especie pulula está separado de los otros lugares por obstáculos o por regiones delimitantes. Cada lugar favorable está ocupado por lo que se llama una población. Ejemplo, los pinos de un bosque.

Esta entidad, la población, es un hecho importante, generación tras generación; la reproducción sexual se realiza por cruzamiento entre los individuos de la misma localidad. En una población no hay líneas aisladas y si todos los individuos no son genéticamente idénticos, ellos no están demasiado lejos de serlo. En cada generación los cruzamientos son posibles entre todos los genotipos presentes. La población es, en resumen, una comunidad genética, pues ella posee un fondo genético común; un "pool" de genes repartido entre sus miembros, pero cuya distribución se está modificando constantemente por intercambios entre líneas. En dichas condiciones ninguna línea puede evolucionar separadamente: la comunidad en su conjunto es la entidad capaz de evolucionar. Es por ello, que en genética el término población designa los conjuntos de organismos de la misma especie solamente; ésta significación es diferente de la que se utiliza en ecología, donde población comprende la totalidad de seres de toda especie viviente en un mismo lugar.

Se designa a los conjuntos de organismo sexuales, interfecundables, con el término de población mendeliana. Y también, para designar los organismos asexuales, apógamos, de partenogénesis exclusivamente o en constante autofecundación. En este último caso, o sea, el de los organismos asexuales, el factor de integración, es decir, la reproducción cruzada, no existe. La población es por estaciones y la comunidad genética no existe.

La dimensión de una población tiene gran importancia para su evolución, por dos razones; primero porque las leyes de la genética, son las leyes de la probabilidad y se realizan con más seguridad mientras ellas son aplicadas en mayor

cantidad; segundo, porque su fondo común de genes puede ser rico y variado, comprendiendo hasta los genes raros; de todo lo anterior depende su facultad de adaptación y la evolución.

El interés fundamental de la reproducción sexual es la de permitir el polimorfismo. El valor adaptativo de un genotipo, no es intrínseco, depende del medio en el que a su portador le toca vivir. La repetición de las condiciones ecológicas de base, trae consigo la repetición de las presiones de selección que han orientado las adaptaciones. Mientras ellas estén más inscritas en el patrimonio genético, como las mismas frecuencias de presiones estadísticamente regulares, podremos distinguir el volterismo, el polivolterismo, la latencia y la diapausa; también los estados de desarrollo de los ritmos circadiano de las especies y poblaciones alopáticas de diferentes latitudes. Los fenómenos biológicos son el resultado de una larga evolución en los sistemas fototermoperiódicos. Cualquiera que sea su plasticidad, todos los organismos, incluido el hombre, son perturbados por las alteraciones de periodicidades naturales.

En la medida en que la heterogeneidad geográfica introduce un margen aleatorio en frecuencia e intensidad de los fenómenos periódicos, la adaptación no puede ser total; hay aquí, divergencias entre adaptación y adaptabilidad (Labeyrie, 1981). La plasticidad de los organismos deja un margen de absorción y parte de esas condiciones son aleatorias.

La plasticidad es más necesaria a los vegetales perennes. Mientras que los mecanismos de regulación permiten a los animales estabilizar las condiciones de su metabolismo realizando una homeostasis interior.

Los genotipos de cada individuo determinan los límites de su plasticidad y su adaptabilidad ecológica (Labeyrie, 1981).

El polimorfismo aumenta la plasticidad de las poblaciones, por lo tanto, el valor ecológico resultante, siempre es superior al que se presenta en cada individuo. El polimorfismo, parece ser, entonces, aún más necesario, cuando las condiciones ecológicas del hábitat son imprevisibles.

El polimorfismo y la plasticidad son el uno y el otro definidos genéticamente, el primero por el pool genético de la población y el segundo por el genotipo del individuo.

Si no ha habido una selección orientada o adaptada, es necesaria una plasticidad sobre el comportamiento en los aspectos fisiológicos y morfológicos de

las poblaciones. En un hábitat donde no existen diferencias significativas en la periodicidad ecológica hay un determinismo endógeno, donde la repetición de la presión de selección favorece la existencia de individuos con una regulación ajustada; pero en un hábitat con periodicidades significativas diferentes, un ciclo endógeno no funciona, se observan, entonces, sistemas mixtos; parte endógeno, parte exógeno; no existe oposición entre endógeno y exógeno, existe alternancia adaptativa. El aspecto repetitivo del fenómeno determina el papel orientador de la selección.

La selección natural no es un trillaje riguroso, infalible, pero sí una cuestión de probabilidades, de suerte de sobrevivir; pasa igual que con una selección artificial, si partimos de la ley de Hardy - Weimberg, donde dos razas de una población teórica difieren por un sólo gen, pero suponiendo que el alelo ha sido desfavorecido con relación a A, siendo A dominante y en consecuencia, el homocigoto Aa tiene un mismo valor adaptativo que el homocigoto AA. Si designamos el valor adaptativo por W; tenemos que:

$$\begin{aligned} W_{\text{de } AA} &= 1 \\ W_{\text{de } Aa} &= 1 \\ W_{\text{de } aa} &= 1-s. \end{aligned}$$

Siendo s el
coeficiente
de selección.

Mientras no se presente mutación, la frecuencia de selección p del gen A y los genotipos presentes se encuentran en las proporciones previstas por Hardy - Weinberg, o sea, p^2AA , $2pqAa$ y $q^2(1-2)aa$. El efectivo ha sido disminuido por selección que actúa sobre el homocigoto aa . La población total es ahora $1-sq^2$.

La frecuencia del gen A después de una generación es:

$$p_1 = \frac{p^2 + pq}{1 - sq^2} = \frac{p}{1 - sq^2}$$

El incremento de dicha frecuencia será:

$$p = p_1 - p_0 = \frac{spq^2}{1 - sq^2}$$



Una población en desequilibrio es aquella en la que ha habido un cambio en la frecuencia de alelos. La disminución de alelos puede provocar una mutación. El aporte de alelos en la población es dependiente de las mutaciones, de las migraciones y emigraciones que introducen individuos con aportes alélicos de otras poblaciones.

El término mutación engloba una gran variedad de fenómenos; todo cambio de genotipos que no es debido a una recombinación genética, es una mutación (Dobzmasnsky, 1970).

Una mutación genética puede ser reversible y existe una tasa de mutación donde la mutación puede ser probablemente producida o donde se producen varias mutaciones a la vez.

Las mutaciones, las migraciones, las emigraciones, la adaptación y la selección, provocan las modificaciones de frecuencia alélica en las poblaciones, pero no están ligadas a las posibilidades adaptativas de la población. Ellas no dan en conjunto las características adquiridas y que en el transcurso de la vida pueden volverse hereditarias y ser transmitidas en la herencia.

Parte de esta herencia es la adaptación y con ella la resistencia.

III. Módulo:

Dinámica de poblaciones de insectos



La población es el nivel único de organización dado que tiene un número de propiedades importantes de grupo, que no son compartidos ni por los individuos en la población, ni por la comunidad (Odón, 1935).

Las más importantes características de la población, o los atributos que como grupo tienen son:

- **Densidad:** Es el tamaño de la población medido en relación a una unidad de espacio.
- **Proporción de nacimientos o natalidad:** Es la proporción por la cual se agregan por reproducción, individuos a la población. Incluye, además de la reproducción sexual, la partenogénesis.



- **Proporción de muerte o mortalidad:** Se denomina a la proporción de individuos perdidos por muerte.
- **Distribución por edad:** Es la proporción individual de diferentes edades en grupo.
- **Dispersión de la población:** La forma en la cual los individuos están distribuidos en el espacio.
- **Proporción de crecimiento de la población o forma de crecimiento:** Es el resultado neto de la natalidad, mortalidad y dispersión (emigración e inmigración) del grupo.

Estas características que poseen las poblaciones, su distribución territorial y el coeficiente de natalidad, dependen de la proporción de nacimientos, muertes y dispersión de la misma estructura, además de las relaciones de interdependencia entre individuos, lo cual les da un estatus de entidades reales que tienen su propia organización y no constituyen simples yuxtaposiciones de individuos independientes. Este concepto permite explicar por qué puede realizarse una regulación del número de individuos mediante la intervención de factores extrínsecos o del medio ambiente y de factores intrínsecos impuestos por la propia población (Allee, 1949; Odón, 1959; Vaumor, 1963; Petruseuroz, 1966).

Tengamos en cuenta que todas estas características tienen significado sólo a nivel de grupo y no de individuo. Si queremos llegar a comprender la ecología de una especie debemos estudiar y cuantificar estas características de la población.

Los individuos de una población pueden presentar varios modelos de distribución territorial que son las respuestas a un conjunto de diversas influencias tales como la búsqueda del alimento, condiciones físicas favorables o las reacciones de competencia.

Es de gran utilidad conocer la distribución de una población; cuando consideramos n la muestra tomada x y M el número promedio de individuos de cada una de ellas, la varianza está dada por la fórmula:

$$\sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum (x - M)^2}{n - 1}}$$

Si una distribución es uniforme $\sqrt{2} = 0$, puesto que el número de individuos de cada muestra es constante. En una distribución al azar la media y la varianza serán iguales $\sqrt{2} = m$.

Pero cuando la distribución se da agrupada en manchas $\sqrt{2} > m$ y será mayor siempre y cuando sea mayor la tensión de agregación de la especie.

La distribución al azar se encuentra tan sólo en medios muy homogéneos y aplicando la formula de Poisson, cuando $\sqrt{2/m}$ tiende a 1, podemos decir que existe una distribución al azar. Esta distribución se puede encontrar a veces en el Sahel, en *Raghuva albipuntela* cuando se dan sequías prolongadas.

La densidad de población es el número de individuos presentes por unidad de superficie o de volumen. Es importante su determinación, puesto que la influencia de una especie en un ecosistema depende en gran parte de su densidad.

Los métodos de evaluación son muchos, veremos con Dajaz, 1974, los cuatro más importantes. Pero se pueden consultar los trabajos de Southwood, los de Bourliere, Bovey, Dorst, Dreus, Guillon Renaud - Mormant et al en la revista: *La terre et la vie*.

1. Conteo directo: Se puede aplicar en medios abiertos, es decir cubiertos por vegetación de poca altura. Puede ser aplicado en censos parciales y también en censo global pero éste será costoso. Los censos parciales permiten tener una idea de la dinámica de las poblaciones locales.

Muestreo por itinerarios, que consiste en recorrer en condiciones siempre análogas un itinerario de cierta longitud, cuidadosamente delimitado y marcado con anterioridad; es importante realizar el recorrido del conteo a una hora fija. El conteo debe ser transcrito en un mapa a gran escala.

2. Método de caza o captura: Consiste en capturar individuos y marcarlos para liberarlos luego. Al cabo de cierto tiempo se capturan de nuevo y tenemos entonces que de una población N , capturamos “a” individuos, los marcamos y liberamos; luego capturamos “b” individuos, entre los cuales nos aparecen “c” individuos marcados:

$$\frac{a}{N} = \frac{c}{b} \text{ de donde } \frac{ab}{C}$$



Pero es necesario tener en cuenta que la población, no es permanente y que hay mortalidad, nacimientos, emigraciones, e inmigraciones. Éste método es muy usado en entomología donde N1 y N2 serán los valores límites determinados con una probabilidad del 95%.

Se tiene que:

$$\frac{a}{N1} = \frac{c}{b} + 2 \quad \text{y} \quad \frac{a}{N2} = \frac{c}{b} - 2$$

Siendo igual al error estándar

$$V = \sqrt{\frac{1}{b} \cdot \frac{c}{b} \cdot \frac{(b-c)}{b}}$$

Pudiéndose deducir N1 y N2

3. Densidad de población por muestreo: Cuando los anteriores métodos no son aplicables es necesario proceder al muestreo. Lo primordial es definir el tamaño y número de muestras que representan la población. Y se define en función del tipo de medio y de la especie de que se trata.

4. Método indirecto de estimación de población: En Entomología se han realizado muchas tentativas para evaluar poblaciones de insectos que se encuentran sobre los vegetales en función de los estragos producidos. Puede hacerse un conteo del número de agujeros dejados por las larvas, por ejemplo. O tenerse en cuenta las cápsulas cefálicas abandonadas en las sucesivas mudas, que fuera de la población, nos permiten saber el estado de desarrollo de la especie (Movis, 1942). Naturalmente estos resultados pueden ser aleatorios por el arrastre del viento, la intercepción del follaje, en los excrementos, en el caso en que observaciones sean hechas sobre estos últimos.

Hay todavía un tercer tipo de relaciones entre densidad de crecimiento. El crecimiento de una población se debe esencialmente a los fenómenos opuestos: la natalidad y la mortalidad a los cuales hay que añadirle otros dos: emigración e inmigración.

Siendo N el tamaño de la población se llama Tasa de Aumento a la relación dN/dt y Tasa de Aumento por Individuo a dN/N.dt. En el caso de una población donde N = 100 individuos al principio y 200 al cabo de una hora, la Tasa de Aumento es de 100/1 = 100 hora; 100/100 x 1 = 1

De la misma forma puede definirse la Tasa de Natalidad y Mortalidad. Sea dN la producción de nuevos individuos en la población. La Tasa de Natalidad “b” es b = dN/dt; igualmente dN es el número de individuos fallecidos, la Tasa de Mortalidad “d” será b = dN/dt. La diferencia r = b - d; representa la Tasa Real de Aumento Neto de una población que compite por nutrientes y espacio limitado, viene representada por una curva exponencial, suponiendo que la tasa de aumento “r” sea constante. En efecto, como dN/dt se deduce que N₁ = N₀.e^{rt} donde N representa la población en el instante 0 y N_t en el instante “t”. El coeficiente “r” puede ser determinado experimentalmente en el laboratorio con algunas especies. La Tasa de Cambio Poblacional es igual a la Tasa de Natalidad, menos la Tasa de Mortalidad, más Tasa de Migración Neta. El Índice de Fertilidad describe la velocidad de nacimientos, considerando exclusivamente la parte de la población.

La población no se compone de individuos de igual edad, como hasta ahora nosotros lo hemos tratado en nuestro ejemplo. En realidad, las generaciones se suceden unas a otras y entre ellas hay estructura de edades. Estas estructuras se describen como porcentajes de la población de diferentes grupos de edades.

En el caso general de poblaciones de determinadas especies, al comparar los diferentes grupos de edades y representarlo gráficamente, se presenta como una pirámide. En el caso particular nuestro, las edades de población de insectos no tienen desplazamientos grandes en el tiempo, dado que su vida es de muy corta duración.

La edad es importante en cuanto al Índice de Fertilidad y Reproducción. Con el incremento de la población representado en un momento determinado por el crecimiento, ocasionado por un exceso en las fuentes de energía y hábitat.

En el momento que ocurra un exceso de la población, puede eliminarse entre ella misma, matándose o devorándose entre si, al no tener alimento y casa. Cuando la población alcanza límites grandes se vuelven serias plagas para el hombre. Si se da el caso de una competencia en la población, es decir una disputa por la sobrevivencia, se presenta entonces una autorregulación, que tiene importancia en la dinámica de poblaciones.

La competencia puede ser interéspecífica, en el caso donde hay dos o más especies adaptadas y en un mismo nicho; en el caso en que la competencia sea severa una de las dos especies puede ser eliminada por completo u obligada a ocupar el mismo nicho.

Otro fenómeno que entra en juego en la dinámica de poblaciones, es el de la depredación o consumidores secundarios y terciarios, sobre las especies pobladoras de un lugar.

En situaciones extremas de poblaciones hay una escala de posibilidades, el depredador es limitante, al punto que pueda reducir sus presas a la extinción, también la población puede ser víctima de una disminución de su talla. Pero si el depredador no encuentra sus presas, la población de éstos también disminuye. El depredador puede llegar a ser regulador de una población, ya que ayuda a mantenerla con cierta estabilidad. O simplemente puede ocurrir el caso de que el depredador no sea limitante, ni regulador.

Otro fenómeno que debemos abordar en una dinámica de poblaciones es el del parasitismo y mucho de lo que es válido en depredación lo es en este caso; pero a pesar de que el parasitismo y la depredación son parecidos en términos de regulación ecológica se encuentran importantes diferencias en los extremos de cada situación.

El parasitismo y la depredación son temas que se abordan ampliamente en el Control Biológico e Integrado en el capítulo posterior; aquí sólo los estudiamos como elementos reguladores de población, que es necesario tener en cuenta. Otro factor importante de la dinámica de poblaciones es su “sex radio” o proporción de sexos y que está determinado por la ecuación siguiente:

$$\text{“sex radio”} = \frac{\text{El número de hijas sobre el número de hijas más hijos}}{N \text{ de hijas} + N \text{ de hijos}}$$

Siendo N el número. El problema de la proporción de sexos es muy importante en aquellas poblaciones de entomófagos, donde existe un parasitismo. Los efectivos de adultos machos y hembras presentes en la población pueden ser muy variables. (Clausen 1962) ellos fluctúan según:

- El rendimiento sexual del huésped.
- Los diferentes huéspedes.

- Las fluctuaciones de la población del huésped.
- Las generaciones sucesivas del parásito sobre una misma generación del huésped.
- El mismo huésped y en la misma estación, pero en diversos puntos geográficos.

Flanders (1939) considera que para los himenópteros con partenogénesis arrenotokia, donde hay una discontinuidad de la fertilidad de los huevos, la proporción de las hijas está dada por influencia del medio ambiente, induciendo los mecanismos fisiológicos y ecológicos.

I V . M ó d u l o :

Estudio de plagas post-cosecha y su ecología

La principal fuente de energía de la humanidad es el alimento: él es en última instancia el motor de todas sus luchas. La competencia es diaria a todos los niveles para obtener esta fuente de subsistencia. El hombre ha tenido que hacer frente desde hace miles de años por la competencia con los demás seres vivos por el alimento que a ambos les interesa.

Los granos, frutos de plantas alimenticias, son una de las principales fuentes de nutrientes para el hombre y para muchos otros organismos. Las semillas son parte del fruto de la planta que la produce, cuando germinan en condiciones adecuadas son la fuente de la producción del alimento del mañana.

El poseer en un momento determinado los granos y las semillas y el conservarlos ha sido, es y será gran motivo de preocupación de la humanidad, pues de él depende la subsistencia y la conservación misma de la vida. Es por ello que en la lucha por esta conservación, se da la más grande de las batallas con otras especies competidoras.

El crecimiento estadístico de la población reclama cada día mayores volúmenes de granos y de cereales, que satisfagan las necesidades alimenticias e industriales de la humanidad.

El desequilibrio entre las necesidades que requiere la humanidad y la producción de alimento es muy grande y es agravada por las catástrofes y guerras, por el mercado y la capacidad adquisitiva de los pueblos, ya que las diferencias económicas entre productores ricos y consumidores pobres es enorme.

La carencia potencial en los países tropicales y ecuatoriales solo podrá ser superada eliminando la cría de animales para ganadería, originaria de regiones no tropicales, con animales mal adaptados a nuestras condiciones ecológicas y por ende con bajos rendimientos. Las leguminosas comestibles domésticas, adaptadas a nuestro medio son la mejor solución a este problema. La protección de granos almacenados y la lucha contra las plagas que los atacan, es entonces capital.

La FAO estima que 800 millones de personas son población pobre, que reciben una ración proteínica inferior a la normal. Es necesario recordar que para producir un kilogramo de carne de res destinada al consumo se necesitan 80 kilogramos de pasto verde y tres años de ceba, un desperdicio energético enorme. La humanidad debe examinar las posibilidades de utilización y de mejora de un capital en especies de leguminosas comestibles existentes y de granos ricos en proteínas, legados de otras civilizaciones: mexicanas, andinas, mediterráneas, nigerianas, etíopes, transcaucasas, hindúes y del Extremo Oriente (Labeyrie). El consumo de esas leguminosas sobrepasa entre 50 y 100 gramos diarios por persona en países como Ruanda, Burundi, Nicaragua, India, Brasil, Ouganda, México.

Los enemigos de las leguminosas y la ineficiencia de las medidas de protección contra las poblaciones de insectos nocivos de estos granos, caracterizan la crisis mundial de la entomología agrícola. Como podemos analizarlo, se debe basar sólo en función de la característica de los granos y su hábitat de origen, para poder reducir estas poblaciones de insectos a un Umbral Económico no nocivo; es decir, un manejo agroecológico del sistema. Como es lógico, esta aproximación ecológica es opuesta a los intereses y orientaciones de las industrias de pesticidas (Van den Booch, 1978).

Entrar a conocer las principales plagas que se encuentran atacando los alimentos básicos y la ecología de las mismas es nuestro objetivo. Una lista es dada a continuación y de ella veremos las más importantes.



Principales insectos de los granos almacenados



***Sitophilus orizae*.** Coleóptero: Curculionidae. Gorgojo negro del maíz.

***Sitophilus granarius*.** Coleóptero: Curculionidae. Gorgojo de los granos

***Sitophilus linearis*.** Coleóptero: Curculionidae. Gorgojo de los granos a medio secar.

***Ecualandra setulosa*.** Coleóptero: Curculionidae. Gorgojo del salvado del trigo y del maíz.

***Dinoderus minutus*.** Coleóptero: Bostrichidae. Gorgojo de galletas y pastas dulces; perforador de granos.

***Prostephanus truncatus*.** Coleóptero: Bostrichidae. Gorgojo borer de los granos.

***Oryzaephilus surinamensis*.** Coleóptero: Curculidae. Gorgojo diente de serrucho, gorgojo dentado.

***Cathartus quadricollis*.** Coleóptero: Silvanidae. Gorgojo de nuca cuadrada.

***Pagiocerus zea*.** Coleóptero: Scolytidae. Barrenador del maíz; gorgojo volador.

***Catarama sp.*, *C. herbarium* y *C. bibliophagun*.** Coleóptero: Anobiidae. Gorgojo de las droguerías.

***Lasioderma serricorne*.** Coleóptero: Anobiidae. Gorgojo del tabaco, del cigarillos y otros productos derivados; gorgojo de especias.

***Tribolium confusum* Duv.** Coleóptero: Tenebrionidae. Gorgojo confuso de las harinas.

***Tribolium castaneum*.** Coleóptero: Tenebrionidae. Gorgojo negro de la harina.

***Gnathocerus cornutus*.** Coleópteros: Tenebrionidae. Gorgojo de la harina de cuernos anchos.

***Gnathocerus maxillosus*.** Coleóptero: Tenebrionidae. Gorgojo de la harina de cuernos delgados.

***Tenebroides mauritanicus*.** Coleóptero: Ostomatidae. Gorgojo cadelle.

***Laemophloeus pusillus*, *L. ferrugineus*, *L. turcicus*.** Coleóptero: Curculidae. Gorgojo de productos de cervecería.

Hapalips sp. Coleóptero: Cucujidae. Gorgojo pequeño de los frijoles.

***Araocerus fasciculatus*.** Coleóptero: Anthribidae. Gorgojo de las cerezas del café y del cacao.

***Acanthoscelides obtectus*.** Coleóptero: Bruchidae. Gorgojo común de los frijoles.

Acanthoscelides sp. Cerca de dominicana. Coleóptero: Bruchidae. Gorgojo pequeño de los frijoles.

Bruchus pisorum. Coleóptero: Bruchidae. Gorgojo de las arvejas y garbanzos.

Zabrotes subfasciatus (=Spermaphagus pectorialis). Coleóptero: Bruchidae. Gorgojo de los frijoles.

Cartedes sp. Coleóptero: Bruchidae. Gorgojo de los frijoles y otras leguminosas.

Phelomerus aberrans. Coleóptero: Bruchidae. Gorgojo de la cañafistula.

Necrobia rufipes. Coleóptero: Cleridae. Gorgojo de la copra.

Corcyra geophalcnia. Lepidóptero: Pyralidae. Polilla de la harina de trigo y de arroz.

Plodia interpuntella. Lepidóptero: Pyralidae. Polilla india de la harina.

Anagasta cautella. Lepidóptera: Pyralidae. Polilla del cacao, de sus derivados y otros productos.

Anagasta kuehniella. Lepidóptera: Pyralidae. Polilla de la harina del Mediterráneo.

Epinotia opposita. Lepidóptera: Olethreutidae. Barrenador de los brotes de las leguminosas.

Pyroderes stigmatophora. Lepidóptera: Cosmopterygidae. Gusano rosado del maíz y del algodón.

Sitotroga cerealella. Lepidóptera: Gelechiidae. Polilla del maíz y otros granos. Carposilus dimidiatus. Otras especies de coleópteros: Nitidulidae. Gorgojo minador del maíz.

Tyroglyphus faringe. Acariana: Tyroglyphidae y otras especies. Ácaro de las harinas.

Dichomeris gramnivora. Lepidóptera: Gelechiidae. Polilla de la mazorca del maíz.

Stenoma sp. Lepidóptera: Stenomidae. Polilla de la semilla del ajonjolí.

Tinea posible ***granilla*** (Lepidóptera: Tineidae) Polilla del maíz.

Callosobruchus maculatus. (Coleóptera: Bruchidae. Gorgojo del frijol almacenado.

Abasverus advena. Coleóptera: Cucujidae. Trozador de la cabuya almacenada, cucarroncito aplanado.

Hypotenemus hampei. Coleóptera: Scolytidae. Broca del café.

En primer lugar entramos a considerar los coleópteros que atacan granos de leguminosas cultivadas, ellos son los Brúquidos cuyas especies más importantes son: *Acanthoscelides obtectus*, *Zabrotes subfasciatus*, *Callosobruchus maculatus*, *Bruchidius atrolineatus*. Estos insectos es que se reproducen en la naturaleza, sobre las vainas (Labeyrie, 1962) y no en almacenamiento; podría decirse que su ecología es poco conocida. Cada especie de brúquido generalmente es capaz de reproducirse y desarrollarse sobre un número limitado de leguminosas. Señales específicas dadas



por las plantas huéspedes orientan la reproducción de la hembra siendo las larvas son capaces de asimilar como no tóxicos, los componentes secundarios que se encuentran en los granos de las leguminosas tales como la lectina, inhibidora de enzimas y aminoácidos. Estos insectos presentan generalmente en estado imaginal, un polimorfismo importante, de donde viene una adaptación significativa con relación a los factores ecológicos, que vale la pena abordar, puesto que es determinante en la contaminación de almacenamientos y nuevas zonas de cultivos.

Es de gran importancia en cultivos asociados tener en cuenta el tipo de asociación. Así por ejemplo, en el tubo digestivo de *Bruchidius atrolineatus* se ha encontrado polen de millo (Alzuma, 1981). El millo y el caupí son cultivos asociados en muchos países africanos. *Callosobruchus maculatus*, busca refugio en el día en las espigas de millo y durante la noche deposita los huevos en las vainas de caupí.

Las hembras de los brúquidos durante las estaciones donde no hay cultivos en el campo, debido a su plasticidad son capaces de reproducirse sobre vainas secas y estar listas para salir luego a reproducirse sobre las nuevas vainas verdes en el campo.

Las consecuencias de la contaminación por brúquidos en granos almacenados sobrepasan a veces los límites en la destrucción del grano pues según Venkatro, el aporte de ácido úrico y los fragmentos de quitina dejados por estos insectos en los lotes, los deja sin posibilidades de ser consumidos. *Acanthoscelides obtectus* puede ocasionar reacciones alérgicas graves a las personas que manejan granos *Phaseolus vulgaris* fuertemente contaminados.

Acanthoscelides obtectus, más conocido como el gorgojo del frijol, ataca todo tipo de frijol, algunas variedades de lentejas y otras clases de semillas almacenadas. Es la plaga más importante en almacenamiento y en campo. Puede tener hasta 10 generaciones anuales y en condiciones ecológicas favorables un porcentaje de fecundidad del orden de 100 huevos lo que nos permite obtener 5×10^{18} individuos por pareja. Los huevos son puestos sobre vainas en el campo, o sobre el tegumento del grano; son huevecillos en promedio de 0.8 mm de largo por 0.3mm de ancho, translúcidos de forma cilíndrica ovoide, con extremos curvos y especie de cíllis o ventosa que les permiten adherirse; toman un color opaco antes de la eclosión. Los huevos pueden ser puestos en masa o individuales, cerca al opérculo del tegumento del grano o en vainas por el lado de la dehiscencia; eclosionan entre 7 y 17 días de acuerdo a las condiciones ambientales. Las larvas neonatas perforan el grano, con el aparato bucal, haciendo galerías de 0.2 mm de diámetro; ellas viven cinco estados larvarios que duran entre 27 y 54 días; luego sale el adulto.



El adulto puede sufrir diapausa y la existencia de polimorfismo, que en el proceso evolutivo, permite a las especies polivoltinarias consumir granos maduros y luego contaminar vainas en el campo.

La diapausa es casi siempre vivida durante el estado de ninfa o pupa, la celda pupal es translúcida cubierta por una fina membrana y la ninfa cambia de coloración, de un color blanquecino a oscuro. El período pupal varía entre 8 y 20 días. El adulto emerge a través de la membrana transparente, dejando una cavidad en el grano. Una vez llega al estado adulto, puede copular de inmediato y la hembra comienza a ovopositar 24 horas después de ser fecundada. La hembra bajo fuertes bajas en la temperatura puede retener ovocitos que guarda, para depositar luego.

El ciclo del adulto puede variar entre 21 y 80 días; mide 3.5 mm; es de color gris olivo, con élitros cortos y pubescentes, con pequeñas bandas transversales y cuerpo robusto.

Zabrotes subfasciatus, es otro de los brúquidos del frijol, llamado gorgojo pintado, es de color negro de élitros cortos y pubescentes con una banda clara transversal; mide 2.5 mm; sus antenas son filiformes; el tórax es ancho en la base y en toda su longitud. Este insecto se encuentra en abundancia en zonas cálidas y húmedas de los climas tropicales. Las formas inmaduras se desarrollan dentro del grano del frijol; son voraces y las hembras adhieren los huevos a la superficie del grano. Pueden causar infestaciones en el cultivo de frijol aún antes de la cosecha. Otros brúquidos de especies univoltinarias: *Bruchus lentis*, *B. Pisum rufimatus* se considera originario de latitudes elevadas, donde las condiciones periódicas no permiten sino una maduración al año; atacan varios tipos de leguminosas comestibles fuera del frijol y de algunas vainas de caupí. Presentan toda una diapausa imaginal de hibernación obligatoria.

Callosobruchus maculatus; brúquido que se encuentra en muchas partes del mundo; ataca además del frijol, varias clases de vigne y de leguminosas.

Un ataque importante en almacenamiento puede reducir a polvo los granos. Es un insecto polimorfo que se puede confundir con *C. analis*, o *L. submentatus*; su talla es de 2.5 mm; de antenas cortas, pero no planas; cuerpo oval, élitros con un tinte rojizo y dos manchas negras o cafés a cada lado, más pronunciados en la hembra que en el macho. Los huevos pueden ser depositados en el campo y se diferencian en su forma de los huevos de *Bruchibius atrolineatus*; la hembra los deposita en el lado dehiscente de la vaina.

El adulto emerge al cabo de 25 a 33 días. Los estados de ninfa y preninfa duran cada uno 10 días. Las hembras que tienen una pigmentación blanca son más activas y pueden vivir varios meses. Sus condiciones óptimas de desarrollo son 32,5°C y 90% de humedad relativa.

El estudio de la ecología evolutiva de los brúquidos es necesario para resolver el problema de la protección de leguminosas, conociendo las relaciones biocenóticas fuera de la economía humana.

Entre los coleópteros que atacan maíz y arroz tenemos el gorgojo negro, *Sitophilus orizae*. Este coleóptero Curculionidae, es un insecto cosmopolita y una de las plagas más severas que ataca a los granos almacenados; se encuentra en las áreas tropicales y semitropicales del mundo. El adulto es un gorgojo cuya longitud varía entre 2,1 y 2,8 mm; de color café oscuro, casi negro. Su cuerpo es cilíndrico y con cabeza prolongada en un pico o probóscide delgada que soporta un par de mandíbulas resistentes. Los élitros tienen en sus ángulos exteriores cuatro manchas de color rojo anaranjado; sus alas son activas. Causa en el campo infestaciones a los granos, antes de ser cosechados.

En el trópico atacan las mazorcas de maíz en estado lechoso. La hembra perfora con la probóscide los granos antes de depositar los huevos, un solo huevo es depositado en cada cavidad. Durante el tiempo cálido las hembras depositan de 8 a 10 huevos diariamente, sin embargo, también puede alcanzar entre 20 y 25 huevos por día.

El tiempo entre huevo y adulto es en promedio 35 días, pero en algunos casos, dependiendo de la disponibilidad de alimento y de las condiciones ambientales este lapso puede prolongarse.

En almacenamiento con buenas condiciones fácilmente habría entre 8 a 10 generaciones por año. La reproducción en almacenamiento es de forma continua.

Los huevos son opacos, de color blanco, más o menos de 0,7 mm. de largo; en forma de pera u ovoide, ensanchándose en la parte media hacia abajo, con fondo redondo y el cuello estrechándose hacia el extremo opuesto. Eclosionan entre 3 y 5 días después de la ovoposición; pueden tardar hasta 10 días en lugares fríos.

La larva es de color blanco perlado, de cuerpo grueso y ápoda; cabeza pequeña, ancha y en forma curva, ventralmente casi recta, dorsalmente convexa; vive cuatro instares larvales. La ninfa es algo semejante al adulto.

Causa una destrucción casi total en almacenamiento, entre otras cosas, porque una hembra puede depositar 250 huevos durante su vida. En Australia existe un record de 400 huevos por hembra.

Sitophilus granarius. Este insecto más conocido como gorgojo del maíz es de color café oscuro y es más grande que el gorgojo del arroz; su longitud varía entre 3 y 4 mm. El pronoto presenta punturas o grabaciones de forma oval, con élitros estriados de alas no funcionales; el tórax es más corto que la probóscide; el cuerpo es delgado y cilíndrico. Estos gorgojos no han sido observados reproduciéndose en el campo.

Su ciclo de vida lo realizan dentro del grano; la hembra abre cavidades para depositar el huevo en la parte media y lo recubre con una sustancia gelatinosa, la cual nivela hasta dejarlo a ras de la superficie del grano. Los huevos son depositados de preferencia en el extremo de los cuales una hembra deposita llega a depositar entre 36 y 264.

Los adultos son resistentes a las temperaturas bajas y son capaces de una diapausa prolongada de 21 a 65 días.

El ciclo entre huevo y huevo dura 35 días; éstos eclosionan al cabo de 4 o 15 días. La larva es más o menos de 2.5 a 2.75 mm de largo, de color blanco perla y la cabeza de color café claro; posee 8 segmentos abdominales, más pequeños que los segmentos típicos; vive tres estados larvarios. La ninfa mide entre 3.75 y 4.25 mm. Se encuentra en celdas preparadas por la larva y requiere de 5 a 7 días para su desarrollo.

Este insecto puede alimentarse también de harinas y granos molidos; en general de productos cereales. Es un insecto cosmopolita en su distribución.

Oryzaephilus surinamensis. La longitud de los insectos adultos varía entre 2.5 y 3.5 mm; de color café rojizo y cuerpo plano; posee alas bien desarrolladas que no utiliza para el vuelo. El nombre gorgojo de los granos, se debe a que presenta proyecciones dentadas a cada lado del tórax que les da forma muy característica. Constituye una de las plagas más graves de granos almacenados.

Araecerus fasciculatus. Este cucarrón que ataca el café, llamado el gorgojo de las cerezas de café y cacao, es un coleóptero de la familia Anthrivusüdae.

Insecto de 4 a 5 mm., de color castaño oscuro, con pelos grises; las larvas son ápodas, recubiertas de pequeños setas blancas, con una cabeza oscura y

se alimentan de la almendra, destruyendo el grano y dejando como residuo un polvillo amarillo.

El ataque es frecuente cuando la humedad en la cereza es superior al 13% en el café trillado.

Hay todo un orden de insectos que atacan granos almacenados: ellos son los lepidópteros, llamados vulgarmente “palomillas”. Los adultos son muy activos y de gran longitud, ataca harinas y salvado.

Sitotroga cerealella. Este insecto se conoce vulgarmente como palomilla de maíz, es cosmopolita y se encuentra distribuido en todas partes del mundo; es muy destructivo para el grano, siendo considerado en segundo lugar después del *Sitophilus oryzae*. Este insecto ataca en el campo y a veces, aun cuando el grano parezca limpio, llega al almacenaje con ovoposiciones que desarrollan luego el ataque en almacenamiento en forma severa. Ataca el grano en la parte superior.

Dicha palomilla ataca también trigo y sorgo en espiga. En almacenaje sólo el lecho superior se infecta ya que las palomillas no pueden penetrar para ovopositar. Las hembras depositan 120 a 400 huevos; la palomilla puede medir entre 12 a 13 mm.

El daño de esta plaga es hecho por la larva que pasa toda su vida dentro del grano; la pupa forma un cocón de donde emerge el adulto; éste, con las alas abiertas, es de color amarillo casi dorado y lustroso; los extremos de las alas son angostos y terminan en flecos largos.

El estado larval toma de 2 a 3 semanas y más a menos una semana permanece en estado de pupa de donde emerge la palomilla. De acuerdo a las condiciones ecológicas puede haber de 4 a 8 generaciones anuales. Los granos infectados pierden el 50% de peso.

Croryra Cephalonica llamada palomilla de arroz, la cual ocupa zonas ecológicas muy específicas. Además de arroz ataca toda clase de granos. Las palomillas pequeñas miden 1 cm con las alas extendidas; depositan sus huevos un día después de copular, pudiendo una sola hembra depositar entre 90 y 200 huevos que miden 0,5 mm de largo por 0.33 mm de ancho; tienen un período de incubación de 5 días. Se alimentan del grano, y producen excrementos especiales en forma de tela de araña que cubren el grano.

Esphestia cautela Es cosmopolita y muy distribuida en el trópico hasta 2.500 m.s.n.m., ataca granos de cereales, cacao, nueces, granos de café. Los adultos

miden entre 7 a 8 mm; tienen alas largas siendo visibles las anteriores en el adulto que acaba de salir; son grises-cafesuzcas. Las larvas se distinguen de las otras especies gracias a pequeñas manchas que lleva sobre todos los segmentos del cuerpo.

El adulto no se alimenta y vive poco tiempo; cada hembra pone 300 huevos entre los 3 y los 4 primeros días; las larvas pasan por 5 instares y hacen un capullo de seda para empupar. El desarrollo total toma 30 días a 32°C y entre 70 y 80% de humedad; puede alcanzar hasta 145 días a temperaturas inferiores.

La papa no tiene insectos de almacenamiento propiamente dichos; sólo aquellos que lleva en su interior al ser cosechada y que pasan desapercibidos al momento del almacenamiento.

Phthorimaea operculea. La polilla de la papa se encuentra donde ésta se cultiva; ataca otros cultivos como tabaco, tomate y berenjena.

Las larvas perforan los tubérculos, penetrando al interior; puede atacar también otras partes de la planta.

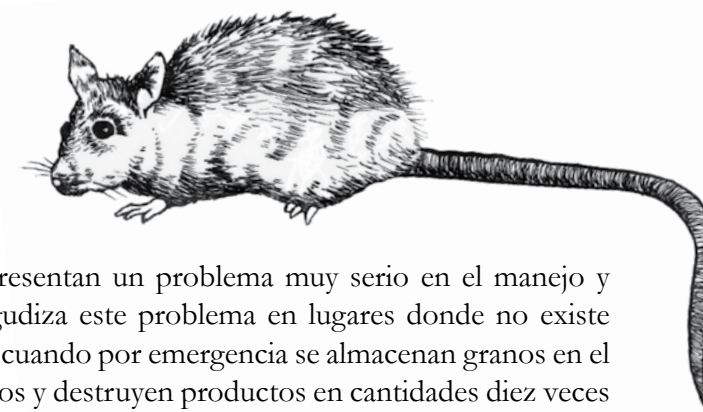
Los huevos miden 0,5 mm. y las larvas nonatas más o menos 1 mm; llegan a alcanzar hasta 11 mm. a la cuarta muda. Los huevos eclosionan a las 108 horas a 26,5°C. El desarrollo necesita 67 días para la larva y 18 para la ninfa; copula a las 16 horas de su salida.

Angasta elutella, Palomilla del tabaco: Es un insecto cosmopolita que ataca semillas de cereales, harina etc.; es muy perjudicial al tabaco almacenado al que causa daños considerables, dañando todo el tejido y dejando sólo las venas o las nervaduras. El tabaco preferido por esta palomilla es aquel más rico en levulosa.

La palomilla mide 1,6 mm. de extremo a extremo, con las alas extendidas; de color claro gris, con dos bandas claras a lo ancho de las alas anteriores. Los huevecillos son depositados por las hembras, aislados o en un grupo. Pasa por 5 estados; el estado de pupa en el cacao toma de 2 a 3 semanas. Puede presentar 2 a 3 generaciones por año. Su presencia es muy abundante en el momento en que las condiciones climáticas le son favorables y se puede decir que existe casi un clima primaveral en el momento que emergen, constituyendo un problema en las bodegas de almacenamiento.



Los Roedores



Las ratas y los ratones representan un problema muy serio en el manejo y conservación de granos; se agudiza este problema en lugares donde no existe protección contra esta plaga, o cuando por emergencia se almacenan granos en el campo. Causan daños cuantiosos y destruyen productos en cantidades diez veces mayores de las que puede consumir. Se ha comprobado que en seis meses un par de ratas pueden ingerir 14 Kg. de alimento y dejar 25.000 cápsulas de excremento, así como 5,5 litros de orina, aparte de los millones de pelos con los que contaminan granos y semillas. Estos animales por parto pueden tener 8 crías, que a su vez están aptas para reproducirse a los 3 ó 4 meses.

Esta plaga es de gran importancia económica. La contaminación del grano es grave, pues la rata trasmite a los seres humanos más o menos 10 enfermedades severas; la peste bubónica, causada por la bacteria *Pesturella pesti*; la rabia transmitida por orina; el tifo, la fiebre de mordeduras, la ictericia, la tularemia, la triquinosa y la poliomiелitis.

En almacenamiento son comunes la rata café, la rata de albañal o rata noruega (*Rattus norvegicus*). Es la más grande y pesada; de piel suave, muslos robustos, orejas pequeñas y pegadas; la longitud de la cola es menor que el cuerpo; el adulto pesa 340 gramos y mide 25 cms. Tiene un período gestatorio de 21 días y 12 generaciones al año, es de hábitos cavadores.

La rata negra o tejedora (*Rattus rattus*) es más pequeña que la anterior, con orejas grandes, casi desprovistas de pelos y la longitud de la cola mayor que el cuerpo. Es de hábitos trepadores.

Ratón casero (*Mus musculus*): De color café claro; es mal oliente e impregna a los granos de su olor característico.

Las ratas y los ratones representan un problema muy serio en el manejo y conservación de granos; se agudiza este problema en lugares donde no existe protección contra esta plaga, o cuando por emergencia se almacenan granos en el campo. Causan daños cuantiosos y destruyen productos en cantidades diez veces mayores de las que puede consumir.

V. M ó d u l o :

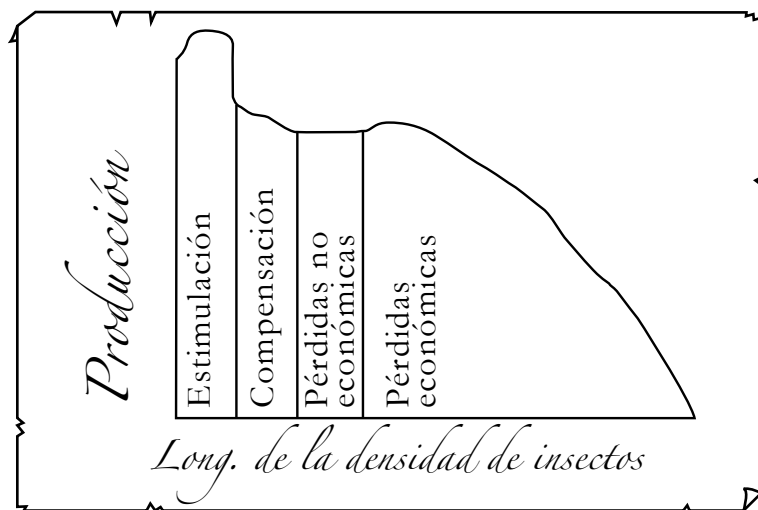
Concepto de Umbral Económico y pérdidas causadas por insectos post-cosecha

Definir el concepto de Umbral Económico, es definir la base de la Entomología Económica. Tener muy claro lo que es Umbral de Tolerancia y Umbral Económico de Intervención, es lo que nos permite decir cuando una población del insecto pasó a constituirse en una plaga. La definición de dichos Umbrales parte de una estrecha asociación entre la economía y ciencia.

El Umbral es la base del manejo de control de plagas y en la entomología tradicionalmente no ha sido tenido en cuenta muy frecuentemente. El Umbral Económico determina el nivel por debajo del cual los daños de insectos no son tan tolerables. Es decir, es el punto en el cual la densidad de insectos presentes, está apenas por debajo de aquel en el que el costo y daño ocasionado en el valor del cultivo, es igual o superior a ese de la intervención y la relación es 1:1, $1 < 1$. No importando la intervención que sea; control químico, biológico, métodos culturales etc. Es necesario entrar a considerar los dos Umbrales principales:

- El Umbral de Tolerancia.
- El Umbral Económico de Intervención, este último siendo el más elevado posible, sirve de indicador a la intervención.

Este es pues un Umbral de acción comprobado por la experiencia o a medida de experimentación respecto al "nivel de perjuicio económico".



Relación generalizada entre la producción de la cosecha y la densidad de la plaga.

Es necesaria una encuesta socio-económica. Deberá ser realizada por sitios para obtener las informaciones esenciales a los estudios a seguir. Dicha encuesta incluye:

- Clasificar los insectos nocivos según la importancia económica en el agroecosistema.
- Conocer los complejos económicos asociados al desarrollo del cultivo o almacenaje.
- Analizar los factores económicos concernientes, sus interacciones y factores de producción y de desarrollo.
- Definir los límites del costo de los valores del sistema de control integrado.
- Determinar el margen de provecho aceptable para el agricultor con los métodos de control químico, biológico y agronómico.
- Fijar los límites de pérdidas reales y potenciales debidas al insecto nocivo, considerado como el más dañino en el conjunto donde se encuentran varias especies.
- Prever la repercusión que pueden provocar las nuevas técnicas en el medio agrícola tradicional (variedades nuevas, fertilizantes, exceso, etc.)

La estimación de un Umbral de Tolerancia y de Intervención se determina generalmente, a partir de muestreos secuenciales que varían según el número de insectos nocivos y número de agentes naturales.

En un tipo de sondeo se hace el prelevantamiento de un número de muestras variables, según el número de insectos presentes y el nivel de daños aceptables por el agricultor; al hacer el muestreo es necesario determinar la distribución, la frecuencia del insecto nocivo en el cultivo o en el almacenamiento; ésta está dada por la relación entre el promedio y la varianza.

Así por ejemplo, más de dos perforaciones por vaina de fríjol en cada una de diez vainas, escogidas entre cien, ya no es tolerable. Claro que en almacenamiento, un grado de 2% de infestación de brúquidos provoca 80% de pérdidas.

En roedores y ratas que atacan en general almacenajes, cuando se encuentren dos o más huecos o galerías, es necesario dar la alarma; con palomillas menos de 10%, es decir entre 1 y 10 granos atacados por 100 no es alarmante, pero más de diez es necesario dar la alarma y proceder.



A pesar de que no hay unas bases muy fijas para establecer los Umbrales, la densidad si nos da una base para tomar una decisión de realizar un control o no hacerlo, luego de que la alarma es dada.

En momentos críticos este muestreo debe ser semanal y deben ser observadas más de cinco muestras, tomadas en sitios diferentes.

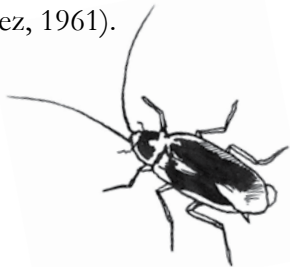
También, se deben establecer fichas de observación donde se anota fecha, lugar, variedad, nombre de la planta, número de perforaciones y de insectos encontrados, así como el peso inicial de las muestras.

En granos almacenados fuera del daño en si, hay que considerar el deterioro del grano, producido bajo las condiciones anormales y el metabolismo de los insectos que lo infectan. Ambos tipos de daño determinan tanto la calidad alimenticia y el valor económico, como el poder germinativo del grano. Se estima, en la producción mundial, que en almacenaje el 5% de las pérdidas son causadas por insectos.

Debemos establecer una tabla para determinar dichas pérdidas, donde se tiene en cuenta:

Variedad y Estado, Humedad, % de Pérdidas por peso del grano.				
	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
Frijol rojo limpio	12	-	16.7	45.8
Variedad 107 con impureza	10	4.9	48.1	70.8

Ejemplo:
Porcentaje de pérdidas por peso de la variedad de maíz, al daño de una población de insectos (*Sytophilus oryzae* y *Tribolium confusum*) (Ramírez, 1961).



Variedad y Estado, Humedad, % de Pérdidas por peso del grano.				
	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
V-107 limpio	12	2.2	36.1	44.8
V-107 limpio	12	3.1	40.4	39.8
Cacahuazintle limpio	12	8.8	42.3	35.7
Cacahuazintle con Imp.	10	4.9	48.1	70.8

Variedad y humedad % de pérdida por peso del grano

Una vez determinado el Umbral y conocidas las situaciones, podemos con criterio definir en cuanto al resto de parámetros, para entrar a pensar el tipo de control que vamos a aplicar. Cuando se decide un control es porque se presupone que se ha efectuado una investigación adecuada de base, con la plaga en particular y con su huésped.

Veremos luego el Control Biológico e Integrado como el manejo eficiente de granos y semillas.



VI. Módulo:
Control integrado y manejo de plagas de almacenamiento

Como Control Integrado se designa al sistema que permite el manejo de plagas, donde se tiene en cuenta el medio en particular y la dinámica de poblaciones de las especies consideradas; utiliza todas las técnicas y métodos apropiados, de una manera inteligente y compatible, que posibilite mantener las poblaciones de insectos nocivos a un nivel donde ellos no sean la causa de un daño económico. Es decir por debajo de un Umbral Económico. Esta definición que fue la adoptada por la FAO desde septiembre de 1967, implica:

-La explotación máxima de los factores naturales de mortalidad completados en el caso en que éstos no sean suficientes, utilizando métodos artificiales. Los factores naturales comprenden tanto los parásitos como los métodos culturales y las variedades resistentes.

-La aplicación de pesticidas usuales, ojalá selectivos y dirigidos, se hará en el caso en que el Umbral Económico esté en riesgo de ser sobrepasado o alcanzado. A los plaguicidas se recurre únicamente como último recurso. Su utilización debe ser compatible con los factores naturales de mortalidad y las cantidades utilizadas deben ser limitadas al número necesario, sólo para completar los medios naturales de control.

El Control Integrado no se apoya en la utilización de un método específico; propone alternativas frente a una situación dada, de una serie de técnicas apropiadas, en coordinación con los factores naturales (reguladores y limitativos) del medio ambiente.

Una plaga es importante o no importante en términos de su densidad de población y del daño que causa con respecto a los Umbrales Económicos y estos dos cambian debido a consideraciones económicas.

Los intentos para controlar las plagas por medios biológicos han tenido éxito; la importancia y diseminación de parásitos e insectos depredadores exóticos, el desarrollo y uso de las variedades de plantas resistentes a los insectos y la propagación de agentes patógenos, han ejercido un control excelente para unas cuantas especies. Sin embargo, muchos problemas de algunas plagas, ninguno de estos métodos ha podido resolver. Los problemas planteados por las poblaciones de insectos nocivos para granos almacenados, de los que ya hemos visto sus condiciones intrínsecas y su evolución, son problemas muy difíciles de ser solucionados por un sólo componente de un sistema de Control Integrado.

El hombre hasta ahora ha actuado como un arrasador de la naturaleza, con poca consideración con respecto a las consecuencias. Ante tales resultados ha nacido la necesidad de acumular información sustancial, que sugiere que el control de plagas se debe extender desde los métodos empíricos, hasta los sistemas basados en los principios de la ecología aplicada. Este nuevo sistema se conoce como Control Integrado. Entre las muchas aproximaciones para definirlo tenemos: *Qué es el control de las plagas que combina e integra medidas de Control Biológico y químico en un sólo programa*; otra segunda definición señala que es *un enfoque ecológico para el control de plagas, en el cual se consolidan todas las técnicas disponibles necesarias en un programa unificado, de modo que las poblaciones se puedan manejar en tal forma que se evite el*

daño económico y se reduzca al mínimo los efectos adversos adicionales. Una tercera lo define como *un programa de manejo de poblaciones de insectos, ideado para mantener las poblaciones de las plagas a niveles tolerables económicamente.*

Otros la definen como *la utilización de todas las técnicas adecuadas para reducir y mantener la población de plagas por debajo del nivel en que no causa daño de importancia económica a la agricultura y a los bosques o reuniendo dos o más métodos para mantener la plaga a niveles por debajo de la que causan daño.*

Todas estas definiciones tienen por lo menos algo claro y en común: el sistema debe basarse en principios ecológicos directos, de tal suerte que con una mezcla de las técnicas de control se logre llegar a un manejo integrado. La necesidad de un sistema integrado en el tratamiento de plagas, está dado como resultado de las deficiencias de los métodos que dependen de un solo factor.

Para obtener los objetivos del Control Integrado es necesario:

- Hacer un inventario; estudiar y explorar a fondo los medios y recursos ya utilizados en la agricultura tradicional, para satisfacer las necesidades locales de protección contra los insectos nocivos. Ellos pueden ser considerados como las primeras técnicas de Control Integrado.
- Persuadir y movilizar a la población rural para que sea partícipe de toda acción de protección de plantas y vegetales en general.
- Identificar y desarrollar las técnicas y los métodos más eficaces.
- Obtener el beneficio máximo en los programas de control con el mínimo de costo.
- Prevenir la población rural de la presencia de insectos que pueden llegar a ser dañinos y volverse plagas.
- Demostrar que un organismo vivo benéfico, puede en un momento determinado llegar a ser dañino.
- Desarrollar sistemas coherentes en relación con el agroecosistema, para prevenir problemas potenciales, que pueden presentarse a corto o largo plazo, con el fin de tomar las medidas necesarias.
- Reforzar y utilizar ampliamente las ventajas que proporcione el Control Biológico, es decir, el ejercido por los enemigos naturales.
- Proteger y preservar el ambiente, con el fin de asegurar las justas relaciones entre las especies animales y vegetales.
- Prevenir, a través de la vigilancia permanente el desarrollo de situaciones críticas.
- Emplear el control artificial o químico, sólo si ello se justifica económica y ecológicamente.
- Normalizar y dirigir el empleo de los pesticidas.



El implantar un sistema de Control Integrado es un proceso largo y se hará progresivamente, por períodos o fases, dadas a medida que la necesidad se cree y los medios lo permitan.

El sistema de Control Integrado es un proceso que depende de una primera fase de información y formación educativa para su establecimiento. La información está directamente ligada a la investigación, que nos permitirá identificar los problemas en su contexto de base, es decir, los agroecosistemas; el medio tradicional, los enemigos nocivos en las plantas cultivadas o en los granos almacenados, los daños causados, el Umbral de Tolerancia, el Umbral Económico, la información precisa sobre la distribución de las especies dañinas, sus parásitos y predadores.

Se deben realizar siempre estudios rigurosos y precisos, que faciliten la utilización de la medida adecuada en el momento debido; que permitan mantener la complejidad del sistema ecológico, la anulación de acciones destructivas, la aplicación de los riesgos selectivos mínimos o aplicaciones de control químico a las poblaciones de plagas, dirigido y selectivo, teniendo en cuenta el fracaso de la teoría de erradicación.

Adaptación del cultivo y del almacenaje a condiciones ecológicas no favorables para la plaga; en caso de que el medio le sea propicio hacer exclusión de esa área, o adaptar áreas nuevas que no le sean favorables.

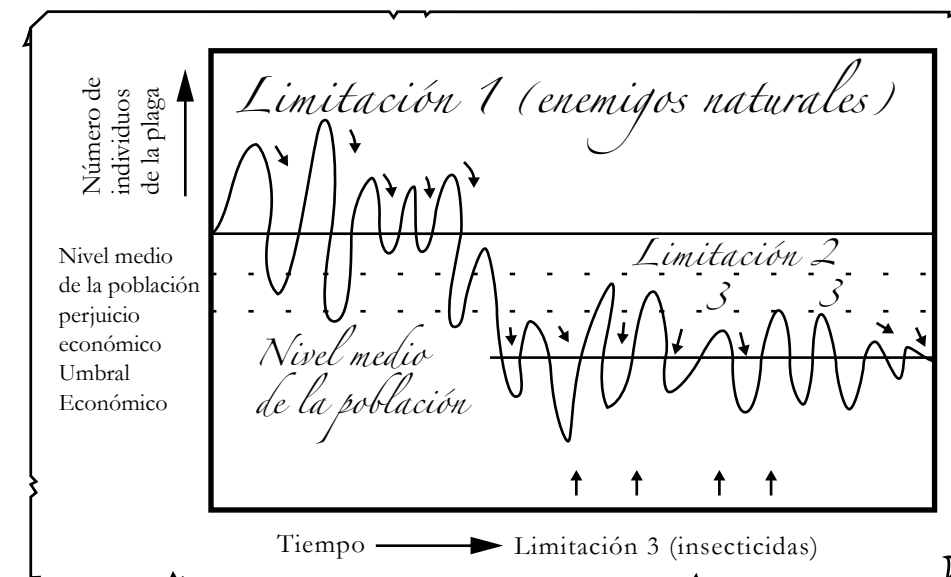
Hacer uso de la herramienta de Umbral Económico y determinarlo siempre, antes de proponer cualquier tipo de control. Aceptar siempre las poblaciones subeconómicas, hasta un umbral tolerable.

La utilización de sistemas de granos provenientes de variedades mejoradas resistentes a cierto tipo de insectos; tanto a nivel de campo, como a nivel del almacenaje. La utilización de plantas odoríficas repelentes de insectos. No olvidar la utilización de análisis de sistemas económicos que aportan elementos para saber el sistema preciso a aplicar ante un Umbral Económico dado.

El desarrollo de sistemas integrados o de tácticas alternativas que sean ecológicamente compatibles como Control Cultural, Control Biológico, utilización de la resistencia de granos provenientes de plantas mejoradas y utilización de metodologías tradicionales mejoradas, uso de plantas odoríficas repelentes, pueden reducir al máximo la utilización del Control Químico.

Al diseñar un programa de Control Integrado es necesario servirse de los modelos matemáticos que se integran al manejo práctico de la biología de los insectos estudiados, muestreados, contados y con programas de vigilancia.

Diagramas como este deben ser analizados siempre:



Representación diagramática del papel de las tres limitaciones en un programa de Control Integrado. La limitación 2 puede consistir en un enemigo natural importado o en resistencia de la planta (De Van Em den, H.F., 1969; J. Sei. Ed Agríc., 20, 385-7).

Investigación sobre métodos tradicionales de almacenaje:

Es de gran importancia recordar que la orientación del Control Integrado debe conducir a prevenir el ataque de las plagas y a mejorar la estabilidad del sistema, más que a tratar el problema de la plaga una vez que ella ya exista. En el campo los agricultores lo practican desde hace décadas; muchos de ellos han logrado con la práctica desarrollar sistemas viables con medios muy simples, en el fondo lógicos, fruto de sus observaciones y experiencias, que las sofisticadas técnicas de la agricultura industrializada han llevado a ignorar, con las imposiciones económicas y políticas de los sistemas de explotación. Es urgente e inmediato entrar a recuperar estas metodologías tradicionales, para entrar a mejorarlas y llevarlas, en lo posible, a hacerlas más populares.

Una investigación sobre especies vegetales odoríficas las cuales, con cenizas y polvos deshidratados pueden ser agregadas a los granos almacenados, constituyéndose en métodos simples de control de plagas. En Ruanda ha habido grandes resultados que el uso de *Isbozia riparia*, planta odorífica repelente, aplicada como polvo en el almacenaje. Estudios de farmacología realizados en la Universidad,



Facultad de Medicina, encontraron que esta planta fuera de ser repelente de insectos posee condiciones bactericidas.

Lo mismo ha ocurrido en Burkina Faso con el uso de *Hithis especifera*, utilizada desde hace muchos años por el pequeño campesino en sus almacenajes. El uso de muchos otros medios como el caolín, ceniza de banano, aceites, son medios de protección de gran eficacia, que a nivel de almacenaje impiden la diseminación de las plagas, pues al salir las larvas neonatas de los huevos que el grano llevaba ya del campo, les es muy difícil desplazarse sobre el tegumento que se encuentra con cenizas o aceites.

La utilización de otros medios mecánicos como el uso de calor y el uso del debido secado del grano. Para emplear calor es necesario conocer muy bien la fisiología del grano que se va a almacenar, también el poder de germinación si éste es almacenado para semilla.

Así, en estudios realizados por una investigadora burkinabés, se encontró un control total de *Bruchubius atrolineatus* y *Callosobuchus maculatus* calentando los granos hasta 60o C; es interesante que hasta 79° C el poder germinativo de la semilla permaneció con 80% del grano viable. El costo de calentamiento de semillas y granos es necesario tenerlo en cuenta; pero éste es uno de los métodos mecánicos baratos, si se pone de presente que en los países tropicales la fuente de energía puede ser solar.

Este método puede ser de fácil utilización y popularización para granos de consumo, teniendo mayor precaución con las semillas que se pueden almacenar aparte en sitios herméticos.

La investigación sobre otros tipos de plantas odoríficas en nuestro medio, helechos y eucaliptos por ejemplo, para utilización de polvo como complemento de otros métodos como el calor, son de urgente necesidad.

Utilización de las variedades resistentes en el control del gorgojo en granos almacenados.

El CIAT en Colombia trabaja en la actualidad sobre el control de *Zabrotes subfasciatus* y de *Acanthoscelides obtectus*. Se han evaluado 8000 variedades de fríjol cultivados y hasta el momento los resultados son satisfactorios. La búsqueda de resistencia se amplió a fríjoles silvestres de origen mexicano y dentro de ellos se encontraron niveles de resistencia; estas variedades se han cruzado con fríjoles cultivados. La resistencia del fríjol al gorgojo está dada por un mecanismo de an-



tibiosis, es decir, un efecto deletéreo muy significativo de la planta sobre la biología de los insectos y su supervivencia; como resultado de ello la emergencia de los adultos sobre estas variedades se redujo significativamente, el ciclo de vida de los insectos que logran sobrevivir se alarga y la progenie resultante se caracteriza por su tamaño y peso reducidos. El factor resistencia está dado por una proteína que se llama arcelina (Cárdona, Posso 1987).

Podemos además esperar mucho en el futuro de las modernas investigaciones en agrotecnología, donde los genetistas han logrado obtener en el gen de algunas plantas introducir sustancias repelentes a determinados insectos, lo que se llama vacuna; ellas parten de los factores de los mecanismos de resistencia y ya un día muy cercano estas técnicas serán dadas a la luz pública.

Desarrollo de una aplicación selectiva de los pesticidas.

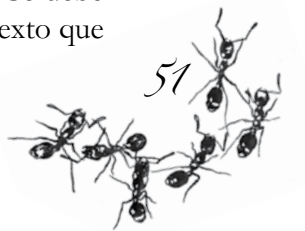
El Control Biológico ya establecido o presente en el ambiente, requiere entonces una protección a las pulverizaciones que son necesarias en el control de plagas que han alcanzado el Umbral Económico; caso extremo donde sólo se debe pensar en este medio.

La selectividad de un pesticida debe ser inducida, casi siempre por disminución de dosis, es claro que en este caso sólo se busca una selectividad relativa y no absoluta, pues la aplicación matará con certeza tanto plagas como enemigos naturales. La diferencia en el tiempo y en el espacio, la muerte de la plaga y de los enemigos naturales, parece ofrecer las mejores posibilidades. La selectividad en el espacio consiste en tratar sólo una parte del almacenaje que no sea hermético. De esta forma parcial se da la posibilidad de una supervivencia de los enemigos naturales en la parte no tratada.

Se pueden realizar también alteraciones en Control Biológico y químico; utilizarse trampas de atracción tratadas con insecticidas o usar feromonas en las trampas para la plaga, lo que da una especificidad a los enemigos naturales.

Para poder conseguir la selectividad en el tiempo es necesario manejar a la perfección la biología de los insectos, tanto plaga como de los enemigos naturales.

Cuando el uso de un pesticida sea necesario, en caso extremo, se debe proceder a la selección de éste, teniendo en cuenta la molécula de su o sus componentes activos, los análisis de toxicidad y las características de residuos. Se debe recordar siempre que los pesticidas en su etiqueta traen parámetros de texto que



son realizados bajo condiciones muy diferentes a las de nuestros países tropicales donde pueden comportarse en forma diferente.

La selección de un pesticida con un componente activo menos tóxico es prioritario, un piretroide por ejemplo; relegar el uso de clorinados y fosforados en lo posible, es de necesidad inmediata. Es necesaria, humana y urgente la protección a quienes aplican el insecticida, los cuidados que se deben dar, tener los equipos debidos y controlar el tiempo de exposición con el producto. No olvidemos que en el tercer mundo es envenenada en promedio una persona por minuto por acción de los insecticidas.

Manejo de granos almacenados y de almacenamientos

El manejo y conservación de granos y semillas en cualquier parte del mundo depende esencialmente de la ecología de la región considerada, del tipo de troje, bodega, almacén, silo disponible, de las condiciones del grano y semilla por almacenarse, de la duración del almacenamiento.

Es imposible llegar a obtener una conservación y una gestión correcta, si no se reconocen los errores fundamentales: Los brúquidos son considerados como la más terrible plaga de granos almacenados. Las medidas oficiales de control se realizan mediante fumigaciones, con productos tóxicos en los lugares de almacenaje. Los tratamientos son caros, peligrosos y entran a ser parte de los granos que se consumen en la alimentación, lo cual exige tener sumo cuidado para evitar posibles intoxicaciones en la población.

- Es necesario entrar a sacar de la circulación tratamientos de control que pretenden describir métodos generales, ignorando el conjunto del complejo de la biocenosis.
- Organizar la protección antes de la cosecha de los granos y semillas en cultivos tradicionales.
- Conocer paralelamente los insectos susceptibles y destruirlos.
- Tener en cuenta los medios tradicionales empleados por campesinos, que han estado abocados a estos problemas por siglos.
- La humedad en los granos al momento de ser almacenados.
- La forma como ellos deben ir al almacenamiento (en vainas, en espigas o en grano; con cobertura o pergamino).
- Tener almacenamientos adecuados, la mejora de pequeños almacenajes rurales en ollas de barro herméticamente cerrados.

Contenido de humedad en los granos

El contenido de humedad en el grano constituye uno de los más graves problemas para su conservación. Las plagas atacan menos a los granos secos; además, cuando el grano es almacenado con exceso de humedad, está predispuesto al calentamiento excesivo y espontáneo, debido al alto rango de respiración y por consiguiente al ataque de patógenos e insectos.

En Centro América, por ejemplo, el maíz desgranado, almacenado con un 13% de humedad no resiste un año. Es necesario almacenarlo en espiga. Con un contenido de 12% de humedad durará por períodos de 2 a 3 años.

El trigo en almacenaje debe tener 14%; el frijol entre 11% y 12%. El café debe ser almacenado con el pergamino y bien seco; ésta sola es sola protección contra insectos ya confirmada.

El trillaje y escogencia de los granos sanos antes del almacenaje, debe ser de rigor y prioridad; se deben hacer muestreos exhaustivos en los lotes de almacenar y determinar porcentajes de infestación.

Recomendaciones: Medidas a aplicarse

- Higiene en los granos almacenados. Si hay ausencia de un sistema satisfactorio de protección de cultivos, los problemas resultantes del empleo de pesticidas se volverán angustiosos. Todo programa debe aportar un máximo de beneficio y crear el mínimo de daños al medio ambiente.
- Tratar de cultivar variedades que sean resistentes, las cuales pueden ser encontradas entre los locales, de cada región.
- Control sanitario en el campo. Las infestaciones de granos no se producen en el almacenamiento, se producen en el campo.
- Es necesario, a partir de los buenos conocimientos de la biocenosis, deshacerse de conceptos administrativos antiecológicos del control de almacenajes por medio de insecticidas y por el contrario evitar la contaminación de los granos antes de la cosecha.
- Limpiar los campos muy bien. Se debe destruir un cierto número de leguminosas y otras plantas adventicias hospederas secundarias, que pueden alojar insectos nocivos, durante el período de campo al descubierto.
- Efectuar la cosecha al momento de la maduración de las vainas.
- La protección es superior cuando se logra el mejor estado de maduración y se alcanza en periodos donde las condiciones climáticas no son favorables al insecto.



- Es importante pensar entonces en las épocas de siembra. Un trillaje y control luego de la cosecha es de rigor antes de almacenar.
- Secar y utilizar métodos de calentamiento para matar larvas que estén al interior de los granos.
- Eliminar granos con huecos, parasitados, quebrados y con hongos.
- Al momento de la cosecha debe existir un servicio de control sanitario, que revise y descarte lotes enteros que contengan granos contaminados.
- Igualmente es necesario efectuar un control de calidad y de grado de humedad en los granos.

Situación sanitaria de los almacenajes

Como primera medida el almacén debe ser sometido a normas estrictas de higiene.

- Eliminar todos los sacos viejos, los residuos de granos caídos y destruir todo aquello susceptible de acoger los insectos o de reducir la eficacia de las medidas de protección.
- Que no existan árboles alrededor del almacén, pues ellos pueden albergar insectos.
- Delimitar una zona de protección sanitaria alrededor del almacén de 8 metros de ancho como mínimo.

Al interior se deben seguir normas muy serias de higiene deben ser respetadas para impedir la introducción de insectos.

- Lavar y limpiar antes de almacenar los lugares; realizar una limpieza periódica, tener todos los utensilios de base (escobas, palos, cepillos, etc.).
- Controlar los agujeros y ventanas, las puertas, los muros (las rajaduras y hendiduras de más de un milímetro que permitan entradas de termitas o de brúquidos y coleópteros en general, las aberturas que dejan el paso libre a las ratas).
- Es necesario instalar en puntos estratégicos trampas para ratas.

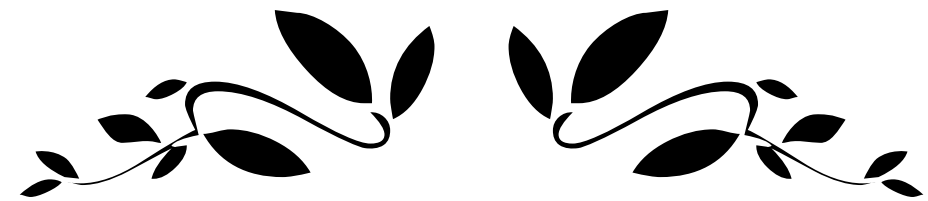
Tratamiento de los granos al momento del almacenaje

- Adaptación de los métodos tradicionales. Uso de cenizas de plátano, olorosas, repelentes, hojas de banano, caolín y aceites para mezclar a los granos en el momento de almacenar.
- Inspección periódica de los almacenajes para detectar rápidamente y desde el comienzo toda infestación y aislar las fracciones contaminadas.
- Almacenar las semillas aparte, en silos herméticos, que puedan recibir en caso necesario un tratamiento diferente.

Alverja

Pisum sativum





II PARTE

Curso sobre Control Biológico

Utilización de parásitos, depredadores, entomopatógenos, biopesticidas y otros.

*La humanidad no entrelaza
el tejido de la vida.
Tan sólo somos un hilo dentro de él
cualquier cosa que hacemos a este tejido,
nos la hacemos a nosotros mismos.
Todas las cosas se contienen juntas.
Todas las cosas conectan.
Jefe Seattle*



Introducción:

Al hablar de Control Biológico o de cualquier otro tipo de control, es necesario tener un enfoque ecológico claro y preciso del problema. Para empezar citamos al padre de la ecología, biólogo alemán, decidido partidario del evolucionismo y discípulo consagrado de Darwin, Ernest Heinrich Haeckel (1834-1919) quien en su Historia de la creación natural o de la doctrina científica de la evolución, la define así:

"La ecología o distribución de los organismos. La ciencia del conjunto de las relaciones de los organismos con el mundo ambiental, con las condiciones orgánicas o inorgánicas de la existencia, eso que uno llama la economía de la naturaleza, las múltiples relaciones de todos los organismos que viven en un mismo sitio, su adaptación o medio ambiente y lucha por la sobrevivencia, sobre todo los fenómenos de parasitismo, depredación, migración, emigración, muerte y nacimiento.

Precisamente esos hechos "de la economía de la naturaleza" que en la opinión superficial de las gentes del mundo, parecen una juiciosa disposición por una creación en la realización de un plan, esos hechos, digo yo, discutidos seriamente y que resultan como las causas mecánicas son sólo los hechos de la evolución y la adaptación".

Con esta visión tratemos de enfocar los problemas de los países tropicales. En los cuales "los hechos de la economía de la naturaleza" son más agudos. Donde

los hechos puramente económicos y las relaciones mismas sólo se dan dentro de unos parámetros aislados. Los problemas de supervivencia en el mundo actual deben tener alternativas para superar la pobreza y la contaminación. La crisis del medio ambiente es necesario situarla dentro del marco de la revolución científica, técnica y social.

El escandaloso y creciente poder de intervención de la humanidad sobre la naturaleza ha multiplicado la importancia y el número de sus actividades, perjuicios y daños dispersos en el tiempo y el espacio. Todo como resultado de la intervención humana en el sistema natural sin conocer su funcionamiento. La humanidad necesita desarrollar sus conocimientos ecológicos, para poder integrarse al sistema natural e intervenir en la transformación de éste, como un sistema humanizado. A fines del siglo XVIII y principios del siglo XIX con el desarrollo de la primera etapa del capitalismo en su fase mundial, fue cuando se iniciaron los saqueos masivos de la naturaleza propiamente y es allí donde se han generado algunos de los problemas ecológicos que hoy por hoy son irreversibles.

La supervivencia de una parte de la humanidad corre un gran riesgo con:

- . La tala indiscriminada del bosque tropical.
- . La depredación causada por los colonos en los bosques por carecer de tierras para subsistir con sus familias.
- . La mala gestión del ecosistema por parte de los gobiernos del Tercer Mundo quienes obligan a los colonos a ampliar la frontera agrícola.
- . La permanente búsqueda de fuentes energéticas.
- . El uso irracional de los insecticidas en cultivos industrializados, destruyendo la fauna benéfica, promoviendo resistencia en las plagas existentes, envenenando las aguas y plantíos cercanos de los pequeños agricultores.
- . Para los estudiosos del campo, estos factores, deben ser motivo de grandes preocupaciones.

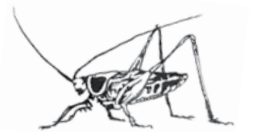
No podemos seguir guardando silencio ante destrucciones masivas de regiones enteras por el envenenamiento de las aguas, el aire, la fauna y la flora. Es importante tener presente el carácter perecedero de todos los recursos naturales. El planeta Tierra, es un sistema entero y abierto, en tanto que la economía de los países industrializados es un sistema de flujo energético cerrado.

La FAO define el Manejo Integrado:

"Como un sistema que permite el manejo de las plagas donde se tiene en cuenta el medio en particular, la dinámica de poblaciones de las especies consideradas, el uso de técnicas y métodos apropiados de una manera inteligente y compatible, que posibilite mantener los insectos nocivos a un nivel donde no sea causa de daño económico, es decir por debajo de un Umbral Económico".

Una plaga se maneja, no se pretende su erradicación. Una de las herramientas prioritarias y principales dentro de dicho manejo es el Control Biológico, del cual nos ocupamos en esta aparte del texto.

1. Conceptos básicos sobre CONTROL BIOLÓGICO



El Control Biológico tiene por objeto el manejo de plagas de insectos de una manera natural a través de una dinámica poblacional, creando o manteniendo una situación que permita evitar que los insectos causen problemas importantes; es decir:

1. Impedir la instalación y diseminación de plagas de insectos nocivos.
2. Mantener la infestación a un nivel tal que no provoque daño o que éste sea de un grado mínimo
3. El control debe ser ajustado a un costo mínimo y no debe repercutir en ningún riesgo para el hombre o la integridad del medio ambiente.

Los insectos nocivos se adaptan fácilmente a condiciones y situaciones ecológicas del medio en el que les toca vivir, tienen igualmente una vasta plasticidad, lo que les ha permitido subsistir durante siglos.

Una plaga es una población de insectos, de la cual los entomólogos deben comprender su significado y el balance de los niveles de dicha plaga. Ella, es sólo importante o no, en términos de su densidad de población y del daño que cause con respecto a los Umbrales Económicos.

Una especie biológica está constituida por grupos de poblaciones naturales que se cruzan de manera real o potencial; que están en otros grupos de la misma especie en razón de funciones reproductivas. Está aislada por una comunidad reproductiva más grande de otras especies, más cerrada de individuos sexuales, de fecundidad cruzada con una fuente común de genes.

El descubrir los insectos y las plagas, realizar las encuestas concernientes a su distribución y cantidad presentes son necesarios para desarrollar un programa racional de control. En la mayoría de los casos, los cultivadores mantienen ciegamente prácticas de controles químicos, por consejos técnicos, sin haber determinado antes, si la plaga en cuestión se encuentra presente. Con esas prácticas, sólo se logra destruir los insectos benéficos y contaminar el medio.

En efecto es conveniente antes efectuar investigaciones precisas y profundas de las plagas y sus plantas huéspedes, establecer el Umbral Económico.

Utilizando los métodos de determinación cuantitativa y cualitativa es posible descubrir el potencial del Control Biológico en función de parásitos y depredadores.

Los ecosistemas son habitats autosuficientes, donde los organismos vivientes y el medio inorgánico actúan de manera recíproca con el fin de proceder a un intercambio de materia y energía en un ciclo permanente.

La densidad de las poblaciones en un medio ambiente depende de los insectos, parásitos, depredadores y de los organismos patógenos. También de la migración y la emigración, que son factores para muchas especies, en algunas ocasiones de mortalidad o de sobrepoblación.

Las principales técnicas de Control Biológico son:

1. Conservación: Donde se favorecen los depredadores y parásitos naturales; mejorando sus condiciones de vida, es decir, mediante cultivos huéspedes y protegiéndolos de las aplicaciones de pesticidas. Éste es uno de los métodos ideales para manejar plagas nativas en zonas de cultivos asociados, podríamos decir que en tales casos no se necesitan otras técnicas.

2. Inoculación: Consiste en la liberación de enemigos naturales en cantidades relativamente abundantes, con la esperanza de que se establezcan y reproduzcan por sí mismos; es un método no exclusivo, sino complementario en el control de plagas importantes; buscando un enemigo natural adecuado en el país de origen de la plaga, ya que es el que puede detectar la plaga para conseguir una densidad baja de población.

La técnica puede ser más efectiva si se inocular uniformemente tanto el enemigo natural como la misma plaga en campos de cultivos recientes, en especial en invernaderos, pues la plaga trae consigo sus enemigos naturales y así se establece, entonces, el Control Biológico, sobre todo cuando estas plagas son de desarrollo rápido, tal como los áfidos y los ácaros.

3. Inundación: Consiste en cultivar grandes cantidades de enemigos naturales en laboratorio y luego, se realizan liberaciones en la cosecha, permitiendo un control rápido de la plaga; pero ésto sería como otro control, pues no habría un establecimiento de los enemigos liberados sino que ellos desaparecerían con la desaparición de la plaga y no quedarían huéspedes para mantener la existencia de los enemigos.

Es necesario aplicar el principio del mínimo de huéspedes de la plaga para la subsistencia de los enemigos naturales.

2 . H i s t o r i a d e l C O N T R O L B I O L Ó G I C O

En 1762 en las islas Mauricio se tiene conocimiento de la importación de aves depredadoras para el control de la langosta migratoria.

En Colombia se conoce que la invasión de esta misma plaga a principios del siglo pasado causó grandes estragos, razón por la cual se acudió a realizar una combinación de métodos de control, utilizando entre otros, el sonido como ahuyentador; pero fue sólo gracias al desarrollo y aplicación del Control Biológico a partir de bacterias, como se logró mantener a raya; dicho método fue puesto en marcha por el Doctor Federico Lleras Acosta.

El Dr. Lleras Acosta importó de Francia del Instituto Pasteur de París, la bacteria *Coccobacillus acridiorum*, que se reprodujo en cultivos de laboratorio y con ella se realizaron aplicaciones con una efectividad del 100%. La población de langostas migratorias *Schistocerca gregaria* posee la bacteria actualmente en forma endémica en Colombia, es decir son portadoras sanas y contaminan periódicamente los insectos de la langosta que han llegado de nuevo queriendo invadir al país.

Hoy, orgullosamente, podemos contar con un Control Biológico establecido desde 1913, el cual se volvió permanente a través de langostas portadoras sanas que adquirieron la bacteria genéticamente, reproduciéndose en las nuevas generaciones de langostas migratorias colombianas por tanto, cuando llegan migraciones, las langostas invasoras son contaminadas con la bacteria de las langostas existentes en nuestro medio y nunca se ha vuelto a presentar como plaga en el país.

Pero a escala mundial uno de los éxitos mayores fue el caso de *Icerya purchasi*, plaga que por los años 1887 llegó de Australia a California y casi termina con las plantaciones de cítricos. El gobierno de California contrató un entomólogo para que estudiara los posibles enemigos naturales en el lugar de origen; se trajeron por barco los primeros ejemplares de “mariquitas” *Rodolia cardinalis* con las cuales se controló la plaga luego de 15 meses.

El Control Biológico se convirtió entonces, en una causa popular en la primera mitad del siglo 20; pero desgraciadamente, pasó a un plano secundario, con

la producción de los insecticidas sintéticos, aparentemente más económicos y efectivos. Empezó la Revolución Verde y nos olvidamos del Control Biológico.

Los problemas más graves vividos en ese entonces para esta forma de control, fueron de un lado el desconocimiento sobre poblaciones de insectos y sus dinámicas; del otro el desconocimiento de su ecología y etología. Los agricultores y campesinos, quienes en un principio creyeron en el Control Biológico, pronto se pasaron al uso de insecticidas sintéticos. No hubo argumento suficientemente convincente para seguir con el que proporcionaba la aplicación de un recurso de la naturaleza.

Los problemas vividos por los entomólogos de entonces se centraron en el desconocimiento de huéspedes alternos y de las condiciones ecológicas del medio, para poder iniciar controles efectivos contra enemigos importados de otros lugares.

3. Métodos de CONTROL BIOLÓGICO

3.1 Parasitismo y depredación

La gran mayoría de insectos que actúan como enemigos naturales se encuentran dentro de los órdenes Díptera e Himenóptera, este último es el taxón más importante y evolucionado del reino animal. La cantidad de especies aún no se puede precisar porque las regiones más ricas son los bosques húmedos tropicales, cuyas exploraciones apenas comienzan.

Dentro de los Himenópteros la familia Chalcididae es tan abundante como las especies vegetales existentes. Su número podría ser igual al del orden de Coleópteros, unos cinco o seis millones de especies.

Con la desaparición del 41% del Bosque Húmedo Tropical, es probable que sólo conozcamos una fracción de estos himenópteros parásitos.

3.1.1 Características generales

Son insectos holometábolos, es decir, tienen metamorfosis completa con un estado pupal bien definido; las larvas son diferentes del adulto, las madres se ocupan, de escoger la fuente de alimento para su descendencia y cuan-

do eclosionan la alimentación está segura para alcanzar su desarrollo. Las hembras sólo se preocupan por tener asegurada la existencia de su futura progenie.

El hecho de tener asegurada la alimentación de las larvas es considerado como uno de los comportamientos más elaborados dentro de la biología de los himenópteros. El origen de sociedades complejas se encuentra entre diversos grupos de este orden, como son Formicidae, Vespidae, Apoidae, donde se hallan los principales parásitos y depredadores utilizados para el Control Biológico.

La morfología del adulto se caracteriza por poseer cuatro alas membranosas, acopladas con un sistema de ganchos (hamuli), con nervación alar muy particular y completa, sin celdas cerradas. Estas formas son importantes para su clasificación.

Los machos tienen el primer segmento abdominal soldado al tórax, el segundo es más estrecho y está transformado en pecíolo, permitiendo así la orientación del abdomen en todas las direcciones y dándoles un aspecto de esbeltez. En las hembras el segmento o gaster situado después del pecíolo es portador de un órgano particular con forma de oviscapto o aguijón.

Los Himenópteros se subdividen en dos Subórdenes, división justificada que reposa a la vez sobre consideraciones morfológicas y biológicas: Symphyta y Apocrita.

Los Parásitos o Terebantia: son los que tienen el órgano reproductor en forma de taladro normalmente visible en vista ventral cuando está en reposo. También le sirve de órgano de postura. Como lo definen muchos autores entre ellos Malyshev, 1968. Estos insectos no constituyen un grupo de parásitos en el sentido estricto del término, ya que en los verdaderos parásitos el ciclo total de vida se efectúa a expensas de varios huéspedes de los cuales se nutre o encuentra abrigo; además, los verdaderos parásitos reservan sus huéspedes y jamás los matan. Lo que es totalmente diferente para los himenópteros parásitos, ya que para ellos el estado adulto es completamente libre, sólo pasan una parte de la vida sobre su huésped y este período acarrea casi siempre, a largo plazo, la muerte de éste. Por ello, muchos consideran este tipo de parasitismo más como una depredación que como un tipo particular de parasitismo y por lo mismo, se prefiere utilizar para calificarlo más el sustantivo de parasitoide; de todas formas, no es siempre fácil cambiar un término que es a la vez sustantivo y adjetivo.

Los principales grupos de himenópteros parasitoides que podemos mencionar son los pertenecientes a los grupos: Ichneumonoidea que cuenta con los Ichneumonidae y los Braconidae; otro grupo extremadamente numeroso está

representado por la superfamilia de los Chalcidoidea, se trata del taxón que es, a este nivel, el más importante del Reino Animal.

El cuerpo de estos Chalcidoidea presenta un brillo metálico, lo cual es único dentro de los Terebrantes. En todos estos insectos las antenas están compuestas por 13 artejos y está siempre acodada entre escapo y pedicelo.

3.1.2 Diferentes tipos de parásitos

Se clasifican según la forma como consumen el huésped, bien desde el interior o desde el exterior; los primeros son endoparásitos y los segundos son ectoparásitos. Ciertas especies desarrollan un individuo por huésped y se denominan parásitos solitarios; varias especies pueden desarrollar varios individuos sobre el mismo huésped, son los parásitos gregarios (Smith, 1916).

Cada hembra deja huellas de su paso al momento de la postura, emitiendo una sustancia química en el punto de penetración del oviscapto, con el fin de evitar que otras hembras, sean o no de su misma especie, utilicen para depositar sus huevos al mismo huésped.

Cuando se encuentran muchos huevos depositados sobre el mismo huésped por hembras de varias especies se habla de multiparásitismo.

La competencia tiene lugar en el primer estadio larval, entre larvas del mismo estadio pero de diferentes edades. El tamaño de la mandíbula juega un papel primordial y casi siempre resulta victoriosa la larva más grande. Las larvas son caníbales y esta competencia trae como resultado la eliminación de larvas o huevos que se encuentran sobre el huésped en exceso.

Cuando una de las larvas parásitas está más avanzada que las otras, puede darse el caso que las larvas perezcan en el combate. Se pueden eliminar las larvas más jóvenes por asfixia. Si el huésped muere por falta de oxígeno las larvas victoriosas restantes no pueden seguir su desarrollo y también mueren (Askew, 1968).

En el caso de parásitos gregarios, cuando el tamaño del huésped no permite el desarrollo completo de todas las larvas, se habla de superparásitismo; son eliminadas por competencia o mueren por falta de alimento.

Cuando se presenta un parásito de parásitos se habla de hiperparásitismo o parasitismo secundario. Los hiperparásitos pueden ser, ellos mismos, víctimas de parásitos terciarios y así sucesivamente.

Es necesario entrar a distinguir un hiperparásito o parásito directo de un hiperparásito facultativo o indirecto obligatorio. Algunas especies son estrictamente hiperparásitas; por el contrario, parásitos primarios en el caso de una escasez de huéspedes normales, pueden volverse hiperparásitos facultativos. Un huésped de su propia especie es un autoparásito.

3.1.3 La búsqueda del huésped por un parásito

Una de las cualidades que debe poseer un buen parásito es su capacidad de búsqueda para parasitar. Éste es uno de los tópicos más ricos dentro de la parasitología. Según Vison (1976) los parásitos dominan la prospección antes que nada de la hembra y para ello se distinguen:

- Localización del hábitat
- Localización del huésped
- Selección del huésped (de la especie a parasitar)
- Selección del huésped conveniente (del estado parasitado, individuos sanos, entre otros)

La búsqueda de su hábitat es aspecto fundamental de la vida del adulto; se puede decir que constituye un fenómeno generalizado dentro de los Terebrantes. Esta búsqueda, se efectúa siguiendo estímulos químicos llamados kairomonas y físicos como son intensidad lumínica, temperatura, grado higrométrico y textura del sustrato. En algunos casos, algunas especies son específicas de un sustrato por ejemplo, de zona arbustiva o arborecente, de suelo de una especie o de un grupo vegetal, sobre los cuales se encuentra su huésped predilecto; algunas especies atacan únicamente a huéspedes que viven en el interior de agallas o de granos.

El manejo de la coincidencia planta-huesped-parásito, es vital en el Control Biológico; esto quiere decir que los estados fenológicos de los tres coincidan, de ello depende el éxito de esta forma de control.

Otro factor de suma importancia es la especificidad del nicho, que casi siempre no se tiene en cuenta a pesar de que se sabe que el nicho es la función del ser vivo dentro de su hábitat; es como la profesión que ejerce, es su perfomancia. Así mismo, toda introducción o multiplicación de un agente de Control Biológico deberá ser precedida de un estudio serio, tanto del hábitat como del nicho del parásito o del depredador y de su posibilidad de prospección.

Los comportamientos de algunos himenópteros en la localización de sus huéspedes son sorprendentes y es necesario distinguir a este propósito dos grandes

grupos de huéspedes: Los directamente accesibles que no viven en un medio cerrado y los endófitos, invisibles desde el exterior. Los huéspedes son detectados por sustancias químicas llamadas kairomonas. Una vez parasitado el huésped, la hembra que lo parasita deja sobre él una sustancia química que marca el territorio huésped parasitado o depredado.

Los principales grupos de parasitoides los encontramos entre los Pteromalidae, que constituyen la familia más importante de Chalcidoidea y aún de los Himenópteros. Los Trichogrammatidae, que son Chalcidoideos minúsculos y son todos parásitos oófagos de otros insectos y realizan su trabajo de parasitar los huevos de numerosos Lepidópteros perjudiciales. Estas especies escogen para la postura, huevos frescos y dejan de lado los que están para eclosionar (Clausen, 1940). Los Himenópteros parásitos son muy específicos con sus huéspedes.

La determinación del sexo en los Himenópteros: este rasgo se encuentra organizado en casi todos los órdenes. La determinación del sexo, en los animales superiores viene especificada en un cromosoma en particular al cual se le llama cromosoma sexual. Entre los Himenópteros ocurre de forma distinta; en ellos, los machos son siempre haploides y provienen de huevos que no fueron fecundados, mientras que las hembras son siempre diploides. Partiendo de lo anterior se pueden distinguir dos grupos: Las especies Arrenotocas donde los dos sexos están presentes en cada generación y las hembras provienen de huevos fecundados; por el contrario, en las especies Thelytocas, no se encuentran más que hembras, que son igualmente diploides y que se reproducen por partenogénesis indefinidamente. El hecho de poner o no huevos fecundos, depende de un conjunto de factores. J.H. Fabres, mostró que la hembra podía escoger el sexo de su progenie y llamó a este fenómeno: *sexo a la disposición de la madre*.

Los himenópteros escogen el sexo de la descendencia según la hembra encuentre los siguientes factores:

- Presencia de huéspedes favorables al desarrollo de sus larvas: el como tamaño del huésped es definitorio; si son pequeños, será siempre para el macho; los más grandes, serán para las hembras.
- La calidad del alimento: es importante y por ello siempre suceden las picaduras de *punción alimentaria*, donde se degusta la calidad del alimento para su descendencia; estas picaduras dejan cicatrices y van acompañadas de una punción de veneno que paraliza el huésped y que lo conserva como alimento fresco, pero que no lo mata; ya luego se pasa a depositar un huevo sin fecundar para originar un macho.

- La densidad del huésped: en la mayoría de los Himenópteros donde la hembra diploide, necesita fecundar el huevo, para procrear una nueva hembra lo hace, fecundándolo con los espermatozoides que guarda en su espermateca, desde el momento de la copulación. Si la densidad de huéspedes, es tal que no le permite el proceso de fecundación, la hembra, deposita huevos haploides o de machos.

En otros casos si la hembra no ha copulado, es decir las hembras que son vírgenes, depositan huevos que originan machos haploides por partenogénesis. Es entonces necesario entrar a mirar la proporción sexual de la descendencia que está dada por el número total de hijas sobre la suma de hijos más hijas. Esto es de gran importancia en el cálculo de la densidad de poblaciones.

Los factores abióticos también influyen; cuando las temperaturas son muy elevadas, habrá más número de machos.

Los principales depredadores pertenecen en su gran mayoría a los Himenópteros; entre ellos se encuentran las hormigas, Formicidae. Se caracterizan, por su organización y grado de evolución; el nivel de eficiencia está dado por su nivel avanzado de comunicación química, con su sofisticada liberación y adquisición de feromonas. Lo que permite decir a los grandes Mirmecólogos que *ellas hablan muy bien* (Holldobler et Wilson, 1996).

Su gran capacidad de búsqueda es lo que nos permite utilizar estos insectos como depredadores dentro del Control Biológico. Es interesante pensar que este manejo con depredadores, debe ser dado dentro del manejo general del agroecosistema, contemplando el resto de relaciones existentes en él.

Desde los primeros tiempos del género humano el campesino como agricultor ha tenido conocimiento del ataque de los insectos contra los cultivos. También es conocedor de que los insectos tienen sus enemigos naturales, los cuales hacen el control de las plagas.

Los agricultores conocen estos enemigos naturales y saben manejarlos en su medio; pero cuando aplican métodos de control químicos, lo hacen casi siempre creyendo que son prácticas en las que no tienen ninguna responsabilidad, puesto que ellos son aconsejados por técnicos. Los agricultores consideran los técnicos como personas que han tenido oportunidades de conocimientos científicos diferentes a los que ellos tienen, razón por la cual aceptan sus recomendaciones y sugerencias. Pero lo que los agricultores ignoran es que dichos técnicos no conocen los medios naturales tan bien como los conoce el mismo agricultor.

Muchos de los insectos nocivos que se establecen en un hábitat, llegan sin traer con los enemigos naturales de su lugar de origen que son sus reguladores y que mantienen una dinámica de población estable. Es entonces cuando los entomólogos deben obtener los enemigos naturales en el lugar de origen y liberarlos en su nuevo hábitat, con el fin de que cumplan su función.

La utilización de parásitos y depredadores, si es bien manejada, no tiene efectos secundarios sobre el medio, contaminándolo o volviéndolo tóxico.

No perdamos de vista que el Control Biológico ejercido con parásitos y depredadores es una de las herramientas principales del llamado Control Integrado; sin dejar de lado las interacciones que se dan en el ecosistema.

3.2 Entomopatógenos

El control de plagas con entomopatógenos consiste en la utilización de microorganismos que producen enfermedades en los insectos; es una especie de guerra biológica o bacteriológica. En forma comercial pueden conseguirse tales patógenos, cuya presentación pulverizada permite su fácil dispersión lo que les confiere ventajas, entre ellas:

- a) No dejan residuos tóxicos
- b) Presentan una alta especificidad por el organismo receptor
- c) Son compatibles con otros tipos de control
- d) Requieren dosis bajas, por tanto son económicos y versátiles
- e) Pocas veces provocan resistencia y cuando lo hacen es en procesos muy lentos

La manipulación requiere cuidados especiales en caso de que el microorganismo requiera período de incubación. Su especificidad puede ser tan alta que algunos estadios del ciclo biológico pueden resultar inmunes.

El Umbral de la plaga tiene un tope para que el microorganismo no produzca la infección; es decir, la población de la plaga ha de tener un tamaño superior a dicho Umbral para que el microorganismo constituya un control efectivo; pues con una población inferior se permite una más rápida contaminación.

El microorganismo puede perder su virulencia durante la producción; requiere un clima húmedo para diseminarse en forma efectiva en la población plaga; no se dispersa en un principio por si mismos, sino que esta dispersión es dependiente de las aplicaciones iniciales y luego de los movimientos del huésped para su diseminación.

Estos microorganismos operan en dos formas, por contacto o por ingestión.

3.2.1 Microorganismos por contacto

El microbio penetra por la cutícula, luego de estar depositado sobre el insecto huésped, o estar en contacto con la superficie tratada. La penetración es característica en hongos y por ello estos microorganismos son tan prometedores. Los más interesantes resultan ser los géneros *Beauveria* y *Entomophthora*. Ambos géneros y sus distintas especies, son altamente promisorios contra plagas en ambientes con un buen grado de humedad, pues al producir abundante esporulación se disemina la enfermedad.

3.2.2 Microorganismos por ingestión

Ellos son adquiridos por el insecto plaga mediante el aparato bucal, por ingestión y él puede ser pulverizado en distintos estados del microorganismo resistente a la sequía, de esta manera los microbios tienden a depender menos de estados de humedad que en el caso de infección por contacto.

3.2.3 Virus

Un ejemplo a escala mundial de la aplicación de virus para el Control Biológico de plagas fue el haber utilizando Granulosis con plagas de moscas del pino europeo, en el Canadá. Fuera de lo explotada que ha sido la Granulosis, lo son también los virus de tipo Polihedrosis.

Los virus deben ser aplicados en suspensión muy diluida, por ejemplo, una maceración de dos orugas contaminadas por virus, se diluyen en 300 litros de agua.

3.2.4 Bacterias

Las preparaciones con bacterias de 1000 partículas resistentes por miligramo, se pulverizan; este polvo mojabable se humedece facilitando la ingestión por parte de los insectos, de los cuerpos vegetativos de las bacterias con el alimento. Cada cuerpo vegetativo, presenta dos estructuras de esporas, una espora y un cristal de proteína, de modo que cuando el cuerpo vegetativo alcanza el pH elevado del intestino, el cristal de la proteína se disuelve. La proteína es la que constituye el principio tóxico que mata los insectos plaga, la espora es necesaria para la propagación de la infección.



Se requiere un grado de humedad elevado para un buen control con la enfermedad bacteriana. El Control Biológico con algunas especies de bacterias es muy interesante ya que no perjudica a las abejas y además puede ser aplicado antes de la recolección. Es inocuo a los humanos y de gran especificidad con los insectos. Puede volverse permanente una vez adquirida la enfermedad por portadores sanos, que la van a diseminar, entre poblaciones sanas que no son inmunes.

El *Bacillus thuringiensis*, es una de las bacterias más empleadas y promisorias para el control de Lepidópteros. En China se ha trabajado con una bacteria doble para conseguir un mejor control de las mariposas del manzano. Se procedió a infectar nemátodos con la bacteria y luego se pulverizaron; las larvas ingirieron los nemátodos contaminados, los cuales al atravesar los intestinos de éstas aceleran el inicio de la multiplicación bacteriana en las larvas muertas.

3.2.5 Nemátodos

Los nemátodos no son causantes de verdaderas enfermedades en los insectos pero si debilitan fuertemente las poblaciones atacadas, presentan características de resistencia a la sequía y un tamaño pequeño que los hace adecuados para ser almacenados en pulverización. Los nemátodos han sido poco utilizados como método de control; han sido empleados contra el escarabajo que ataca la papa y en muchos casos son los únicos enemigos naturales contra varias plagas, como es el caso de la mosca de las setas y de la fruta.



Guía para el Control Biológico de plagas

Plaga	Plaga Específica	Enemigos naturales
Áfidos	Áfidos del frijol Áfido negro del frijol Áfido del Repollo Áfido de la hoja del maíz Áfido del algodón o melón	<i>Diaeretiella spp.</i> (avispa endoparásita) <i>Lysiphebus spp</i> (avispa endoparásita) <i>Diaeretiella rapae</i> (avispa endoparasita) <i>Lysiphebus testaceipes</i> (avispa endoparásita) <i>Lyssiphebus testaceipes</i> (avispa endoparásita) <i>Coccinelidae</i> (depredador)
Escarabajos	Escarabajos de la alfalfa Billbugs (chanchitos) Escarabajo de la papa (<i>Leptinotarsa spp.</i>) Escarabajo Japones (<i>Phyllophaga spp.</i> Scarabeidae) Escarabajo mexicano	<i>Bathyplectes spp.</i> (avispa endoparásita: larva- prepupa) <i>Microctonus aethiopoides</i> (avispa endoparásita: adulto) <i>Zoophthora phytonomi</i> (entomopatógeno) <i>Steinernema carpocapsae</i> (nematodo- entomopatógeno) <i>B. thuringiensis spp. tenebrionis</i> (bacteria- entomopatógeno) <i>Edovum puttleri</i> (avispa endoparásita: huevos) <i>Podisus spp.</i> : Pentatomidae de 2 manchas: (depredador) <i>Bacillus popilliae</i> (entomopatógeno) <i>Heterorhabditis</i> , <i>Steinernema spp.</i> (nematodo- entomopatógeno) <i>Hyperecteina aldrichi</i> (mosca endoparasítica: adulto) <i>Podisus maculiventris</i> : Pentatomidae (depredador)
Chinches	Chinche de la calabaza Chinche <i>Lygus</i> spp. Pentatomidae (stink bugs)	<i>Trichopoda pennipes</i> (mosca endoparásita- adulto) <i>Geocoris spp.</i> (depredador) <i>Anaphes iole</i> (avispa endoparásita- huevo) <i>Trissolcus basalís</i> , <i>T. euschisti</i> (avispa endoparásita- huevo)

Gusanos comedores follaje	Gusano enrollador de la alfalfa	<i>Copidosoma truncatellum</i> (avispa endoparásita- huevo-larva) <i>Hyposoter exiguae</i> (avispa endoparásita- larva) <i>Microplitis brassicae</i> (avispa endoparasita-larva)
	Gusano enrollador del repollo	<i>Virus de la Polyhedrosis Nuclear</i> (entomopatógeno) <i>Trichogramma pretiosum</i> (avispa endoparásita-huevo) <i>Voria ruralis</i> (mosca endoparásita- larva) <i>Cotesia medicaginis</i> (avispa endoparasita- larva) <i>Trichogramma semifumatum</i> (avispa endoparásita- huevo)
	Gusano de la alfalfa	<i>Archytas apicifer</i> (mosca endoparásita- larva) <i>Chelonus texanus</i> (=C. insularis) (avispa endoparásita- huevo-larva) <i>Cotesia marginiventris</i> (avispa endoparásita-larva) <i>Hyposoter exiguae</i> (avispa endoparasita- larva) <i>Lespesia archippivora</i> (avispa endoparásita- larva-pupa)
	Gusano soldado de la remolacha	<i>Trichogramma spp.</i> (avispa endoparásita- huevo) Virus entomopatógenos <i>Bracon gelechiae</i> (avispa endoparásita- larva-pupa)
	Gusano del durazno	<i>Hormiga gris Californiana</i> (depredador) <i>Erynnia spp. avispa endoparásita- larva-pupa)</i> <i>Enderus cushmani</i> (avispa endoparasita- larva) Acaros depredador
	Gusano rosado	<i>Macrocentrus ancyliivorus</i> (avispa endoparásita-larva) <i>Paralitomastis varicornis</i> (avispa endoparásita-huevo-larva) <i>Bracon platynotae</i> (avispa endoparásita- larva) <i>Trichogramma bactrae</i> (avispa endoparásita-huevo)
	Gusano esqueletizador de la hoja de la uva	<i>Apanteles brrisinae</i> (avispa endoparásita- larva-pupa) <i>Amedoria misella</i> (avispa endoparásita- larva-pupa) Virus de la Granulosis

Moscas	<i>Fungus gnats</i>	<i>B. thuringiensis spp. israelensis</i> (entomopatógeno) <i>Steinernema feltiae</i> (nematodo entomopatógeno) <i>Hypoaspis miles</i> (Ácaros predador)
	Minadores: <i>Liriomyza</i> spp.	<i>Chrysoscharis spp.</i> avispa endoparásita- larva-pupa) <i>Dacnusa spp.</i> (avispa endoparásita- larva) <i>Diglyphus spp.</i> (avispa ectoparásita- larva) <i>Opius sp.</i> avispa endoparásita- larva-pupa)
	Mosquitos	<i>Solenotus intermedius</i> (avispa parasita) <i>Bacillus sphaericus</i> (entomopatógeno) <i>B. thuringiensis spp. israelensis</i> (entomopatógeno)
	<i>Phyllonorycter spp.</i> (minador)	<i>Lagenidium giganteum</i> (Entomopatógeno) <i>Gambusia</i> (pez depredador) <i>Phigalio flavipes</i> (avispa ectoparásita- larva) <i>Sympiesis stigmata</i> (avispa ectoparásita- larva) <i>Chrysopidae</i> (depredador) <i>Coccinellidae</i> (depredador)
Grillos, langostas		<i>Cicindellidae, Cantaridae</i> (depredador) Moscas parásitas <i>Nosema locustae</i> (entomopatógeno- protozoo) <i>Coccobacilus agridiurum</i> (bacteria) Avispas parásitas
Cicadellidae (saltahojas)	Cicadelido de la uva <i>Erythroneura elegantula</i>	<i>Anagnrus spp.</i> (avispa endoparásita-huevo) Arañas depredadoras <i>Chrysopidae, Coccinellidae</i> (depredador)
Mealybugs (Chanchito blanco)	<i>Citrophilus mealybug</i> <i>Citrus mealybugs</i> <i>Mealybugs ssp.</i> de la uva	<i>Coccophagus gurneyi</i> (avispa endoparásita-ninfa-adulto) <i>Hungariella</i> (=Tetracnemoides) pretiosa (avispa endoparásita-ninfa) <i>Leptomastix dactylopii</i> (avispa endoparásita-ninfa-adulto) <i>Leptomastidea abnormis</i> (avispa endoparásita-ninfa-adulto) <i>Coccinellidae</i> (depredador) <i>Acerophagus notativentris</i> (avispa endopárasita-ninfa-adulto)

Ácaros	Ácaro rojo de los cítricos	<i>Comwentzia barrettii</i> (depredador) <i>Euseius stipulatus</i> (ácaro depredador) <i>Euseius tularensis</i> (ácaro depredador)
	Ácaro del cyclamen	Virus entomopatógenos Trips de 6 manchas (depredador) <i>Typhlodromus spp.</i> (ácaro depredador)
	<i>Tetranychus spp.</i>	<i>Amblyseius</i> . (=Neoseiulus) spp.(ácaro depredador) <i>Geocoris spp.</i> (depredador) <i>Nabis spp.</i> (depredador) <i>Phytoseiulus persimilis</i> (ácaro depredador) Trips de 6 manchas (depredador) <i>Coccinellidae</i> (depredador)
Psylidos	Psylidos en varios árboles	<i>Anthocoris nemoralis</i> (Anthocoridae, depredador) <i>Diomus pumilio</i> (Coccinellidae, depredador) <i>Psyllaephagus pilosus</i> (avispa endoparásita –ninfa) <i>Chrysopidae</i> (depredador) <i>Orius spp.</i> (Anthocoridae, depredador) <i>Nabis sp.</i> (depredador)
Gorgojos	Frijol	<i>Dinarmus basalis</i> (Micro himenóptero)

Fuente: Altieri 1994.

3.3 Las feromonas mensajeras sexuales

El proceso del conocimiento de la biología y la etología de los insectos y de otras especies del Reino Animal, nos permite aprender qué son las feromonas, para qué sirven y cómo las podemos utilizar.

La dinámica de las poblaciones de las plantas cultivadas y las relaciones planta-insecto, de lo cual ya hemos hablado, favorece la creación de nuevos métodos de control de insectos dañinos, este es el caso de las feromonas de síntesis.

Cuando el crecimiento demográfico implica el desarrollo de la producción agrícola, la protección sanitaria tanto de los cultivos como de las cosechas, debe desempeñar un papel muy importante; esta protección sólo se había confiado al uso de pesticidas de carácter químico. La aplicación de agroquímicos nunca ha sido la más sensata y por el contrario ha ocasionado serias perturbaciones tanto en los cultivos como en el medio ambiente.

Antes de hablar de la aplicación de un producto tenemos necesidad de conocer sobre la biología de los insectos y su comportamiento en toda la extensión de la palabra y luego conocer el producto con todas sus propiedades, cuándo, cómo, el por qué se va a utilizar, dosis y oportunidad de aplicación. Todo lo anterior, es generalmente desconocido por quienes hacen aplicaciones de pesticidas

En los países tropicales con cultivos perennes, nos debemos ocupar no sólo de los efectos inmediatos de los pesticidas, sino también tener conocimiento de los efectos a largo plazo (Labeyrie, 1961).

3.3.1 Feromonas como mensajeros químicos

Las feromonas son mensajeras químicos externos que favorecen las comunicaciones entre individuos de la misma especie, aunque puede haber algunas excepciones. Las feromonas representan el medio más importante de comunicación intraespecífica entre los individuos; los otros dos medios son el sonido y la visión.

Una feromona es una sustancia secretada al exterior del cuerpo de un individuo, la cual, percibida por un segundo individuo de la misma especie, puede modificar su comportamiento o su fisiología (Karlson, Butenandt, 1959; Pain, 1973).

La definición excluye un cierto número de sustancias químicas que transportan información entre diferentes especies. Estas sustancias, se reportan en dos grupos: las Alomonas y las Kairomonas; ambas constituyen los aleloquímicos.

3.3.2 Alomonas

Una alomona es una sustancia química producida o adquirida por un individuo que cuando ella entra en contacto con individuos de otra especie provoca, en su receptor, un comportamiento o una reacción fisiológica adaptiva favorable al organismo emisor (Brorion, Eisner, Whittaker, 1970).

3.3.3 Kairomonas

Estas diferentes categorías de mensajeros químicos, feromonas, alomonas y kairomonas, no se excluyen mutuamente. La feromona sexual del *Scolyte Ips* sirve también de kairomona ya que ella puede atraer sus depredadores (Wood, Browne, Bedard, 1968). Una sustancia puede servir a la vez de feromonas y de alo-

monas. Por ejemplo, en muchas especies de hormigas, la secreción emitida por las glándulas mandibulares sirve de feromona de alarma, cuando en su nido es perturbada pero, esta sustancia puede simultáneamente tener efectos repelentes (alomonas) contra agresores.

Las feromonas naturales y las precauciones a tomar cuando se utilizan feromonas de síntesis: Las feromonas que estimulan en el receptor la respuesta comportamental inmediata son llamadas feromonas de reacción (Wilson y Bossert, 1963). Estas feromonas inciden en el comportamiento con una acción rápida, ellas comprenden:

3.3.4 Feromonas sexuales

Este término engloba todos los compuestos químicos, emitidos por un organismo y que inducen una respuesta, como son: la orientación y el comportamiento para y en la copulación entre individuos de la misma especie. Comprendiendo generalmente la influencia de presiones de selección, esas secuencias han evolucionado de manera adaptativa para cada especie (Shorey, 1977).

El esquema general representativo para mariposas nocturnas es el siguiente:

Las estimulaciones se suceden de tal suerte que el macho, acercándose a la hembra, percibe las concentraciones de feromonas, más y más fuertes. Para otras especies, el macho reacciona a concentraciones críticas de diferentes compuestos, que estimulan poco a poco la aproximación a la hembra y diferentes secuencias de comportamiento del macho (Cade et al, 1964).

Entre las hembras cuyas especies solo copulan una vez, la cantidad de feromonas sexuales en las glándulas disminuye luego de la copulación; en tanto en aquella en donde las hembras copulan varias veces, la concentración de feromonas es siempre alta, siendo el nivel más alto en las hembras vírgenes, que en las que ya han copulado. Las hembras vírgenes copulan preferencialmente ante otras hembras que ya copularon o que están fecundadas.

Puesto que los machos reaccionan ante las feromonas sexuales emitidas por las hembras, es necesario que la concentración de las feromonas en el ambiente presente un gradiente; éste depende de la distancia a que se encuentre la hembra del macho, de la densidad de la feromonas en el medio y por último de la velocidad del viento.



3.3.5 Feromonas de grupo

Ellas son las responsables del desplazamiento de animales (por agrupación), no importa cual sea el sexo hacia la fuente de emisión o al contrario y también tiene que ver con la parada de la locomoción, al menos temporalmente, una vez los individuos lleguen a la fuente emisora. Estas feromonas provocan así el reagrupamiento de individuos de la misma especie sensibles al fenómeno.

Estudios realizados con las feromonas de grupo en escarabajos que invaden la corteza de troncos de árboles para colonizarlos, indican que el sistema de concentración química en las poblaciones de los árboles, es muy complejo. Los estímulos son secretados por uno de los sexos, ellos provocan el vuelo de los escarabajos del sexo opuesto, que se dirigen hacia el árbol colonizado. En algunas especies, la actividad de vuelo es debida a una alta concentración de población en el vecindario de los árboles. La composición, de naturaleza química variada, es idéntica a las feromonas que han estimulado el vuelo inicial desde largas distancias; pero esa mezcla está hecha de diferentes mezclas a su vez, las cuales provocan la parada del vuelo.

En ocasiones un escarabajo de sexo diferente deja de volar, cuando percibe una alta concentración de feromona cerca de otro túnel, hecho por otro sexo emisor, habiendo evadido el primer árbol. Los constituyentes de feromonas son mezclados con los compuestos químicos de resinas del árbol (Shorey, 1974). También es posible que el mismo escarabajo invasor secrete feromonas de anti-grupo, que hagan alejar los escarabajos de otras especies que se acerquen volando al árbol. La concentración de feromonas es debida al número elevado de escarabajos hembras concentradas en el túnel del árbol.

3.3.6 Feromonas de alarma, defensa y otras

Son normales en individuos, que están viviendo en sociedad o momentáneamente agrupados. Algunas sirven para el reconocimiento mutuo y otras sirven para marcar; estas últimas son utilizadas por obreras de individuos que viven en sociedad para descubrir el alimento.

Un segundo grupo de feromonas está comprendido por aquellas que reaccionan sobre la fisiología provocando modificaciones duraderas en el sistema reproductor y endocrino, ellas pertenecen al llamado grupo de *primeras feromonas* (Wilson et, Bossert, 1963).

Actualmente los grupos de feromonas más estudiados son las que actúan sobre el comportamiento sexual; además son las más utilizadas en métodos de control de insectos dañinos, pues permiten atraer a los machos a las trampas de donde son emitidas las feromonas sexuales. La eficacia de estos procedimientos depende de varios factores.

En general la feromona sexual es producida por las hembras para atraer al macho. En algunas especies el macho, puede emitir una sustancia sirviendo de atractivo para las hembras, induciendo la receptividad de las mismas. Entre muchos lepidópteros nocturnos el macho, luego de llegar a algunos centímetros de la hembra, devagina sus órganos en pinzas o androconides, dispersando una feromona que aumenta la recepción de la hembra.

En grupos muy evolucionados de microhimenópteros parásitos, machos jóvenes recién emergidos, reaccionaron a la presencia de una fuente emisora de feromona sexual, proveniente de ninfas de último estado sin emerger, desencadenando comportamientos homosexuales de cortejo e intentos de copulación entre los machos, pues ellos no conocen de donde viene la fuente emisora de la feromona sexual, ya que la ninfa de último estado está dentro de su huésped. La cantidad y calidad de la feromona es alta y medible con el olfatómetro. Estos comportamientos homosexuales son sólo la respuesta al mensaje de la feromona sexual, donde se comprueba que el sonido y la visión son menos importantes dentro de los rituales de apareamiento y que es dicha feromona la mensajera que desencadena el comportamiento sexual del macho, quien no distingue quien es su pareja. El comportamiento de cópula, se desarrolla hasta el momento de terminación del cortejo en el cual el macho escogido como hembra, no responde como lo haría la hembra, con la aceptación normal del elaborado comportamiento dentro de estos evolucionados insectos, como es el hecho de bajar las antenas, aceptando así ser penetrada (Gómez, 1980).

3.3.7 Ritmo de emisión y atracción de la feromona

En algunos Lepidópteros luego de la emergencia, las hembras vírgenes utilizan sus glándulas sexuales atractivas en un comportamiento de *llamada* que depende de muchos factores. Por lo general este comportamiento es observado sólo antes de la copula. En la especie *Bombix mori*, la llamada es más o menos continua, mientras que entre muchos Lepidópteros nocturnos, dicha llamada depende del ritmo cotidiano, que parece estar en correlación con el ritmo de actividad del macho de la propia especie (Shneider, 1975). Parece entonces que hay una sincronización entre el emisor experimental de una feromona de síntesis y el ritmo de emisión de la hembra.

El máximo de atracción del macho y de la emisión de la feromona por la hembra, puede tener lugar dentro de un corto intervalo de tiempo, ésto en algunas especies de Lepidópteros (Cade et al 1974). Mientras que para otras especies el ritmo de respuesta del macho a la sustancia atractiva, depende del ritmo circadiano o reloj biológico del individuo, puede ser de más tiempo que el ritmo de atracción de la hembra.

La temperatura y la luminosidad pueden moldear la atractividad de una hembra y la respuesta del macho. Además del ritmo propio del insecto, si se trabaja con la feromona de síntesis, el momento de la emisión de la feromona dentro de la jornada debe ser escogido juiciosamente, eligiendo el ritmo del fotoperíodo y del termoperíodo, ya que estos dos factores pueden moldear la atractividad de una hembra y la respuesta del macho (Cade et al 1974). Machos de *Heliothis virescens* criados en laboratorio con una diferencia de 2 horas del ritmo fotoperiódico de la naturaleza, no podrían nunca copular con hembras criadas en la naturaleza.

En otros casos las hembras deben volar cerca de la planta, donde se alimentaron cuando eran larvas antes de comenzar a hacer su *llamada*.

Distribución espacial del olor atractivo: El principal factor que permite la orientación de un individuo hacia la fuente donde se emite la feromona es debido al fenómeno de anemotaxia; en efecto, el medio que transporta la feromona al receptor de individuo receptor es el aire.

Resultados estadísticos sobre la distancia de atracción varían entre muchos kilómetros y pocos metros (Priener 1973, Schnlider, 1975). Según la frecuencia de emisión de la feromona, las condiciones físicas del transporte y eventualmente el umbral de sensibilidad, desencadenan el comportamiento en el receptor. De hecho, para los *Bombyx mori* el efecto se desencadena cuando la concentración de la feromona sexual emitida por la hembra alcanza 103 moléculas por centímetro cúbico de aire (Schnlider 1975) y en ausencia de movimiento de aire, el macho localiza las hembras con dificultad (Jacobson 1975). Las hembras de *Trichoplusia spp* (ni), tienen un comportamiento de emisión relacionado totalmente con la velocidad del viento.

Las trampas para las feromonas de síntesis en insectos nocivos determinan una necesidad de estudio predecible a la distribución espacial de la sustancia atractiva, relacionada con la frecuencia de emisión y de las condiciones físicas del transporte. Para atenuar sus dificultades numerosos investigadores prefieren utilizar las fuentes de emisión continua.



3.4 Repelentes

Se han estudiado muy ampliamente los repelentes de síntesis química en los casos de los mamíferos y las aves, pero aún no se dispone de alternativas contra los insectos. Como ejemplo podría describirse el utilizado para la mosca de la raíz de la col *Erioschia brassicae*, en el cual se emplean discos impregnados de brea, situados alrededor de la base de la planta, para dificultar la oviposición de las moscas.

Se han estudiado repelentes de varios tipos, en especial sonidos, tal como una imitación del sonido del murciélago para alejar mariposas de las huertas. Las hondas luminosas como la luz del cielo, que por ser hondas cortas rebotando en hojas de aluminio situadas entre las hileras de las plantas; sirven para reducir el número de áfidos; método que es muy utilizado en la industria florícola. Los colores como hondas luminosas de energía son uno de los medios más interesantes para ser usados en trampas de captura. La autora certifica haber utilizado trampas amarillas impregnadas de pega para la captura de mosca blanca y trampas metálicas de colores, con feromonas, para captura de diferentes tipos de insectos.

El color rojo tiene respuesta con himenópteros, el amarillo con dípteros y el verde con ortópteros, estos son algunos de los métodos testados.

La utilización de los cultivos trampas al borde de las hileras de cultivos es de gran interés, en el manejo de las plagas.

3.5 Control Genético

El Control Genético tiene una gran ventaja que se deriva de su propio principio *uno es a muchos*, es decir, un insecto tratado, que sea liberado, puede tener influencia sobre el resto de una población muy superior, a diferencia de simplemente matarlo. Los métodos más empleados son:

3.5.1 Esterilización por radiación

La esterilización de la mosca del ganado *Callitroga spp*, por medio de radiación, es uno de los hitos de la historia del Control Biológico de las plagas; la experiencia de soltar machos esterilizados con una bomba de cobalto de 5000 unidades de Roentgen en una isla, dió como resultado la erradicación de la plaga en ocho semanas. Cabe anotar que la ubicación geográfica favoreció el experimento, así

como el hecho etológico de que las hembras copulan una sola vez. La técnica puede ser empleada con más éxito siguiendo los siguientes parámetros:

- Un método para cría masiva de machos estériles
- Los machos liberados deben ser dispersos por toda la población nativa
- La esterilización no tiene que afectar la competitividad sexual
- La hembra preferiblemente sólo se aparee una vez
- Los machos estériles se soltarán cuando el tamaño de la población nativa sea bajo de forma natural o bien se hayan reducido mediante otros métodos.

3.5.2 Quimioesterilizantes

En muchos lugares, pueden obtenerse esterilizaciones más fáciles mediante el empleo de productos químicos, que mediante explosión de bombas de cobalto. Si bien, la mayoría de productos con propiedades esterilizantes resultan peligrosos para el hombre, como en el caso de los quimioesterilizantes porque son antimetabólicos como el fluoracilo, que compite con el sistema enzimático. Por ello su manejo debe ser muy prudente.

Estos productos se pueden aplicar directamente en los cultivos. Pero como en el caso de los pesticidas su uso debe ser muy restringido.

3.5.3 Esterilidad de híbridos

Consiste en la liberación de razas de insectos que geográficamente provengan de regiones diferentes, en especial machos que pueden ser incompatibles, lo que daría lugar a apareamientos estériles.

3.6 Biopesticidas.

Los biopesticidas son productos extraídos de plantas. Es preciso que sean bien conocidos y saberlos preparar, para utilizarlos adecuadamente. En la preparación de tales productos se debe evitar todo tipo de intoxicación, además de tener en cuenta lo siguiente:

- Utilizar recipientes plásticos o de vidrio
- No revolver los preparados con la mano
- No emplear los recipientes que se utilicen para beber o preparar alimentos
- Evitar el contacto con la piel

- No beber, fumar, ni aspirar los vapores de los preparados
- Esperar un tiempo prudente entre la aplicación y el consumo de los productos o cultivos
- Los preparados se deben aplicar preferiblemente en la mañana o al atardecer

3.6.1 Uso de productos naturales

Para el control de las plagas fuera de los pesticidas, hay manejos más racionales como son la utilización de parásitos, predadores y patógenos en el control de los insectos, como ya se ha visto; pero también tenemos los biopesticidas o preparados de plantas con propiedades insecticidas, fungicidas, nematicidas y repelentes, algunos de los cuales se describen a continuación.

Formas de preparación

Maceraciones: Se desmenuzan o maceran las plantas, se les vierte agua suficiente para dejar marinar durante uno o dos días para después tamizar.

Puré: Se procede de igual forma que en el preparado anterior, pero se deja dos o tres semanas revolviéndolo diariamente.

Infusión: La planta se tritura y se deja en remojo durante algunas horas; luego se caliente sin dejar hervir y se deja enfriar para tamizar.

Todos los preparados deben llevar jabonadura como adherente.

Algunas plantas con las que se pueden elaborar preparados para controlar plagas y enfermedades, se presentan en la siguiente tabla:

Plantas efecto plagas, enfermedades y su control

Plantas	Efecto	Plagas, enfermedades y su control
Ajo	Insecticida	Chupadores, pulgones
Ají	Repelente	Chupadores, Arañita roja
Albahaca	Repelente	Chupadores, Arañas y pulgones
Tomate	Repelente	Hongos, insectos tierreros
Altamisa	Insecticida	Masticadores, Trozadores y chupadores
Barbasco	Insecticida	Antracnosis
Ruda	Funguicida y repelente	Pulgones
Saúco	Insecticidas	Mosca blanca, nemátodos en tomate, papa y hortaliza.
Caléndula	Insecticida	Chupadores y Nemátodos
Estropajo	Insecticida	Cogolleros y hormigas
Fique	Insecticidas	Pulgones, ácaros y chupadores
Hierbabuena	Insecticidas	Broca, Chupadores, Hongos, nematodos y pulgones
Higuerilla	Repelente, Insecticida,	
Neem	Repelente, Funguicida y Nematicida	De amplio espectro
Papaya	Fungicida	Hongos del café y tizón

Preparación: Se cuenta con una fórmula general que puede variar de acuerdo a las necesidades:

1 kilogramo
de planta
+
10 litros de agua



se agregan otros
10 litros de agua
+
jabonadura

Esta fórmula varia de acuerdo con:

- Edad del cultivo, las plantas pequeñas necesitan que el preparado esté más diluido.
- Tipo del cultivo. Las plantas fuertes como los cítricos aguantan concentraciones mayores que las hortalizas.
- Tipo de plaga o enfermedad, cantidad presente.
- Tipo de planta ingrediente; hay plantas con propiedades muy fuertes como la cebolla, el ajeno, la ortiga, entonces se necesitan menos concentraciones.

Preparado de Ají - Ajo:

Por 10 litros de agua:
10 ajíes picantes fuertes
10 dientes de ajo

Se coloca en un litro de agua, el ají picado y los ajos, se dejan marinar 3 días,

luego se licuan, se cuelean o tamizan con una media velada de mujer,
+
abonadura de jabón biodegradable, coco-Varela o de barra concentrada
+
9 litros restantes



Controla larvas y varios tipos de insectos como:

- Áfidos y pulgones
- Gorgojos
- Escarabajos
- Hormigas
- Plagas de almacenamiento (en polvo medido)
- Virus

Puré de Cebolla:

1 kilo de cebolla larga
licuado en 2 litros de agua, se deja fermentar por 10 días.

Se cuelea,

lo diluimos en 10 litros de agua
+
más la jabonadura y se aplica al cultivo.



Controla hongos, gusanos pasadores de lulo y otros gusanos de frutas.

Puré de Ortiga:

Se macera un kilo de ortiga de tallo y hojas en 10 litros de agua
+
un kilo de boñiga fresca

se deja fermentar 5 días.

lo diluimos en 10 litros de agua
+
Una vez listo diluimos 20 veces en agua y aplicamos.



Controla infecciones del suelo; repele trozadores, áfidos y moscas.

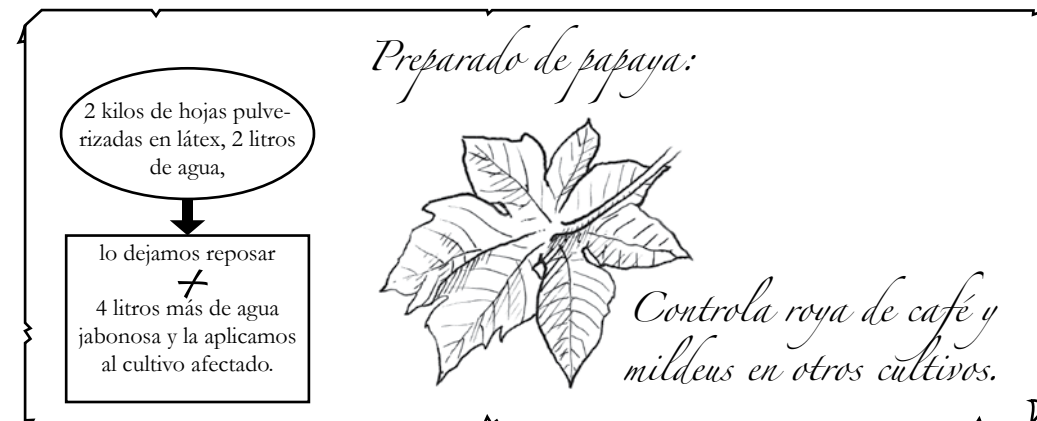
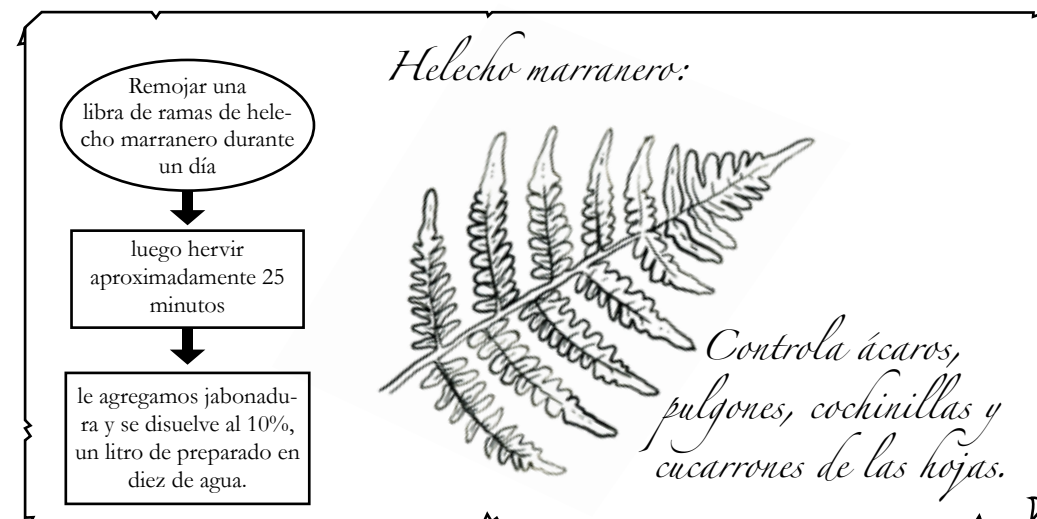
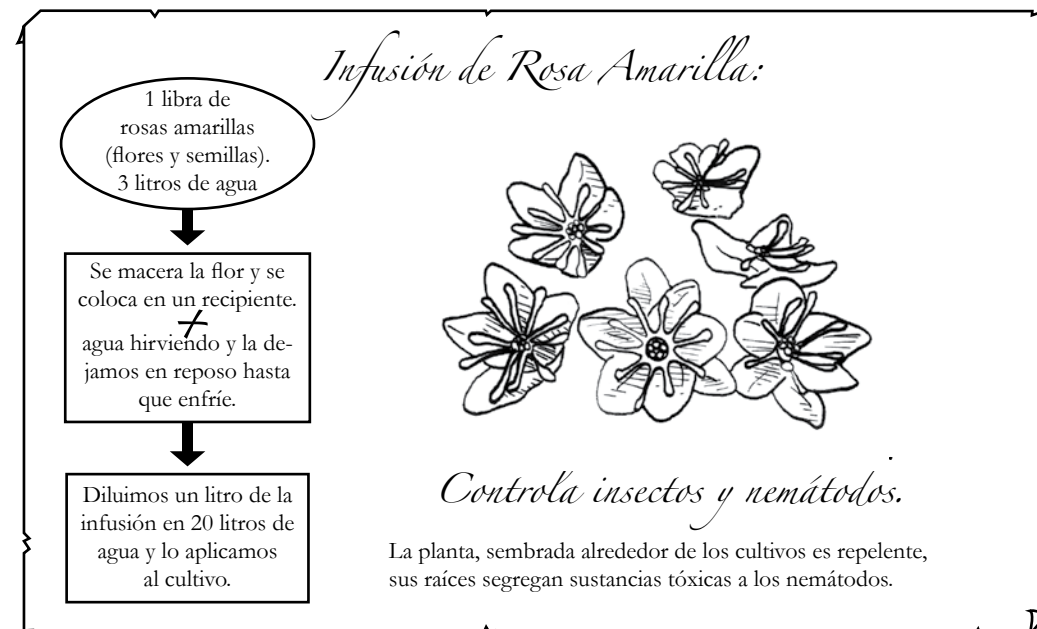
Preparado de cola de caballo:

1/2 Taza de cola de caballo y calentamos por 20 minutos en un litro de agua.

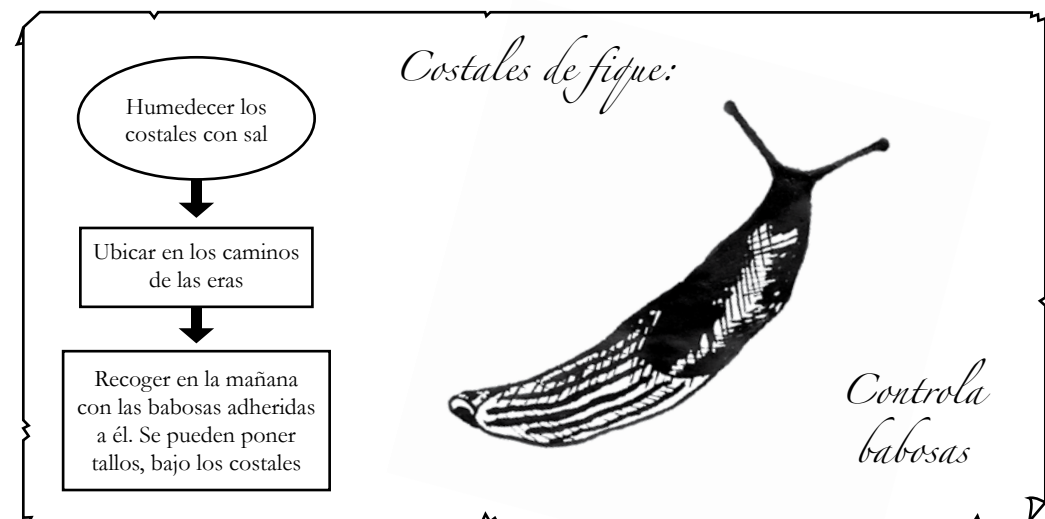
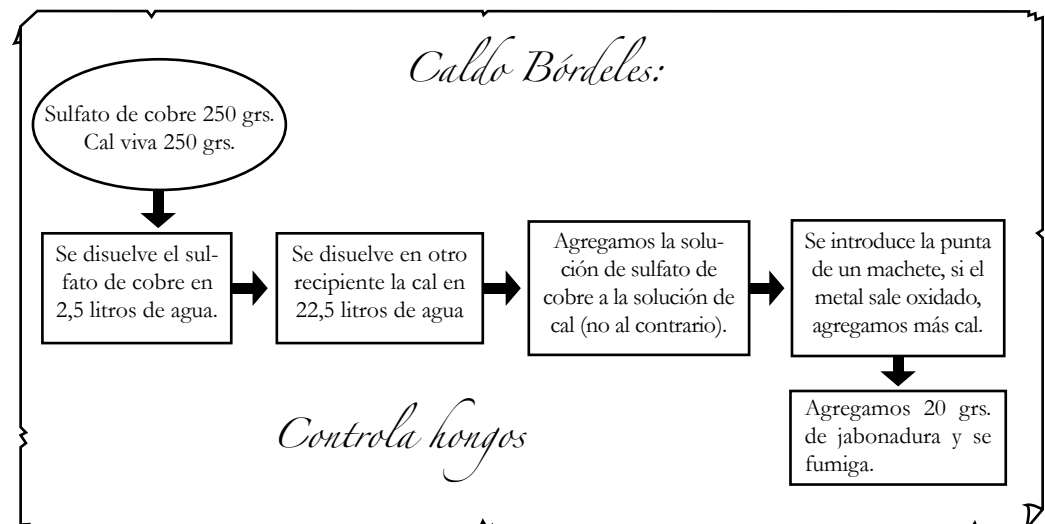
Se deja fermentar y aumenta poder.



Controla hongos en general



Otras Preparaciones:



3.7 Agentes físicos y variedades resistentes

3.7.1 Agentes físicos

El manejo de los problemas de plagas ha sido tratado en forma fácil, como simple control y no como prevención. Es necesario tener muy desarrollado el sentido de la observación para evitar que los insectos se conviertan en plagas, antes de realizar los muestreos en los cultivos. Hay que pensar primero en métodos

simples para no dejar que el problema se agrande y no aplicar insecticidas fuertes a partir de químicos, sin haber determinado el umbral de acción.

Antes de actuar se debe tener en cuenta:

Rotación de cultivos, dentro de la cual se considerará:

- Sembrar plantas con diferente desarrollo de raíces, para aprovechar varios estratos del suelo.
- Sucesión de cultivos cuya parte comestible sea distinta.
- Sucesión de cultivos que necesiten diferentes nutrientes: alternar cultivos exigentes en distintos nutrientes, cultivos demandantes en abono orgánico y cultivos con menos exigencias.
- Sucesión de cultivos de familias diferentes.

Asociación de cultivos, para aprovechar las bondades de acciones conjuntas:

- Siembra de dos especies plantadas con suficiente proximidad de tal forma que se establezca una acción benéfica, por competencia entre ellas.
- Mejor aprovechamiento de la tierra, el agua el espacio y la energía solar.
- Reducción de riesgos de malas cosechas.
- Menos ataques de plagas y enfermedades.
- Menos invasión de hierbas.
- Rendimiento más elevado.

Un buen ejemplo de lo anteriormente señalado son las asociaciones: maíz y frijol, cebolla y zanahoria.

3.7.2 Variedades resistentes

Las variedades resistentes a plagas son plantas menos susceptibles al ataque de las mismas o simplemente, pueden ser variedades de tan alto rendimiento, en las cuales el daño no produce pérdidas económicas. Hoy en día, con la Ingeniería Genética, se logran obtener fácilmente todo tipo de plantas, inclusive con las producciones transgénicas se pueden obtener plantas no sólo resistentes, sino con genes incorporados que permitan un tipo de insecticida determinado. Naturalmente los costos económicos son altos para los países que no poseen las tecnologías de los transgénicos, ni los grandes laboratorios para su investigación y reproducción; queda a nuestros países pagar los costos de su transferencia y patentes.

El tema de control mediante variedades de plantas resistentes crea un problema semántico, ya que éste se utiliza como sinónimo de control mediante varia-

des, sin embargo no todas las variedades que reducen las pérdidas son en sí resistentes a las plagas. Sería más interesante llamarlo control mediante variedades.

Se busca plantas con genes que mejoren la producción, aunque este concepto cambia grandemente con el nuevo manejo de transgénicos. A primera vista resulta sorprendente que el hombre no haya seleccionado automáticamente las plantas que presentaban resistencia a los ataques de insectos.

Las plantas llamadas resistentes tienen en ellas genes desarrollados para producir mecanismos de defensa frente a daños físicos que les causan heridas, como pueden ser los exudados de gomas, látex y resinas, que producen una rápida cicatrización y que impiden la entrada de enfermedades. También pueden sumarse las formas de crecimiento rápido, o con producción de pelos y glándulas en la epidermis que las hacen resistentes a ataques de insectos como los áfidos; igualmente sucede con la capacidad de la rápida producción de tejido suberoso o de cutinización de células de la epidermis, que las protege de ataques.

La producción de toxinas por parte de algunas plantas, que pueden servir de repelentes o que permite proteger a la planta de hongos patógenos que le causen daño; existen mecanismos para introducir estos genes en las llamadas variedades resistentes. Con la utilización de tales variedades se pueden presentar también algunas dificultades, como son las variabilidades de las plagas, lo que hace que ante un ataque más virulento de una especie que ha mutado, la resistencia varietal se debilite.

Así mismo puede ocurrir pérdida de la resistencia, aunque este caso no ha sido aun muy estudiado, pero en él pueden intervenir muchos factores, como son el uso de agroquímicos, factores climáticos y edáficos, que incidan directamente sobre la población vegetal modificada con genes resistentes. Es importante pensar que al intervenir genéticamente una variedad se puede entrar a modificar otros factores de su código genético.

Es necesario un manejo de las semillas y de la variedad en el campo, de tal manera que el polen de otra variedad venga a intervenir en fecundación cruzada y destruya el gen introducido que daba la resistencia; el desarrollo de líneas isogénicas implica un trabajo permanente de selección cerrada, el cual debe permitir mantener las características de selección deseadas. Es necesario también seleccionar las cepas de parásitos tolerantes al mecanismo de resistencia de la planta, y para ello se utilizan grados inferiores de resistencia vegetal, que se pueden combinar con otros sistemas de Manejo Integrado.



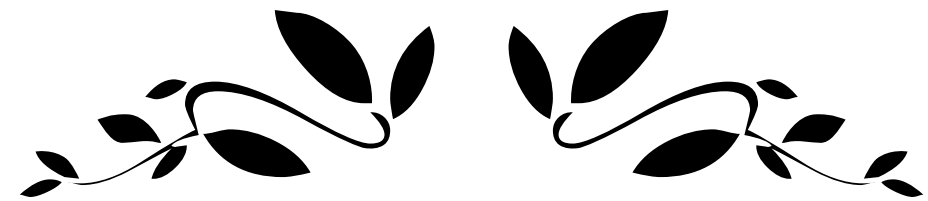
3.8 Manejo Integrado de plagas

El Manejo Integrado de Plagas ya fue definido según la FAO, al principio de este escrito; allí se señalaba el Control Biológico como una herramienta fundamental de la forma de manejo que en este aparte nos ocupa; en parte aquí esbozamos un compendio de los métodos existentes. Tales métodos deben ser integrados de forma inteligente y juiciosa y de ésta manera obtendremos los elementos primordiales para mantener las poblaciones de insectos dañinos por debajo del Umbral Económico. Sólo utilizaremos insecticidas químicos en casos extremos y, en el caso de tener que llegar a esta penosa situación, se tratará de hacer con productos de la más baja categoría toxicológica, pues ellos son los menos nocivos para el hombre y el ambiente.

Se deben tomar todas las precauciones necesarias para su aplicación y sobre todo haber agotado todos los recursos del Control Biológico. Así mismo, valorar los daños causados a este mismo control con la adopción de una medida de tipo químico. No puede ser una medida tomada a la ligera sino hacerla responsablemente. De ella depende el cultivo, el ecosistema en general, incluyendo dentro de este ecosistema al hombre.

Maíz
Zea mays





III PARTE

El hambre en el mundo, su Soberanía y Seguridad Alimentaria

Tercer Seminario sobre Desarrollo Sostenible, Energía y Paz



INTRODUCCIÓN

El alimento es la principal fuente de energía de la humanidad y en última instancia el motor de todas sus luchas. La competencia es diaria y se da en todos los niveles. A través de los diferentes períodos de la historia, se comprueba que el ser humano no solamente ha tenido que hacer frente a la competencia contra los demás seres vivos, sino también contra los sistemas económicos y políticos.

El crecimiento lineal de la población, reclama cada día mayores volúmenes de granos y cereales que satisfagan las necesidades alimenticias e industriales de la humanidad.

Existe un gran desequilibrio entre las necesidades reales de los seres humanos, la producción de alimentos y la capacidad económica para obtenerlos. Este desequilibrio se agrava aún más a causa de catástrofes y guerras, del mercado y de las diferencias económicas entre los pueblos productores ricos, quienes empobrecen con dichas producciones, los ecosistemas y los pueblos consumidores pobres y subpoblados.

La FAO estima que el 25% de la población pobre, recibe una ración proteica inferior a la normal. En la reunión de 1996, destacaba que 800 millones de seres humanos sufrían de desnutrición. Susan George en su libro *“Cómo muere la otra mitad del mundo”*, afirma que cada 6 horas en algún lugar del mundo, 2.500 seres humanos mueren de hambre ó de enfermedades debido a la malnutrición. Agrega que el problema más grave del hambre, es el control ejercido por aquellos que poseen el poder económico de los alimentos.

Son los gobiernos del mundo occidental con sus multinacionales agroindustriales, sus políticas de ayuda alimentaria y los organismos de desarrollo multilateral, quienes deben asumir las causas del hambre en el mundo. Causas ahondadas por las políticas de desarrollo agrario dentro de una mal llamada *Revolución Verde*, que ha acabado con los ecosistemas (agotando y destruyendo los suelos, envenenando aguas superficiales y subterráneas, desertificando y haciendo cada día más costosas las producciones), condenándonos así al hecho de que sólo puedan comer aquellos que tienen con que pagar el precio por una comida llamada nutritiva aunque no completamente sana.

Solamente a través de un cambio social y de un manejo económico de una agricultura sostenible, situación ésta en la cual los sistemas políticos del mundo se encuentran a muchos años de distancia, que un día quizás se superará el paradigma de la mencionada revolución para lograr alimentar sana y correctamente la humanidad.

1. EL SISTEMA agroalimentario

Se ha denominado *sistema agroalimentario*, el conjunto estructural de las unidades relacionadas entre la agricultura y su industrialización, cuando el fruto de la tierra es transformado a través de tratamiento industrial.

Un ejemplo bien característico es el caso de América del Norte o de cualquier otro país occidental desarrollado, que habiendo alcanzado tales límites puede, a través del mercadeo y en términos de cantidad, obligar a sus adquirentes a consumir. Es esta situación la que genera la alternativa de la expansión y es aquí donde se vuelve necesario el aumento del valor.

Actualmente solo tres americanos sobre diez trabajan en la industria alimentaria, participando en el proceso promedio de producción, transformación, distribución. Es en el conjunto del sistema agroindustrial donde se utiliza el término *complejo agroalimentario*. Sistema sofisticado pero de gran elasticidad, que se adapta fácilmente a las demandas de un mercado que posee el poder económico de compra.

Si se da el colapso de la sobreproducción, son los gobiernos quienes están encargados de dar las pautas necesarias a seguir. Recordemos el caso de los años 60 en los cuales la producción americana sobrepasó la demanda, hecho que obligó al gobierno a retirar de la producción agrícola 20 millones de hectáreas y a pagar un subsidio compensatorio a los propietarios, por la improductividad prevista hasta 1973. Pero cuando el precio mundial aumentó y los depósitos de los alimentos descendieron a niveles alarmantes, esas 20 millones de hectáreas fueron puestas de nuevo a producir alcanzando, en el espacio de un año un promedio entre el 12 y el 25%. Este hecho nos permite comprobar cómo la agricultura industrializada puede responder con elasticidad cuando la demanda aumenta y ella se expresa en términos de dinero.

Entre 1969 y 1972 se dejaron de producir 90 millones de toneladas en espera de un aumento de precios, causando artificialmente escasez por falta de producción. En aquel entonces, la FAO sólo reclamaba 12 millones de toneladas para que India, Tanzania y el Sahel, evitaran la hambruna.

Si dicha situación se juzga desde el punto de vista moral ello parecería criminal, pero desde un punto de vista económico, solo muestra que la producción alimentaria de los países desarrollados está ligada exclusivamente a una demanda solvente y no a las necesidades de los seres humanos.

Este hecho nos demuestra que con el aumento en la producción de solo el 1% de alimentos de 1972, podía marcar la diferencia entre la vida y la muerte para las víctimas de la hambruna. Lo grave es que 30 años más tarde, este hecho aún no se ha podido superar y, si se dio en un sistema económico capitalista, se repetirá con mayor facilidad en uno neoliberal.

El problema sería aún hoy más grave si no existieran los pagos de seguro de desempleo en Inglaterra y en Francia, lo que causaría hambrunas que afectarían a más de un millón de personas en dichos países considerados desarrollados. En tal caso Francia seguiría exportando su trigo.

En la actualidad la hambruna ha hecho su aparición en los países de Europa del Este y la exclusión afecta a personas mayores inactivas, mujeres solas y niños pequeños ya que los sistemas estatales de protección social, se han venido abajo.

La hambruna y la subalimentación de los pueblos de la Federación Rusa es dramática. Prueba de ello es el hecho diciente del promedio de la esperanza de vida: en la actualidad los hombres ocupan el lugar 135 en la lista de los países del mundo mientras que las mujeres el número 100. Es decir que la esperanza de vida promedio es muy inferior a la del resto de los habitantes de Europa o de América del Norte. Hay que recordar que en 1991, fecha del desmembramiento de la URSS, la situación Rusa era prácticamente la misma que en el resto de Europa y de Norte América.

Hoy, la esperanza de vida de un ruso de la Siberia, o de cualquier otro país de la Federación, es tan baja como lo es la del conjunto de los países Asiáticos a excepción de los camboyanos y afganos. Un ruso muere 17 años antes que un sueco y 13 años antes que un norteamericano; todo gracias a la tormenta de la liberación salvaje de su Economía y a la falta de subvención de la agricultura colectiva. “Este capitalismo brutal, a veces mafioso, ha dejado indefensos a los miembros más vulnerables de la sociedad de lo que fuera la URSS”, afirma Jean Ziegler.

1.1 La agricultura industrializada

Susan George en su libro “Cómo muere la otra mitad del mundo” afirma que “el hambre es una industria que permite el desarrollo de la industria de la ayuda alimentaria y que justifica la existencia de los organismos multilaterales y ¿por qué no la repartición de la riquezas y por qué no la repartición del mundo?”.



En uno de los artículos de la serie El Mundo del *Nouvel Observateur*, se hablaba de esas catástrofes que nosotros llamamos *naturales*, que no son otra más que las guerras del hambre; esas catástrofes amenazan hoy a 815 millones de seres en el mundo, repartidos entre Sudán, Etiopía; Eritrea, Somalia, Mozambique, Afganistán, la Federación Rusa, América Latina y El Caribe. Hambrunas peores que las de los años 1972 y 1984.

Cabe preguntarse si los televidentes ricos de los países desarrollados, aquellas imágenes televisadas de hombres, mujeres y niños, espectros humanos que no alcanzan a sostenerse sobre sus esqueléticas piernas, ¿no se sienten interpelados o conmovidos por ese aspecto *mostrable* del hambre? En Somalia por ejemplo existen montañas de cadáveres en el sur del país que no son mostrados porque las cámaras televisivas se encuentran situadas a cientos de kilómetros y sólo son filmados los sobrevivientes, es decir aquellos a quienes las fuerzas les han alcanzado para llegar hasta los campos de refugiados, sin olvidar que muchos de ellos son hoy campos mortuorios.

En 1986 en su conferencia de Ixtapa, García Márquez hablaba de los 565 millones de seres famélicos. A pesar de los 22 años transcurridos, los seres humanos hambrientos y mal nutridos han alcanzado la cifra de más de 815 millones. En los países llamados *en vía de desarrollo*, 6 de 7 personas padecen malnutrición. Se puede agregar que las tres cuartas partes más gravemente subalimentadas del planeta, son los campesinos y la cuarta parte restante, los habitantes de los cordones de miseria y de los barrios periféricos de las grandes metrópolis.

La industria del hambre y de la agricultura industrializada, como también las relaciones de deterioro del medio ambiente están fuertemente ligadas. Las sequías y la desertificación tampoco son gratuitas.

La ruptura con la agroecología y el reemplazo de ésta por el monocultivo industrial, en el punto donde las relaciones de la biocenótica desaparecen perdiéndose así un pool genético de vital importancia sobre todo para los países no desarrollados, donde la desnutrición por carencias proteicas es importante. En otras palabras, podemos decir que es grave ya que estas carencias solo pueden ser suplidas por fuentes proteicas vegetales provenientes de leguminosas. Pero la industria irracional de la agricultura, ha hecho desaparecer el 75% de estas especies tropicales, estrechando su rango a unas cuantas variedades mejoradas y el 25% restante está en grave peligro de extinción, debido a la introducción de las semillas transgénicas.

Se debe tener presente que mientras las leguminosas tropicales poseen tres aminoácidos, además de un gran valor proteico y que una cosecha puede alcanzar 1000 Kilogramos/Hectárea, en tanto que producir un kilogramo de carne de res necesita 80 Kilogramos de pasto ó 7 Kilogramos de grano (concentrado) ó 3 a 4 kilogramos en alimento de piensos y dos años de ceba, para obtener un kilogramo de carne, la conclusión resulta obvia, es un desperdicio de biomasa y energético excesivo para países mal nutridos. A lo anterior debe agregarse que la agricultura industrializada trae consigo el agotamiento de los suelos y el abuso de agroquímicos que aniquilan el medio ambiente.

La industria agroquímica desde hace muchos años ha sido llamada a la reconversión; desde 1990 en el Congreso en California se fijó un plazo de cinco años para terminar con el uso de plaguicidas peligrosos, plazo que no se cumplió y que por el contrario actualmente los productos genéricos sin dosificación controlada y sin pago de aranceles, invaden y compiten con el mercado de las multinacionales, en tanto las investigaciones de productos con ingredientes activos biológicos, son lentas y onerosas para quienes no forma parte de la mafia del mercado de los plaguicidas químicos.

La existencia de productos obsoletos son incosteables para los países desarrollados, que encuentran siempre un mercado fácil de los productos prohibidos en los países del tercer mundo. En 1974, Brasil recibió los sobrantes del herbicida agente naranja de la guerra del Vietnam y el desecho dicho obsequio se le ofreció a Colombia.

En 1980 los organofosforados prohibidos en EEUU se trataron de llevar a Ruanda con el objetivo de ser utilizados en el almacenamiento de granos para la alimentación. Hoy muchos de los organoclorados prohibidos en gran parte por países desarrollados, como es el caso del Endosulfan, que un fallo del Consejo de Estado de Colombia prohibió en marzo de 2001, sigue entrando al país de contrabando y sus grandes existencias son comercializadas en el mercado negro por algunos de los ricos comerciantes cafeteros, habiéndose triplicado el precio del producto.

Con herbicidas prohibidos en muchos otros países se asperjan cultivos de cuya producción se hace un uso ilícito; la industria del dinero fácil, de la producción de los cultivos de drogas, compite con la industria química productora de herbicidas, degradando bosques, páramos y selvas; aniquilando el medio ambiente y haciendo crecer las fronteras ecológicas degradadas. Desde hace ya muchos años los flancos de la Sierra Nevada se encuentran erosionados.



2. El HAMBRE en el mundo

El alimento es un derecho, no tan solo una mercancía. Lo afirman así:

- La Declaración Universal de los Derechos Humanos, 1948.
- El Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales, 1966.
- La Conferencia Mundial de la Alimentación, 1974.
- El Pacto Mundial de Seguridad Alimentaria, 1945.
- La Conferencia Internacional sobre Nutrición, 1992.
- La Declaración del Foro Mundial sobre la Soberanía Alimentaria, 1996.

La Soberanía Alimentaria define la independencia de los países con respecto al abastecimiento necesario y suficiente. Este concepto confronta la oligopolización de los granos básicos por parte de multinacionales comercializadoras y por las instituciones internacionales que orientan la agricultura del mundo.

La situación de hambre más crítica entre 2001-2002 según la FAO, demuestra que de 29 países que se enfrentan con emergencias alimentarias, 16 son africanos, 9 asiáticos y 2 europeos.

Una estimación de la FAO entre 1977 y 1999, sobre cifras de personas desnutridas en el mundo, es del orden de 815 millones de personas, de las cuales 777 millones se encuentran en países en desarrollo, 27 millones en países en transición y 11 millones en países desarrollados. La institución mencionada señala que *en los países en desarrollo se dio un descenso de 39 millones de personas.* Ziegler afirma que *entre 1977 y 1999 este descenso está representado en mortalidad por desnutrición y enfermedades ligadas a la misma.*

La FAO pone como meta el 2015 para reducir a la mitad el número de personas desnutridas en los países en desarrollo, pero el aumento rápido y continuo del número de personas que han de ser alimentadas en el mundo, dificulta aún más el logro de dicho objetivo y que el número de personas subalimentadas en un país deberá ser proporcional al tamaño de su población, con condiciones constantes en los demás aspectos.

Cuadro 1. % de la población desnutrida en las regiones en desarrollo
Fuente: SOFI, 2001

Región	Porcentaje de personas subnutridas			
	1979-81	1990-92	1996-98	1997-99
África subsahariana	37	35	34	34
Cercano Oriente y norte de África ---	9	8	10	9
Asia oriental y sudoriental	29	17	13	10
Asia meridional	38	26	23	24
América Latina y el Caribe	13	13	11	11
Todas las regiones en desarrollo	29	30	18	17

Los progresos han sido desiguales: En África Oriental por ejemplo, observa un aumento del problema del 0.08 % anual.

Los nutricionistas han probado que los niños mal nutridos y con mal desarrollo por falta de calorías, serán deficientes mentalmente ya que las células cerebrales programadas genéticamente para multiplicarse, no podrán hacerlo por falta de alimentación, aunque más tarde sean bien alimentados el daño será irreversible. Encuestas realizadas en países en desarrollo demostraron que de 500 niños pertenecientes a la clase media, el 10% poseía un coeficiente intelectual de 80. La misma encuesta fue realizada en un campo de refugiados a 500 niños subalimentados y con retraso de crecimiento, y el 62% poseía un coeficiente intelectual inferior a 80. A la edad adulta estos niños no podrán superar su subdesarrollo y transmitirán a su descendencia los problemas de una tara causada por la subalimentación. Tampoco hay que olvidar que las personas subalimentadas están condenadas a una muerte lenta causada por un gran número de enfermedades debido a la carencia de vitaminas.



La FAO en un lenguaje quizás demasiado técnico, clasifica las hambrunas en hambruna estructurales y hambruna coyunturales. Ziegler define la hambruna coyuntural como aquella que es provocada por el derrumbe brutal imprevisto y a muy corto plazo, de toda la infraestructura de una sociedad. Caso concreto es la destrucción de campos, caminos y pozos debido a causas naturales, una sequía o un huracán y sus respectivas secuelas. O bien las consecuencias de una guerra; el éxodo masivo de pueblos tratando de salvar sus vidas, los mercados desaparecen con la concebida escasez de alimentos, los bombardeos de puentes, rutas, case-ríos, y millones de personas que caen en la indigencia de la noche a la mañana. Si no se moviliza rápida la ayuda internacional, entonces la muerte asola.

Opina en cambio que la hambruna estructural, es aquella que persiste por falta de alimentos o por la ausencia permanente de una alimentación adecuada, debido al subdesarrollo de la economía de un país, a la insuficiencia de su infraes- tructura y a la extrema pobreza de casi todos los habitantes. Es el caso del África Oriental que a pesar de que su situación ha mejorado, 11 millones de personas afectadas por la sequía y/o conflictos en la subregión, dependen todavía de la ayuda alimentaria. En el resto de África las perspectivas aún son inciertas y se sigue necesitando esta ayuda, afirma la FAO.

En otros lugares del mundo, el problema también se evidencia; por ejemplo, la asistencia alimentara del PAN llego a 6,6 millones de personas en la Franja de Gasa. La sequía en América Central perjudicó gravemente en el 2001 los cultivos; en América del Sur las lluvias afectaron a Argentina, causando graves daños a las cosechas de maíz y de trigo. En Chechenia los disturbios siguen alterando la pro- ducción agrícola. Y en algunas islas el problema es la afectación por la infestación de plagas de la mosca de la fruta.

Cuadro 2. Prevalencia del retraso del crecimiento en niños en edad preescolar, por regiones, y número total de niños con retraso del crecimiento en los países en desarrollo y desarrollados durante el período 1980-2005 (%)
Fuente: *Bulletin of the World Health Organization*. 2000. 78(10).

Regiones	1980	1985	1990	1995	2000	2005
África	40,5	39,2	37,8	36,5	35,2	33,8
África oriental.....	46,5	46,9	47,3	47,7	48,1	48,5
África del norte	32,7	29,6	26,5	23,3	20,2	17,0
África occidental.....	36,2	35,8	35,5	35,2	34,9	29,9
Asia	52,2	47,7	43,3	38,8	34,4	29,9
Asia centro meridional*	60,8	56,5	52,2	48,0	43,7	39,4
Asia sudoriental	52,4	47,5	42,6	37,7	32,8	27,9
América Latina y el Caribe	25,6	22,3	19,1	15,8	12,6	9,3
Caribe	27,1	24,4	21,7	19,0	16,3	13,7
América central	26,1	25,6	25,0	24,5	24,0	23,5
América del Sur	25,1	21,1	17,2	13,2	9,3	5,3
Todos los países en desarrollo.....	167	135	91	84	79	14,0
Todos los países de la OCDE	26	14	9	6	6	3,0

*: (Incluye a Irán, además de Bangla Desh, Bhután, la India, Maldivas, Nepal, Pakistán y Sri La).

Los resultados indican que la prevalencia del retraso de crecimiento en los niños ha disminuido progresivamente, pasando de 47% en 1980 a 33% en el 2000, lo que equivale entre 40 millones y 180 millones de personas en el 2000. El 70% de los niños con retraso son habitantes del Asia, el 26% del África y el 4% de América Latina.

Cuadro 3. Países que se enfrentaban con emergencias alimentarias al comienzo del período 2001/2002 y razones principales.

<i>ÁFRICA (16 países)</i>	
<i>Angola</i>	Disturbios civiles y desplazamiento de la población
<i>Burundi</i>	Disturbios civiles e inseguridad
<i>República Democrática del Congo</i>	Disturbios civiles, personas desplazadas en el interior del país y refugiados
<i>Eritrea</i>	Personas desplazadas en el interior del país, repatriados y sequía
<i>Etiopía</i>	Sequía, personas desplazadas en el interior del país
<i>Guinea</i>	Personas desplazadas en el interior del país y refugiados
<i>Kenya</i>	Sequía
<i>Liberia</i>	Disturbios civiles anteriores, desplazamiento de la población
<i>Malawi</i>	Inundaciones, lluvias excesivas
<i>Sierra Leona</i>	Disturbios civiles, desplazamiento de la población
<i>Somalia</i>	Sequía, disturbios civiles
<i>Sudán</i>	Disturbios civiles en el sur, sequía en algunas partes
<i>Tanzania</i>	Déficit de alimentos en algunas partes, refugiados
<i>Uganda</i>	Disturbios civiles en algunas partes, sequía
<i>Zambia</i>	Lluvias excesivas, inundaciones
<i>Zimbabwe</i>	Sequía, lluvias excesivas en algunas partes
<i>ASIA (9 países)</i>	
<i>Afganistán</i>	Sequía, disturbios civiles, guerra
<i>Armenia</i>	Sequía, restricciones económicas
<i>Georgia</i>	Sequía, restricciones económicas
<i>Irak</i>	Sanciones, sequía
<i>Jordania</i>	Sequías sucesivas
<i>Corea, RPD</i>	Condiciones meteorológicas desfavorables, problemas económicos
<i>Mongolia</i>	Problemas económicos, rigor del invierno
<i>Tayikistán</i>	Sequía
<i>Uzbekistán</i>	Sequía

<i>AMÉRICA LATINA</i> <i>(2 países)</i>	
<i>El Salvador</i>	Sequía, terremotos
<i>Guatemala</i>	Sequía, problemas económicos
<i>EUROPA (2 países)</i>	
<i>Federación de Rusia</i>	Disturbios civiles en Chechenia y grupos vulnerables
<i>República Federativa de Yugoslavia</i>	Grupos vulnerables y refugiados

Fuente: FAO/SMLA - Perspectivas alimentarias N° 1 - febrero de 2002.

2.1 Soberanía y Seguridad Alimentaria

El ritmo del crecimiento de la producción agrícola mundial está en descenso, debido a que hay suficiente cantidad de alimentos para consumidores con poder adquisitivo, mientras que en los países en desarrollo se necesitan alimentos pero no hay con que comprarlos.

La FAO afirma que la producción agrícola en el mundo tuvo un aumento del 3% anual en los años 60 (cenit de la Revolución Verde); en 2% en el período comprendido entre 1980 y 1992. Actualmente la tasa de crecimiento agrícola es de 1,8%, inferior a las cifras anteriores. Se prevé que este decrecimiento se acentuará hacia el presente en parte por el agotamiento de los suelos y en parte por la contaminación. Para los analistas económicos la desaceleración no es en sí un resultado negativo, en la medida en que refleja una relación con el crecimiento demográfico y el desarrollo.

Los países desarrollados absorben el 50% del consumo mundial de la producción agrícola. Las personas que tienen dinero para comprar más alimentos no necesitan hacerlo ya que ese dinero lo utilizan para el pago de los márgenes siempre en aumento, de comercialización y elaboración, envasado y demás servicios.

El hecho doloroso es que mientras esto ocurre en los países desarrollados, en el resto del mundo al mismo tiempo, una parte considerable de la población continúa con bajos niveles de consumo y de acceso a los alimentos, con la consecuente persistencia de niveles de desnutrición.

La desaceleración de la producción agrícola dentro de los parámetros Revolución Verde solo beneficia los recursos naturales.

La FAO afirma que existe un desequilibrio inaceptable en el aumento de la producción alimentaria entre las diferentes regiones del mundo, como existe también una situación de injusticia en lo que respecta al acceso a los alimentos de los países desarrollados y los sectores pobres de la población.

Otro caso es la tendencia decreciente de la inversión agrícola entre 1988 y 1993, reflejada en una financiación de inversión total que varía entre 19% y 10%, porcentaje que en valor absoluto representa 16.000 y 10.000 millones de dólares respectivamente; dando como resultado la ausencia de una infraestructura adecuada para una regulación sostenible del agua, escasos niveles de diálogo, de saberes e insuficiencia de insumos.

Se conoce que son necesarios 31.000 millones de dólares para satisfacer las necesidades de desarrollo agrícola en los países en desarrollo.

El peligro latente es el fuerte aumento de precios y el declive de las reservas de cereales en el mercado mundial, lo que hizo asegurar a la FAO en tres de sus grandes reuniones que *todos vivimos ahora en estado de catástrofe inminente*.

Estamos también aún lejos de la noción de Soberanía Alimentaria. Dicha noción se entiende como el derecho de los pueblos a alimentarse en correspondencia con sus especificidades sociales, económicas, ambientales y culturales, dentro de un concepto de perspectiva holística del sistema alimentario, donde el alimento esté disponible y la comunidad se autoabastezca. Es decir, con posibilidades de compra en mercados justos, con calidad y cantidad de alimentos sanos, limpios de todo tipo de contaminaciones. La Soberanía Alimentaria supone un cuidado sostenible de los recursos naturales.

Para concluir éste capítulo es menester expresar que la Soberanía Alimentaria será una realidad, el día en que el mundo se libere de los uniformes globalizadores del mundo capitalista neoliberal o como dice el escritor brasileño Jorge Amado *“el día en que el mundo abandone los uniformes..., ese día será entonces un mundo justo al que podremos llamar un mundo civilizado”*. Podremos agregar que ese día los seres humanos podrán comer de acuerdo con el hambre sentida o necesidad de alimentos.

3. La REVOLUCIÓN VERDE y su significado en la historia del ecosistema

En su libro sistema *Agroalimentario y la Sostenibilidad Ecológica: Los efectos de la diacronía* el profesor Luis Jair Gómez nos hace un análisis profundo de lo que ha sido la agricultura y los sistemas agrarios a través de la historia de la humanidad. Puede verse cómo estos sistemas políticos, nos dan las relaciones entre el ser humano y su injerencia en el manejo de los ecosistemas; la producción agraria y el manejo de productos, que en última instancia no son más que los agentes exógenos representados en los sistemas políticos y económicos imperantes en cada momento de la historia de la humanidad.

La producción agraria que surge en el neolítico, 10 a 12 millones de años atrás, es denominada *Revolución Neolítica*. En este período hombre deja de lado los sistemas de caza y recolección del Paleolítico e interviene los sistemas naturales creando los agroecosistemas.

Las labores de protección implicarían entonces, la selección de las mejores plantas según el bagaje cultural que esos seres humanos neolíticos tuvieron. Igualmente ocurre con la selección de los animales.

Se conforma así un sistema agroalimentario formado por un ciclo de energía abierto, donde intervienen: El hombre, la naturaleza, los vegetales cultivados y los animales domesticados. Estos subsistemas interactúan permanentemente y en forma interdependiente; el motor de toda la cadena cíclica es la energía, que se transforma a través de la cadena, dándose así el proceso el reciclaje de materia, bien sea orgánica o inorgánica y una disponibilidad de energía.

A través de los siglos, la expansión demográfica hace conquistar a los seres humanos nuevas tierras, nuevos mundos, ampliándose el horizonte y evolucionando la técnica de los sistemas agrarios hacia nuevas expresiones.

Si remontamos hasta la selección natural de las especies, a la época mendeliana y su afianzamiento hecho por Lavoisier y Liebig, es decir el comienzo de un nuevo conocimiento, la hibridación; ésta permitió el desarrollo de nuevas técnicas ya no empíricas, hasta llegar a la época actual, desde la clonación hasta la intervención del genoma de la célula para llegar a los transgénicos.

Dichos acontecimientos están enmarcados dentro de los hechos ocurridos en el siglo XVIII, en el que el paisaje humano sufre un cambio total, el del nacimiento de la Era Industrial y con ella el del sistema capitalista, cambiando entonces el

sistema agroalimentario. En una extensa parte del planeta la población humana alcanza casi a duplicarse.

Los protagonistas de la historia pasan a ser otros: el feudalismo da paso a la Era Capitalista; la aristocracia es remplazada por la burguesía, los caballeros por los ejércitos de soldados, los señores por el Estado, el siervo de la gleba por el asalariado.

Ya a finales del siglo XIX dice René Dumont: *“Esa que es llamada en Europa la primera revolución agrícola, aquella que reemplazó la cosecha de forrajes espontáneos, de pacas de pastizal y de predios en barbecho, por pastos cultivados con aumento de ganado y una separación de la agricultura y la ganadería, perdiéndose así el reciclaje de materia orgánica, que era lo que permitía enriquecer el suelo y el aporte de energía animal, multiplicando los trabajos y aumentando sus rendimientos”*.

Los albores de la Revolución Verde, en espacio de un siglo, se remontan al afinamiento de las técnicas de hibridación y a la introducción de los agroquímicos a finales del siglo XX. Es a partir de 1946, en la posguerra que el apuntalamiento de la industria de las multinacionales productoras de pesticidas y agroquímicos toma auge, así como el nacimiento los grandes centros de investigación agrícola que ven la luz en los años 1950, 60 y 70 (GCIAT crea el IRRI, CIMMYT, ICRI-SAT, CIAT, ICARDA), instituciones creadas con dineros públicos que apoyan la ciencia con el objetivo de encontrar soluciones a los problemas del hambre en el mundo. Sus investigadores hijos de la educación de la llamada Revolución Verde, no ven más allá del *rendimiento*, en otras palabras sacar de la tierra el máximo de plantas verdes por metros cuadrados de suelo, obteniendo así mayores ganancias y por supuesto rendimientos, sin preocuparse de la cuestión fundamental ¿a qué costo ambiental?

Es en 1968 que el Webster’s College Dictionary define Revolución Verde como *el gran aumento de la producción de cereales: Arroz, trigo y de granos como el maíz; debido a la introducción del alto rendimiento del material genético y al uso de pesticidas, así como a las mejores prácticas culturales*.

Dicha reseña se debe a la introducción del alto rendimiento del material genético y al uso de pesticidas, así como a las mejores prácticas culturales. Lo extraño es que a los gestores de tal Revolución, nunca se les ocurrió siquiera pensar en la posibilidad de la existencia de los costos ambientales.



3.1 Agotamiento del suelo

Altieri afirma que *la causa de la crisis medioambiental de hecho se encuentra enraizada en el propio sistema socioeconómico, que promueve tecnologías de altos insumos y métodos que provocan la erosión de los suelos, la salinización, la contaminación por plaguicidas, la desertificación y por lo tanto la pérdida de biodiversidad*.

El proceso de la formación del suelo desde el material genitor, la formación de la roca madre, de los diferentes horizontes, hasta llegar a tener un suelo con materia orgánica es algo que ha tomado millones de años.

Por dichas razones afirma Alvear que *la destinación de la tierra debe ser al uso para el cual ella está adecuada, así como su mejor beneficio deberá aportar al mayor número de personas durante el más largo tiempo*.

La erosión no solamente destruye la materia orgánica impidiendo la fijación de fósforo, elemento mineral fundamental para un suelo poder producir, sino también la retención del agua, ya que el suelo hace de *venoclisis* de agua y nutrientes, dentro del sistema productivo.

3.2. Contaminación de aguas, suelos y alimentos

Los agroquímicos y pesticidas son arrastrados hacia las aguas dependiendo de diversos factores a saber: Del tiempo transcurrido entre la primera lluvia o riego; de la intensidad de éstas; de la distancia entre el área tratada con plaguicidas y las aguas superficiales y subterráneas; de su cantidad y la metodología de aplicación; de su solubilidad en el agua; de la pendiente del terreno; de que haya o no cobertura vegetal, así como también de la textura y contenido de humedad del suelo. Por último de la persistencia del producto en el suelo y de los enlaces químicos que este producto forme con las moléculas de agua y del suelo.

Según Alvear, en su artículo *Uso racional de la tierra y manejo del suelo en Antioquia*, nos demuestra que: *“En el suelo el producto químico tiene diferentes alternativas según el tipo de suelo y los componentes del químico aplicado. La adición continua de sales orgánicas muy solubles (fertilizantes) induce exósmosis y ésta conlleva a la destrucción del aspecto biológico del complejo suelo”*. Agrega *“mal puede la química inorgánica tomar a su cargo todo el proceso de la nutrición vegetal, que es en definitiva un proceso bioquímico.”*

Sabemos además, que los compuestos órganos fosforados y los carbamatos son pesticidas afines a las arcillas; sabemos también que los clorados no son solubles en el agua y reducen su movilidad. Es decir que todo depende de la naturaleza del producto químico, la naturaleza del suelo, la climatología y del tipo de labor agrícola, así como del intercambio catiónico de un suelo, de su estructura y de su textura.

En las plantas productoras de alimentos, los productos agroquímicos y pesticidas que se encuentran acumulados en el suelo o en fase líquida, quedan disponibles para ser absorbidos por las plantas y éstas lo hacen del que está retenido en la superficie o del que toman por las raíces, de donde son transportados por el floema y xilema a distintas partes, pudiendo ocurrir los siguientes procesos: la planta desdobla el producto de menos tóxicos a uno inocuo para los insectos y los demás seres en general que la consuman; los desdobla en forma de otro producto más tóxico y al ser consumido, la planta envenena a insectos y a animales de sangre caliente incluido en ellos el hombre; puede suceder en forma aguda o crónica y acumulativa tanto en su metabolismo como en los diferentes tejidos.

Según informe de la FAO la acumulación depende del tipo de planta, de la cantidad disponible de producto en el suelo y del tipo de producto. En 1974 la FAO conceptuó “a medida que los agroquímicos y plaguicidas se incrementan, los riesgos de la vida humana son cada vez mayores”.

3.3. Pérdida genética y transgénicos, un segundo error

El *milagro* de las semillas nuevas ha sido realizado a través del término *variedades de alto rendimiento* que permite a la mentalidad monocultural, la creación del *monocultivo* y la categoría de *alto rendimiento*, conceptos ambos fundamentales en el paradigma de la Revolución Verde. Dice Shiva, investigadora hindú que no hay medida neutral u objetiva para cuantificar el rendimiento de la *semilla milagro*, los terminados poseen una cosmogonía teórica. *La semilla milagro* desplaza las semillas nativas, reduciendo el sistema agrícola a cultivos singulares y partes de cultivo. En los sistemas nativos las semillas eran producidas en la propia finca o granja en tanto, en Revolución Verde se hace necesaria la compra de éstas.

Fue así como México perdió su pool genético de semillas de más de setenta variedades de maíz. Igualmente en el frijol se han perdido unas 75 variedades. De las 56 de la papa, actualmente en nuestros mercados, solo se encuentran entre seis y siete.

La Revolución Verde se basó en el desplazamiento de la biodiversidad genética a dos niveles: La supresión de la mezcla y rotación de diversos cultivos como: trigo, maíz, mijo, leguminosas y semillas de oleaginosas, que se sustituyeron por los monocultivos.

En segundo lugar afirma Blaak que *las variedades de alto rendimiento* introducidas, se reprodujeron a escala con una base genética muy pequeña, comparada con la base de las plantas tradicionales de maíz y trigo. Fue así como esta sustitución produjo la pérdida de una diversidad que es insustituible para la humanidad. La destrucción de la diversidad y la creación simultánea de la uniformidad requiere de la destrucción de la estabilidad e introduce la vulnerabilidad. En otras palabras como afirma Labeyrie: *es la simplificación del ecosistema, la causa de la fragilidad y la que permite así el aumento de plagas exógenas y endógenas.*

Hoy el nuevo "milagro" son las semillas modificadas en su genoma o transgénicas, acompañadas del paquete de insumos específicos, con semillas híbridas y modificadas, que crean una dependencia, donde el agricultor debe comprar o importar sus semillas, que son producidas por las grandes transnacionales, así como los fertilizantes químicos específicos.

Los técnicos lo miran como *un solo dolor del crecimiento a gran escala* y de una urgente necesidad de un cambio positivo; al mismo tiempo agregan que *estos tipos de dolores los sufrió la Revolución Verde en sus orígenes.*

Ya se han cometido errores suficientes ¿por qué repetirlos una segunda vez? Los errores son para aprender y no para ser repetidos.

4. No es sostenible el sistema agroalimentario de la REVOLUCIÓN VERDE

El Desarrollo Sostenible es el que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

Si en un plano cartesiano le damos definiciones a X, Y, Z y en el caso del desarrollo económico capitalista o neoliberal, llamamos: X = Desarrollo económico, Y = Naturaleza, Z = Especie humana, tenemos que: el desarrollo económico capitalista y neoliberal y la especie humana dependen totalmente de la naturaleza, hasta cuando se llega a un momento en el que la naturaleza no es capaz de sostener dicha dependencia y se agota. Si continúa tal dependencia, el agotamiento

será total y entonces al desaparecer la naturaleza, también desaparece el sistema económico y la especie humana.

Mientras que si sucede un Desarrollo Sostenible, los parámetros cambian y tenemos entonces: X = Naturaleza, Y = Desarrollo Sostenible, Z = Especie humana.

Aquí la naturaleza ocupa el eje X y no el Y como lo hace en el desarrollo capitalista, donde la premisa es la toma de decisiones. Recordando siempre que la especie humana y su continuidad sobre La Tierra, dependen de la naturaleza y no del sistema económico de desarrollo.

El suelo es el único factor que puede ser modificado y manejado por el hombre, la acción deliberada del hombre y de su agricultura como modificadora del suelo en sus dos calidades, despensa de la humanidad y regulador de caudales.

Es por ello que la Revolución Verde da un manejo que aumentan los costos de productividad, comparativamente a las formas campesinas de cultivo y cría, así aparentemente se mejore el rendimiento por unidad de superficie, la fuente clave que la hace insostenible ecológicamente es el daño a la potencialidad del suelo.

La agricultura de la Revolución Verde constituye una amenaza en el deterioro del suelo y en términos de productividad. Por lo tanto esta agricultura no fue, no es, ni será jamás una agricultura sostenible.





G L O S A R I O

M ó d u l o I

<i>Aerología:</i>	Estudio del espacio aéreo o circunscripción de una especie, es decir el hábitat donde se encuentra.
<i>Biotopo:</i>	El componente inorgánico constituyente del ecosistema.
<i>Bioma:</i>	Zona geográfica delimitada por la latitud, donde el clima presenta características de factores periódicos comunes.
<i>Clímax:</i>	Un Serés en maduración.
<i>Circadiano:</i>	Ritmo en el ciclo estacionario que ejerce actividades sobre los seres vivos.
<i>Corología:</i>	Reemplaza el concepto de biogeografía.
<i>Ecología:</i>	Economía de la naturaleza; estudia las interrelaciones entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema terrestre.
<i>Ecotopo:</i>	Es un sitio con relieve homogéneo.
<i>Ecotono:</i>	Límite entre dos ecosistemas.
<i>Ecosistema:</i>	Entidad especial donde las plantas y los animales son más que componentes, son subsistemas cuyo estudio es necesario para comprender la Economía de la naturaleza.
<i>Epeirología:</i>	Estudio ecológico de un sistema terrestre.
<i>Holística:</i>	Concepto de comprensión de la estructura y funcionamiento de un ecosistema, visto desde una triple dimensión.
<i>Limnología:</i>	Estudio de los subsistemas de aguas dulces.
<i>Nicho:</i>	Es la ocupación de un ser vivo, una función bien precisa en el ecosistema.
<i>Oceanografía:</i>	Estudio de los subsistemas océano.
<i>Rendimiento ecológico:</i>	Equivalente en calorías de materia producida; sobre el equivalente en calorías de materia consumida.

Serés: El proceso de evolución de un sistema desde la roca al vegetal.

M ó d u l o I I

Alopático: Se dice de las poblaciones o especies que ocupan mutuamente las zonas geográficas exclusivas, pero adyacentes.

Aleatoria: Cuando un resultado se produce al azar.

Crossing-over: Separación de genes al momento de la meiosis, cuando van en gametos diferentes, fenómeno utilizado en la selección artificial para la creación de nuevas variedades.

Desplazamiento: Proceso de diferenciación que ocurre entre especies de caracteres emparentadas muy estrechamente; se debilitan por convergencia en alopatria como consecuencia de procesos evolución.

Isoquización: Homogenización genética seleccionando genes de una población es la causa de la fragilidad en una población dada.

Población: Comunidad reproductiva de individuos que participan de un pool genético común.

Pool genético: Conjunto existente de genes en una población dada.

Polimorfismo: Existencia simultánea de varios fenotipos y cuyas diferencias entre ellos no resultan de diferencias genéticas.

Plasticidad: Performancia que permite a un organismo ser moldeable, sutil resistente y flexible de acuerdo con las circunstancias.

Segregación: Separar algo de su parte, para que siga viviendo y funcionando con independencia.

Simpático: Especies que ocupan una misma área, aunque no necesariamente en el mismo nicho; equivale a la misma patria.

Volterismo: Especie que se reproduce en una misma localidad con una sola generación por año, polivolterismo con varias generaciones por año.

Bibliografía
I P A R T E

M ó d u l o I

Altieri, 1983. A quest for ecologically based pest management systems. *Enn. Management* 7:91-10.

• Altieri, 1988. *Agrobiologie, base Scientifique d'une agriculture alternative*, Ed. Delard.

• Edens, 1982. Closed system agriculture resource constraint, management action, and design alternative *am Reyuphytopathol* 20: 363-395.

• Gómez Álvarez, 1976. *Lutte contre les insectes nuisibles*, A.E.A. IBEAS France.

• Klages, 1928. Ecology crop geography in the agro economic curriculum *J. am soc. Aprom* 20:336-353.

• Klages, 1942. *Ecology crop geography* Mc Millam Company New York 375 pp.

• Moliner, 1987. *Diccionario del uso del español*, Ed. Gredos Madrid. Tomo I y II.

• Monchardsky, 1958. A propos de la classification des facteurs du milieu zool. *Zh* 37(5) 680-692.

• Monterth, 1960. Influence of plants other than the foot plants of then host on Finding biytachinid parasites. *Can Entomol* 92: 641-652.

• Labeyrie, 1974. *L'ecologie et l'homme*, Guy le Prat editeur.

• Labeyrie, 1981. *Ecologie et agriculture*. Conference au college de France.

• Labeyrie, 1961. Taxonomie, ecologie et Lutte biologique, *Entomoplaga* V. (2) 125-131.

• Odum, 1972. *Ecologia*, CECSA.

• Swin, 1975. Plant-animal coevolution, a synoptic view of the paleozoic annual Mesoic.

• Sutton, Haimon, 1977. *Fundamento de Ecología*, Ed. Limusa.

M ó d u l o I I

• Brinder, 1978. *Que sais je? La génétique des poblations*, 3 ed. Presse Universitaire de France 128 pp.

• Dolzanky T., 1970. *Essai sur l'évolution*.

• Labeyrie, 1981. *Ecologie et agriculture conf.* College de France.

• Labeyrie, 1974. *L'écologie et l'homme* Guy le Pat éditeur.

- Labeyrie, 1988. Evolution-ecologie-population 1° tome U de PAU et les pays de l'Adour 119 pp.
- Mayer, 1974. Populations especes el évolution. Ed. Herman 496 pp.
- Odum, 1971. Ecologie, 3era Ed. Ad interamericana 639 pp.

M ó d u l o I I I

- Allee, 1949. Cooperation among am-mal with human implication New York Beacom Press 1958.
- Clausen, 1962. Entomophagus insects hafner publishing company.
- Dajoz R., 1974. Tratado de Ecología ED. Mund-Prensa.
- Flandes, 1939. Enviromental control of sex in hymenopterus insects an Ent Soc amer 32:11-26.
- Gómez Álvarez. 1980. Estudio de algunos aspectos de la biología de un chalcidio Dinarmus basalis (Rodani) (entomopárasito de la Bruchide) necesarios al estudio del rendimiento sexual. Tesis doctoral.
- Odum, 1965. Ecología Ed. Continental S.A. Cap 6 Regulación 109- 155.
- Odum, 1980. Ecología 3era Edición Cap. La especie y el individuo en el ecosistema.
- Sutton B.P., Harmon, 1977. Fundamentos de la ecología. Ed. “Limusa” características y dinámica de población “Cap. 8: 159- 233pp.

M ó d u l o I V

- Cárdenas, Benavides, 1978. Plagas del café. Manual Federación Cafeteros.
- Gómez Alvarez, 1985. Protocole des essais a réalises dans la station Kambonise sur Callosbruchus maculatus, Bruchibius atrolineatus.
- Gallego, Francisco Luis, 1965. Lista de insectos de granos almacenados. U.N. Medellín.
- ICA, 1970. Cultivos de la papa.
- Kranz J., Heinz Schummulteresr, W. Kock, 1981. Maladies, ravageurs et mauvaises herbes des cultures tropicales verlag Paul Parey.
- Labeyrie V, 1980. Vaincre le carence protéinique pour le développement des leguminenses alimentaire et la protection de leurs récoltes contra les bruches.
- Van den Bosch, 1978. The pest cons-piracy, Doubleday ed.
- Labeyrie, 1978. Reproduction of insect and coevolution of insects and plants insects an host plant R F chaps et E.A. Rermays ed.
- Ramírez M., 1966. Almacenamiento y conservación de granos y semillas CECSA.

M ó d u l o V

- Labeyrie, 1979. Vaincre le carence poteinique par le développement des leguminoseuses alimentaires et la protection de leurs récolte contre buches.

- Ramírez Genel M., 1966. Almacenamiento y conservación de granos y semillas.
- Sanders. Plagas de Cultivos en Centro América, CATIE.
- Tetefort, 1979. Directives générales pour la lutte intégrée contre les ennemies des principales cultivos vivrieres FAO.
- Van Em den Helmut, 1977. Control de Plagas y su Ecología, Ed. Omega.

M ó d u l o V I

- Altieri, 1987. L' Agroecologie ed. Delvard.
- Cardona, Passo, 1987. Resistencia Varietal de Fríjol al gorgojo de los granos almacenados, Vol. 9, No. 2. Hojas de Fríjol CIATA.
- Den Belder, Sediles, 1985. Control Integrado de Plagas, Sanidad Vegetal Entomología Tomo II. ISCA/LAW, Nicaragua.
- Gómez Álvarez, 1980. Mission d’expertise sun le Stockage des graines de legumineusas alimentaire au Ruanda. FAO.
- Nacional Academy of Sciences, 1978. Manejo y Control de plagas de insectos Vol. III, Ed. Limusa.
- Ramírez Genel R., 1966. Almacenamiento y conservación de granos y Semillas CECSA.
- Spitz, Pieri, 1981. Interaction complexe les problemes des insecticides et des substances chimiques dangereuse dans l’ environnement physique, économique et social du tiers monde. Colloque national sur "La Chimie, l'agriculture et la faim dans le monde.
- Tetefort Jean, 1980. Directive générales pour la lutte intégrée contra les ennemis des principales cultures vivrieres en Afrique - Sahélienne de L'ouest FAO.
- Van Amden H., 1977. Control de plagas y su ecología Ed. Omega.
- Weir, David, Shapir, M., 1982. Pesticides sans frontières. Ed. Magasan du Monde.

I I P A R T E

- Altieri, M.A. (1994) Biodiversity and pest management in agroecosystems. Hayworth Press, New York. 185 pp.
- Askew, R.F. Insectes structure and function, Harvard University Press. 1968.
- Barjos, Huguette. La bacterie le mustique. La recherche N° 93 (9) pp 911-13 1978.
- Brorior, M. Croissance et utilisation de l’hote Pteromalus pupariun.1970.
- Burges, H.D. & Hussey, N. W. Microbial control of insects and mites Academic Press, Londres. 1971.
- Clausen, C.P. The ovoposition habits of the Eucaridae (Hymenoptera) 1940.
- Cade et al. Biologie de Pimpla instigator (f) Entomophaga 23: 249-256.
- Chapman, R.F. Insects: Structure and function. Harvard Universite Press. 1982.

- Chapman, J.A. Reponse behaviour of Scolytid beetle and odour meteorology and entomol 99, 113322. 1967.
- Chararas Recherche sur le comportement sexuelle de Pityokteines spinidens et étude des facteur qui agissent sur le pouvoir attractif du mâle a l'égard de la femelle C.R. Acd. Science D 266. 1969.
- Cruz, Carlos. Control Biológico de plagas en la zona del Caribe Univ. Puerto Rico pp 1-7. 1994.
- De Bach, P. Control Biológico de las plagas de los insectos y las malas hierbas. Ed: Cot n.1978.
- Delvare, G. Clasificación y particularidades biológicas de los himenópteros parásitos. Inst. de Recherche pour huiles et oliagineux.1990.
- Fabres, J. El maravilloso mundo de los insectos. Guy Le press.1927.
- Gómez Álvarez, Estudios de algunos aspectos de la biología de un Chalcidien Dinarmus basalis (R) ectoparasito de un Bruchidae, necesarios para el estudio del rendimiento sexual, Tesis Doctoral. I.B.A.S. Université F. Rabelais.1980.
- Gómez Álvarez, Las ferómonas sexuales. Trabajo de maestría. I.B.A.S: Université F. Rabelais. 1977.
- Gómez Álvarez, Lutte contre les insectes nuisibles. A.E.A, I.B.A.S.1976.
- Haeckel, E. Histories naturelle. Paris Press. 1887.
- Hölldobler, B. y Edward Wilson. Viaje a las hormigas.1996.
- Jacobson, M. The sensitivity of insects of sexual olfactory stimuli amer Heart J. 68. 1964.
- Karlson, M. The selectivity of insects of sexual olfactory stimuli, amer. Heart J. 1964.
- Labeyrie, V. Taxonomie écologie et Lutte biologique. Entomofaga Vol. 2: 125-137. 1961.
- Labeyrie, V. Importance écologique des effect du grupement chez les insectes. Bull. Soc. Ecophysiol 4:21-35. 1979.
- Labeyrie, V. Écologie et agriculture au college de France. 1981.
- Lewis, T. Science Hort. 17, 74-84. 1965.
- Lleras A, Federico. Informe sobre la extinción de la langosta por el procedimiento de D'Herelle. Rev. Med. de Bogotá. 31:351-387. 1913.
- Malyshev. On the selection and breeding of strains benefical insects. African four Sci 13:195-5. 1916.
- Metcalf, C.L. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y sus controles. Edit. Continental S. A. 1965.
- Painter, R.W. The control of the coconut spike moth Fiji depot 18: 1- 30. 1935.
- Priener, Reprodutive sholegre of parasitoide in evolutionary strategies. Plenun Press. 1975.
- Ripper, W.E. A. Rev Entomology, 1:403-38. 1956.

- Schnlider. Die Entowicklung des syrphidenparasitn Diplazon fisirus grav. Mitteil. ent. Ges, 23:155-94. 1952.
- Smith. An attempts to redefine the host relationships exhibited by entomophagus insects. Econ. ent. 1916.
- Shorey. Entomophagus insects hafner publishing company. 1962.
- Steinhaus, E.A. and Jerrel. Futher observation on Bacillus thuringiensis Berliner and other Sporeforming bacterie Hilgardia, 23: 1-23. 1954.
- Spitz, P. La chimie l'agriculture et la faim dans le monde. 1981.
- Vison, S.B. Host selections by insects parasitoids Ann. Rev. Ent. 1976.
- Wilson and Bosser. The subspecies concept and its taxonomic application. Systematic Zoo, 2:97-111, 1953.
- Wood, S. Science, 96. 317-18, 1942.
- Zagatti Pierre Feromonas sexuales de Lepidoptera. Biología, química y aplicación. Socolen, pp. 47- 59. 1988.

I I I P A R T E

- Altieri. Entrevista: Un motor de la agroecología, los campesinos saben tanto o más que los universitarios. Pág. Web. 2001.
- Altieri. Manejo de plantas protectoras en viñas en Chile. Dossier FAO. 2002.
- Altieri, Miguel. Una alternativa dentro del sistema, la agroecología hace trabajar la sinergia para conseguir “agroecosistemas” autosuficientes. Dossier FAO. 2002.
- Alvear R. Uso racional de la tierra y manejo del suelo en Antioquia, Secretaria de Agricultura y fomento de Antioquia. 1983.
- Alvear R. Informe sobre reciclaje de aguas servidas en la finca Nazaret, Municipio de Caldas, Antioquia. 2001.
- Blaak. En Kamataka, India, crecen juntos palmeras y jazmines. Dos. FAO. 2002.
- Blaak. Huertos mixtos Sri Lanka, Dossier FAO. 2002.
- Burkark, H. y Edison Vásquez. Modulo sostenibilidad, Diplomado Agroecosistemas. 2002.
- Bunch. Dos mazorcas de maíz, guía para el mejoramiento agrícola. 2001. Adaptación Madrid Montes. 1997.
- Ciganov, J. Limpiando la selva en Guayana. Dossier FAO. 2002.
- Collinson. Los planes del G.C.I.A.I. Ante el futuro de la Revolución Verde. Dossier FAO. 2002.
- FAO. Seguridad alimentaria mundial: Seguimiento e información. Dpto. Económico Social. 2002.
- FAO. Polémica con el Instituto de Vigilancia Mundial. Press Release. 2002.
- FAO. Evaluación de la Seguridad Alimentaria mundial, Comité de Seguridad

Alimentaria. 28º período de sesiones. Roma 6-8 Junio 2002. Press releas.

- FAO. Desciende crecimiento y producción agrícola mundial, Press release. 2002.
 - FAO. Subnutrición en el mundo, el estado de la inseguridad alimentaria en el mundo en el 2001. 2002.
 - Galeano C., Alejandro. Globalización, Soberanía y Seguridad Alimentaria. C.N.E.P. Mama Coca (www.mamacoca.org), Revista Académica en línea sobre la compleja actualidad americana, conflicto y drogas. 2002.
 - George, Susan. Comment meurt l'autre moitié du monde Réponses écologie/ Robert Laffont édition 1999.
 - Gómez G. Sostenibilidad, producción agraria y economía, Diplomado de Agroecosistemas. 2001.
 - Gómez G. El sistema agroalimentario y la sostenibilidad ecológica: Los efectos de una diacronía. U.N. Sede Medellín. 2001.
 - Gómez Álvarez, La industria y el medio ambiente, U de A. Martes del Paraninfo, Cámara de Comercio de Medellín.1991.
 - Gómez Álvarez, Proyecto para la creación de la unidad de análisis ambiental de los agroecosistemas en la jurisdicción de Corantioquia. Corantioquia. 1999.
 - Gómez Álvarez, Incidencia de las plagas sobre el ecosistema, toxicología. Coautora, edición Manual Moderno. 2000.
 - Gómez Álvarez, Anotaciones para el manejo de algunos granos almacenados, Secretaria de Agricultura de Antioquia, U.N. Sede Medellín. 1991.
 - Mejía G., M. Enunciados sobre Globalización, Soberanía alimentaria y seguridad, taller C.I.N.E.P., Mama Coca (www.mamacoca.org), revista académica en línea sobre la compleja actualidad americana, conflicto y drogas. 2002.
- Natalicio, Ricardo. Erradicación del hambre en el mundo, noticias de Eco-portal Pág. Web. 2002.
- Null, H. Campesinas de Rajasthhan (India) recogiendo el denominado arroz mejorado. Púb. FAO. 2002.
 - Rodríguez R., M. Hesse. Sembradores de esperanza, texto adaptado por Madrid Montes, Diplomado de Agroecosistemas. 2000.
 - Robledo, J. Globalización y Seguridad Alimentaria, Mama Coca (www.mamacoca.org). Revista Académica en línea sobre la compleja actualidad americana, conflicto y drogas. 2002.
 - Shiva, Vandana. El milagro de los problemas, Dossier FAO. 2002.
 - Ziegler, Jean. El hambre en el mundo explicada a mi hijo. La media noche, Muchnk editores. 2002.
 - Zuluaga, Gloria Patricia. De cómo la extensión introdujo la Revolución Verde. U.N. Sede Medellín. 1999.