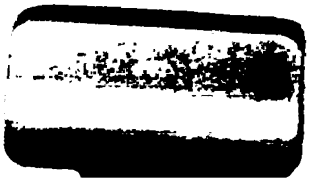
SERIE "INFORMES DE CONFERENCIAS, CURSOS Y REUNIONES" No. 47



# SEMINARIO REGIONAL SOBRE INSECTICIDAS, FUNGICIDAS Y HERBICIDAS

**MANAGUA, D. N., NICARAGUA**
**12-18 DE MAYO DE 1974**

IICA
DIRECCION REGIONAL PARA LA ZONA NORTE
Guatemala, C. A.



# SEMINARIO REGIONAL SOBRE INSECTICIDAS, FUNGICIDAS Y HERBICIDAS

Managua, Nicaragua,
12-18 de mayo de 1974.

Ing. Marco Tulio Urízar M.,
Compilador.

El presente Seminario contó con los auspicios de la Escuala Nacional de Agrícultura y Ganadería ( ENAG) de Managua, Nicaragua y con el patrocinio de la Oficina Regional para Centroamérica y Panamá (ROCAP) y del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas ( IICA) de la OEA, Zona Norte. La organización y Dirección estuvo a cargo del Ing. Marco Tulio Urízar del IICA-ZN y la Coordinación por parte de la ENAG a cargo del Ing. Alvaro Sequeira.

CONTENIDO

## OBJETIVOS

Los participantes después del Seminario podrán:

- Proporcionar ideas de cómo poder evaluar los efectos económicos de plagas y enfermedades en los cultivos rentables.
- Fomentar entre los estudiantes una conciencia más racional sobre el uso de agroquímicos en la agricultura.
- Promover y fomentar los estudios sobre control integrado de plagas.
- Aplicar variadas técnicas de enseñanza de la Entomología y Fitopatología-
- Recomendar la formación de profesionales agrícolas idóneos en el control de plagas y enfermedades de cultivos, con sentido humanista.
- Promover acciones que tiendan a evitar la contaminación acelerada del medio, por el uso descontrolado de biocidas.
- Recomendar el uso racional de plaguicidas para elevar la producción y productividad agrícolas.

# LISTA DE PARTICIPANTES

## A. DELEGADOS DE LAS FACULTADES DE AGRONOMIA:

### Guatemala

Ing. Salvador Sánchez L.
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Apartado 1545

Ing. Inf. Negli René Gallardo P.
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Apartado 1545

### El Salvador

Ing. Salvador A. León C.
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador
Ciudad Universitaria

Ing. Saúl E. Contretras G.
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador
Ciudad Universitaria

### Honduras

Ing. Marco Antonio Núñez M.
Carrera Ciencias Agrícolas
CURLA
Apartado 89
La Ceiba

### Nicaragua

Ing. Aurelio Llano
Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería (ENAG)
Apartado 473
Managua

Ing. Carlos Morales
Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería ( ENAG)
Apartado 473
Managua

Ing. Alvaro Sequeira D.
Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería ( ENAG)
Apartado 473
Managua

Biol. Ligia Lacayo
Escuela Nacional de Agrícultura y Ganadería ( ENAG)
Apartado 473
Managua

Lic. Maritza Vargas
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua ( UNAN)
León

Dr. Victorio García V. ( Profesor visitante UPR
con sede en la ENAG)
Managua, Nicaragua

Costa Rica

Ing. Gilbert Fuentes G.
Facultad de Agronomía
Universidad de Costa Rica
Ciudad Universitaria " Rodrigo Facio"
San José

Dr. William Ramírez B.
Facultad de Agronomía
Universidad de Costa Rica
Ciudad Universitaria " Rodrigo Facio"
San José

B. CONFERENCISTAS

Dr. Pedro L. Meléndez
Universidad de Puerto Rico ( UPR)
Mayagüez, Puerto Rico

Prof. Jorge R. Toro Rosario
Universidad de Puerto Rico ( UPR)
Mayagüez, Puerto Rico

Dr. Jenaro Maldonado Capriles
Universidad de Puerto Rico ( UPR)
Mayagüez, Puerto Rico

Lic. Mario Dary
Universidad de San Carlos de Guatemala
Guatemala

Dr. José de J. Castro Umaña
Universidad de San Carlos de Guatemala
Guatemala

C. DIRECCION Y COORDINACION

Ing. Marco Tulio Urízar M.
Dirección General del Seminario
IICA-OEA
Apartado 4830
Managua, Nicaragua

Ing. Alvaro Sequeira
Coordinador Local
ENAG
Managua, Nicaragua

PROGRAMA

| | |
|---|---|
| Domingo 12 | Arribo de participantes |
| Lunes 13 | |
| 8:00 - 8:30 | Inauguración |
| 8:30 - 9:30 | Efectos económicos de las plagas y enfermedades de los cultivos.<br>Dr. Jenaro Maldonado Capriles<br>( UPR) |
| 10:00-11:30 | Discusión en mesa redonda del tema anterior. |
| 15:00-16:30 | Naturaleza, toxicidad y acción de los insecticidas. Clasificación.<br>Lic. Mario Dary<br>( USAC) |
| 17:00-18:30 | Discusión (preguntas y respuestas) sobre el tema anterior. |
| Martes 14 | |
| 8:00 - 9:30 | Naturaleza, toxicidad y acción de los fungicidas.<br>Dr. Pedro Meléndez<br>( UPR) |
| 10:00-12:00 | Discusión en grupos pequeños sobre tópicos del tema anterior. |
| 15:00-1630 | Naturaleza, toxicidad y acción de los herbicidas.<br>Prof. Jorge Toro Rosario<br>( UPR-RUM) |
| 17:00-18:00 | Preguntas sobre el tema anterior. |
| Miércoles 15 | |
| 8:00 -9:30 | El uso de agroquímicos y la contaminación del medio.<br>Lic. Mario Dary<br>( USAC) |
| 10:00-12:00 | Aportes de los participantes sobre lo que se hace en los países del área sobre el control de la contaminación del medio. |

| | |
|---|---|
| 15:00-16:30 | Control biológico de insectos.<br>Dr. José de J. Castro<br>( USAC) |
| 17:00-18:00 | Experiencias realizadas en los países sobre el tema anterior.<br>Exposición de los participantes |

Jueves 16

| | |
|---|---|
| 8:00 -9:30 | Control integrado de insectos. Cero económico.<br>Dr. Jenaro Maldonado Capriles<br>(UPR ) |
| 10:00-12:00 | Discusión sobre el tema anterior |
| 15:00-16:30 | Métodos y técnicas de enseñanza de la entomología en las facultades de agronomía de Centroamérica.<br>Dr. José de J. Castro<br>( USAC ) |
| 17:00-18:30 | Intercambio de experiencias sobre el tema anterior. |

Viernes 17

| | |
|---|---|
| 8:00 -9:30 | Métodos y técnicas de enseñanza de la fitopatología en las carreras agrícolas.<br>Dr. Pedro Meléndez<br>( UPR ) |
| 10:00-12:00 | Intercambio de experiencias sobre el tema anterior. |
| 15:00-18:30 | Recomendaciones y acuerdos.<br>Trabajo de grupos y los asesores. |
| 18:00-18:30 | CLAUSURA |

Sábado 18

Regreso de participantes.

# R E C O M E N D A C I O N E S

# Y

# A C U E R D O S

El Seminario Regional sobre Insecticidas, Fungicidas y Herbicidas reunido del 12 al 18 de mayo de 1974 en la ciudad de Managua, Nicaragua, con respecto al uso racional de agroquímicos y a su correcta ubicación ambientalista y económica, emite las consideraciones ,recomendaciones y acuerdo siguientes:

## INVESTIGACION

CONSIDERANDO:

Que la fuente de todo conocimiento científico y técnico es la investigación en todas sus formas, lo que permite enfrentar las situaciones contínuamente mudables y evolutivas del medio ambiente y afrontar las necesidades y demandas de una sociedad en contínuo crecimiento y desarrollo;

CONSIDERANDO:

Que en muchos casos no es posible la implantación directa de tecnologías foráneas al campo agronómico regional, por lo que se precisa efectuar las necesarias investigaciones a nivel local; y

CONSIDERANDO:

Que los científicos y técnicos adecuadamente formados para que posean sólida conciencia nacionalista, ecológica y ética, son los mejor capacitados para determinar las políticas, metodologías y tecnologías más convenientes para aplicar en la región, por tanto,

RECOMIENDA

1. Que los gobiernos, las universidades, los centros de educación agrícola, las instituciones internacionales y gremios profesionales relacionados, den mayor y prioritario impulso a la investigación agronómica, formando equipos multi e interdisciplinarios, para enfocar los problemas desde un punto de vista integral y ambientalista.

2. Que los países del área faciliten e intercambien expertos, para la integración de los equipos de investigación,favoreciéndose en esa forma al reducir los costos resultantes de la importación de personal extranjero que las más de las veces desconocen las características locales.

3. Que los expertos regionales determinen los patrones comúnes a utilizar (parámetros y técnicas), a nivel centroamericano, para la metodología de la evaluación de plagas y enfermedades agrícolas, tanto en el orden epidemiológico como en el económico, publicando este trabajo bajo la forma de un manual didácticamente presentado, para agilizar, simplificar y expeditar su uso generalizado.

4. Que para lograr la elaboración del Manual de Procedimientos de Evaluación de Plagas y Enfermedades Agrícolas, el IICA-Zona Norte tome en consideración la posibilidad de realizar un Seminario Centroamericano con la participación de expertos regionales y extranjeros, profesores universitarios de los países del área y expertos en comunicación.

5. Que el Manual de Procedimientos de Evaluación de Plagas y Enfermedades Agrícolas se revise periódicamente, con base en las experiencias obtenidas, sugiriéndose que se hagan cada dos años.

6. Que los equipos de investigación den atención prioritaria a los problemas siguientes, considerando que en muchos cacos el control de las plagas agrícolas se basa en simples especulaciones y no en bases científicas sólidas:

   a. Hacer listas de plagas y enfermedades agrícolas por país, zona y ecosistema, en orden de prelación respecto de su importancia relativa, para cada uno de los cultivos de valor económico y evaluando los aspectos relativos a la epidemiología, parasitología, ecología y economía;

   b. Evaluar los resultados económicos y los costos reales y sociales (costos para la sociedad) del uso de biocidas (pesticidas, fungicidas, insecticidas, acaricidas,herbicidas, plaguicidas o productos químicos o agroquímicos biocidas), con especial énfasis en los efectos colaterales de contaminación ambiental, y estudiando las posibles consecuencias de su uso en el futuro;

   c. Realizar estudios acerca de la biología de las plagas, de sus predadores y hospederos (la dinámica de sus poblaciones) y medir los daños causados por las mismas, determinando el período vegatativo en que el daño es más severo, y acerca de las posibilidades de control natural;

d. Estudiar cuidadosamente las variedades de plantas resistentes a las plagas;

e. Revisar periódicamente los índices de infestación, ya que éstos varían contínuamente en el tiempo y en el espacio; y

f. Efectuar estudios específicos acerca del control integrado de plagas, sus métodos y técnicas, ventajas y desventajas.

## EDUCACION Y EXTENSION

Considerando:

Que la única forma de lograr un mejoramiento efectivo de las prácticas agronómicas que impliquen el uso de biocidas, es la creación de una conciencia ecológica colectiva, de un mayor efecto en la educación sistemática y asistemática en todos los niveles y la difusión e intercambio de conocimientos y experiencias, por tanto,

RECOMIENDA:

1. La realización de amplios programas de educación popular acerca de los riesgos que conlleva el uso de agroquímicos;

2. Que en los programas de extensión agrícola no se ponga excesivo énfasis en el uso de biocidas como solución única al problema de plagas;

3. Que las universidades y centros de educación agrícola de todos los niveles, traten de superar la calidad de sus cursos de ecología y de uso y empleo de biocidas, dándoles un enfoque integral y ambientalista;

4. Que los manuales de información de los Ministerios de Agricultura concedan atención prioritaria a las consecuencias del uso de biocidas.

5. Difundir los resultados de las investigaciones agrícolas mediante entidades de extención agrícola, con el objeto de mejorar y modificar paulatinamente las prácticas en uso.

## LEGISLACION

Considerando:

Que es indispensable legislar correctamente acerca de la calidad, manipulación, transporte, formulación y todas las actividades conexas con el uso de biocidas, para garantía del agricultor, seguridad de la clase obrera y protección pública y del ambiente, por tanto,

RECOMIENDA:

1. Que el IICA-Zona Norte promueva el establecimiento en los paises del área de un cuerpo jurídico, legal y normativo, lógico y evolutivo, de implicación regional, relativo al uso de biocidas.

2. Que la orientación de esta jurisprudencia tenga un enfoque ambientalista.

3. Que el IICA-Zona Norte, con la participación de delegados de los gobiernos de la región,realice un Seminario específico que dicte las normas básicas en las cuales se fundamente científica y técnicamente el cuerpo legal propuesto.

4. Que los gobiernos de la región legislen, asimismo, acerca de:

   a. Lista de biocidas legalmente permitidos para ser usados en la región.

   b. Normas acerca de la calidad y formulaciones permitidas, creando el mecanismo de vigilancia y supervisión adecuado.

   c. Que la aplicación de biocidas cuente con la aprobación de un delegado experto del gobierno, aún cuando el minifundio dificulte esta práctica, lo que debe llevar la reconsideración de la planificación y zonificación agricola.

   d. Por razón de la contaminación ambiental, los gobiernos deben crear las entidades de salud pública, en el campo bromatológico, que estudian y determinen, para garantía del consumidor, las contaminaciones y/o niveles de contaminación, de los alimentos que se ponen a su disposición.

5. Que se establezca un impuesto específico sobre biocidas, para que constituido en fondo privativo se utilice únicamente para financiar programas de investigación y estudiar

el uso de los mismos productos químicos biocidas.

6. Que los Ministerios de Agricultura estudien la zonificación de cultivos en forma rotatoria, es decir, que se determinen las áreas que se dedicarán a cultivos específicos por un tiempo determinado y qué cultivos deberán rotarse a continuación.

7. Que la zonificación de cultivos se extienda a un tipo de zonificación ecológica para optimizar el uso de la tierra y sus recursos.

# INFORMACION

Considerando:

Que es indispensable el intercambio de información y la existencia de un Centro de Referencia Específico, por tanto,

RECOMIENDA:

1. Que se agilice y fomente la difusión de información, a través de un organismo especializado como lo es el Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola del IICA ( IICA-CIDIA), con sede en Costa Rica.

2. Que los investigadores envíen copias de sus trabajos al IICA-CIDIA.

## TOXICOLOGIA

Considerando:

Que el uso de biocidas, por causa de la toxicidad de muchos de ellos, entraña riesgos directos e indirectos para la salud y vida de los humanos y de los animales,de valor ecomómico, por tanto,

RECOMIENDA:

1. Racionalizar el uso de biocidas a los justos límites que requiera un adecuado control integrado de plagas agrícolas.

2. Que los gobiernos estudien la posibilidad de prohibir el uso de algunos biocidas.

3. Que los gobiernos, a través de los servicios técnicos agrícolas determinen los niveles de infestación, naturaleza de las plagas y enfermedades y medios de combate por emplear, para evitar que tan delicadas recomendaciones sean hechas por comerciantes ignorantes e inescrupulosos.

4. Que los institutos de seguridad social exijan el cumplimiento de las medidas precautorias y de protección, concernientes al uso, disposición y aplicación de biocidas y provean los medios de diagnóstico preventivo, particularmente el estudio constante de la tasa de colinesterasa sanguínea en los trabajadores que se relacionan con el uso de biocidas.

5. Que los servicios de salud pongan especial atención a los problemas relativos a la contaminación alimenticia.

6. Que los Ministerios de Economía, Salud Pública y Agricultura proporcionen los medios para estudiar los residuos de insecticidas en ganado vacuno, otros vertebrados de valor económico y los concentrados existentes en el mercado . Asimismo, para los recursos hídricos como pescado y camarón.

7. Que los Ministerios de Salud Pública ejerzan vigilancia efectiva sobre el comercio de biocidas de uso doméstico.

TEXTOS

Considerando:

Que una excelente posibilidad de dotar de libros de texto de alta calidad, con énfasis en ejemplos y casos regionales, es la oportunidad que ofrece el CIDIA a los profesores del área, a través de su programa de edición de libros de texto, por tanto,

ACUERDA:

1. Que en base a lo dispuesto por los participantes, se escribirá, como un primer ensayo, por parte de los profesores de entomología de los institutos docentes de la región, en forma colegiada, un texto de Entomología para Centroamérica, aprovechando en lo posible a los especialistas en distintos grupos de insectos para escribir los capítulos correspondientes.

2. Que para coordinar el referido trabajo, se nombra, y así lo aceptó al Ing. Gilbert Fuentes , (Ms.) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica.

Managua, Nicaragua, Mayo de 1974.

# TRABAJOS PRESENTADOS

# EFECTOS ECONOMICOS DE LAS PLAGAS

J. Maldonado C. *

Sabemos que miles de especies de insectos son capaces de hacer daño a las plantas en el área del mundo ocupadas por el hombre y otros animales de sangre caliente. Cada especie, sin embargo, está limitada a aquellas áreas que les provée alimentos dentro de parámetros determinados por factores biológicos y físicos.

Se estima que en los Estados Unidos de Norteamérica hay entre 150 y 200 especies o complejo de especies que regularmente, causan daño a los productos agrícolas y agropecuarios. Ocacionalmente unas 400 o 500 especies pueden causar daños importantes y se calculan que otras 6,000 pueden, en circunstancias especiales, causar daño pero nunca de gran importancia. Debemos preguntarnos si tenemos cifras parecidas a estas para los diferentes países de Centro América.

En los Estados Unidos de Norteamérica se pueden conseguir cifras aproximadas sobre el costo del combate y las pérdidas causadas por insectos a las principales cosechas y productos agrícolas. El uso de las palabras aproximadas y principales sugiere lo incompleto de las cifras.

La pérdida y el costo del control entre 1951 y 1961 se estima en $ 6.8 billones. Algunos estimados por cosecha son:

| | |
|---|---|
| Alfalfa | 15%, |
| Maíz el | 12%, |
| Manzanas | 13%, |
| Algogón | 19%, |
| Naranjas | 6%, |
| Arroz | 4%, |
| Soya | 3%. |

Pérdidas durante el almacenamiento del maíz 5.5% y trigo 3%.

Hoy día, con el delicado balance económico de las operaciones en gran escala, variaciones entre un 5 y un 10% significa la diferencia entre beneficios y pérdidas económicas.

En cifras aproximadas podemos señalar que los insectos destruyen el 30% de la producción agrícola mundial.

---

* Ph.D. Profesor de la Universidad de Puerto Rico.

Calcular el costo de los daños causados por insectos no es una simple resta de insecticidas, mano de obra, costos misceláneos del valor de la cosecha. Hay factores multiples como aquellos del valor de la tierra, problemas laborales, capital envuelto en la operación total, la administración y manejo de las operaciones, etc. Estos detalles traen a consideración factores microeconómicos, macroeconómicos, etc., que van a afectar nuestros cálculos. Otro factor muy dificil de estimar y que va cobrando mayor y mayor importancia en todos lados, es el impacto de las operaciones de control sobre el ambiente. Esta es una cuenta que simplemente tenemos que pagar.

La intención de mis breves palabras no es otra que, además de la pregunta sobre si realmente sabemos cuales son nuestras plagas importantes, señalarles que hay una larga serie de "costos escondidos" que hace dificil calcular el costo real del daño causado por insectos y plagas. El costo del daño ecológico es uno que no debemos ni podemos seguir despreciando.

# TOXICIDAD DE LOS INSECTICIDAS.

Lic. Mario Dary *

Contenido:



---

* Director de la Escuela de Biología
de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## 1. Introducción:

Cualquier substancia puede ser tóxica, si se absorbe en cantidades excesivas.

Definir qué es un tóxico no es tarea fácil. Convencionalmente se acepta que una substancia es tóxica cuando su ingestión o contacto puede provocar efectos indeseables en la salud del individuo, o reacciones irreversibles cuya consecuencia son lesiones celulares o tisulares que, eventualmente, pueden provocar la enfermedad o la muerte.

Según Starkenstein , los venenos son substancias que, por causa de sus propiedades físicas o físico-químicas, alteran las funciones orgánicas, una vez han penetrado al organismo.

De conformidad con Stang, Wirth y Starkenstein, se consideran venenos a todas aquellas substancias químicas hacia las cuales el organismo presenta reacciones mórbidas, que tales substancias posean una acción tóxica intríaseca, o bien que la adquieran por causa de su asociación o de sus incompatibilidades, ya sea por su transformación, por su concentración por vía de su introducción ( la inyección de agua en las venas, por ejemplo) o por causa de su origen (sueros heterólogos y reacciones inmunotóxicas,) por ejemplo.

El desarrollo de numerosas substancias destinadas a la protección de las plantas y animales de valor económico, de las plagas, pestes y ~~enfermedades que los afectan,~~ abrió un importante capítulo en la toxicología- la ciencia que estudia los venenos o tóxicos-, habida cuenta que muchas de las referidas substancias poseen propiedades tóxicas. Estas substancias son los biocidas, plaguicidas o pesticidas.

Según el organismo al cual va dirigida específicamente su acción se les conoce con nombres diversos, tales como: insecticidas, fungicidas, acaricidas, herbicidas, rodenticidas, etc.

En estas notas se hará somera referencia a los insecticidas, aún cuando se darán nociones generales aplicables a cualquier tóxico.

## 2. Tipos de intoxicación:

De conformidad con Calabrese y Astolfi(2), debemos distinguir varios tipos de intoxicación, es decir, de formas cómo un tóxico determinado puede llegar al humano. Desde luego, la clasificación que se da, puede incluir un caso determinado en dos o más categorías.

### 2.1. Intoxicaciones accidentales:

Caben aquí numerosas posibilidades y, a veces, lo insólito es frecuentemente lo corriente. El panorama es muy amplio y admite todas las posibilidades. Hay, sin embargo, un factor común y éste es la penetración desintencionada del tóxico.

### 2.2. Intoxicaciones iatrogénicas:

Responden a errores en el uso de fármacos; son frecuentes la equivocación, la sobredosis, la cronicidad por administración prolongada y la susceptibilidad individual o idiosincracia.

### 2.3. Intoxicaciones profesionales:

El uso de substancias tóxicas como parte de la rutina del trabajo, y la prolongada exposición a las mismas, son la causa de las intoxicaciones profesionales. Los descuidos y el uso contínuo de tales productos, son las dos principales causas de intoxicación.

### 2.4. Intoxicaciones endémicas:

Son las causadas por productos naturales, o de gran difunsión a grandes grupos humanos. Las aguas procedentes de subsuelos ricos en cobre o arsénico, son dos ejemplos. El uso de determinados "colorantes" o"conservadores" alimentarios, constituyen otro.

### 2.5. Intoxicaciones suicidas:

Las tentativas de suicidio (T.S.) por ingestión de tóxicos presentan una alarmante tendencia, difundida por motivos socioeconómicos y de patología mental.

2.6. Intoxicaciones homicidas:

En la época actual, el comercio ha puesto en manos de la población productos cada vez más activos y peligrosos, lo que sumado a la propaganda comercial auxiliada por efectivos medios audiovisuales, que constituyen una experta docencia, ha multiplicado las oportunidades del uso avieso de tóxicos.

2.7. Intoxicaciones sociales:

Básicamente provocadas por el uso generalizado de fármacos como los anticonceptivos, tranquilizantes, barbitúricos y otros, y por substancias relacionadas con el campo bromatológico.

2.8. Intoxicaciones genéticas:

Responden a envenamientos que ocurren en personas y grupos étnicos, por fallas genéticas en sus mecanismos enzimáticos, o por alteración tóxica de su genoma por mutación ( substancias mutagénicas). Un ejemplo del primer caso es la aparición de anemia drepanocítica subsecuente a la administración de 8-aminoquinolinas (primaquina) como antimalárico en personas deficientes en glucosa-6- fosfato deshidrogenosa.

2.9. Intoxicaciones rurales:

Constituyen un problema de toxicología sanitaria pues abarcan extensas zonas en las cuales se usan agroquímicos, como los pesticidas.

2.10. Intoxicaciones ambientales:

El desarrollo de la tecnología y el crecimiento de la población humana, cuya densidad se incrementa, han puesto en discusión y actualidad el problema de la contaminación ambiental. Los plaguicidas llegan al hombre por las rutas más sutiles. Se sabe hoy que el DDT, en forma de residuos existe ya en toda la superficie del globo terrestre. Que cada ser humano ingiere diariamente, en promedio, alrededor de 0.0026 mgs. de DDT. y que las madres lactantes de las regiones de agricultura industrial, como el algodón, eliminan con las grasas de la leche, cantidades sensibles de hidrocarburos clorados.

## 3. Clasificación de los venenos.

Hay propuestas numerosas clasificaciones, aunque ninguna es de aceptación general. Son comunes las clasificaciones basadas en:

3.1. Los efectos del tóxico en el organismo:

3.1.1. Provocan la muerte por anoxia:

3.1.1.1. Porque se combinan con la hemoglobina (cloratos, cromatos, nitritos, monóxido de carbono, anilinas, nitrobenzenos, etc.)

3.1.1.2. Porque inhiben las enzimas respiratorias celulares ( cianuros), y

3.1.1.3. Por destruccción celular (substancias radiactivas).

3.1.2 Venenos corrosivos, en los cuales la acción irritante se ejerce a nivel de las superficies de contacto o de los órganos de excreción; este grupo comprende:

3.1.2.1. Gases irritantes,

3.1.2.2. Alcalis cáusticos,

3.1.2.3. Acidos crrosivos, orgánicos e inorgánicos, y

3.1.2.4 Solventes orgánicos.

3.1.3. Métales pesados: su efecto irritante local es menos importante que su acción generalizada, después de su absorción

3.1.4. Venenos protoplasmáticos y parenquimatosos: Son tóxicos que, despues de su absorción por las células y los capilares, provocan los síntomas tóxicos, aunque algunos pueden ser irritantes locales; y

3.1.5. Venenos de acción selectiva sobre el sistema nervioso: Entran en esta categoría los anestésicos y los hipnóticos, al igual que los narcóticos, el alcohol y algunos glucósidos y alcaloides.

3.2. La naturaleza física o química de los venenos:

3.2.1. Venenos inorgánicos: Metales, metaloides, compuestos metálicos o metaloides, ácidos y álcalis minerales;

3.2.2. Venenos orgánicos: higrocarburos y sus derivados halogenados, alcholes y fenoles, ácidos orgánicos y sus ésteres;

3.2.3. Alcaloides; y

3.2.4. Substancis orgánicas de naturaleza no alcaloidea: glucósidos, compuestos cianogenésicos, saponinas, fitoxinas, etc.

3.3. Según el origen de los venenos:

3.3.1. De origen animal,

3.3.2. de origen vegetal, y

3.3.3. de origen mineral.

3.4. Según la naturaleza y forma del análisis toxicológico:
3.4.1. Gaseosos o volatiles;
3.4.2. de origen mineral; y
3.4.3. venenos vegetales y orgánicos.

4. Cuantificación y apreciación de la acción tóxica de los venos.

Con la finalidad de determinar la peligrosidad de los venenos, se utilizan medidas que puedan servir como indicadoras o puntos de referencia. La forma más sencilla de expresar la toxicidad de una substancia es por medio de la "dosis letal 50" o"DL.50". Este valor es una estimación estadística de la dosis necesaria para matar al 50% de una población de una especie determinada, bajo condiciones estándar previamente establecidas ( por ejemplo: dosis oral única en solución acuosa, dosis repetidas por contacto dérmico, etc.) Se deberá poner especial atención en la interpretación de los valores de las DL 50.

En primer lugar, la peligrosidad de un compuesto depende más de la forma cómo se use, que cuan venenoso sea. En se-

gundo lugar, deberá tenerse presente que la toxicidad presenta amplias variaciones de grado, de conformidad a la especie de que se trate, de la edad, del sexo, estado nutricional, condición fisiológica, formulación del tóxico, idiosincracia, ruta de penetración, etc. Por supuesto, las DL 50 solamente se dan para animales de experimentación y sólo se podrán aplicar, con las necesarias reservas, al hombre.

En tercer lugar, el valor de las DL 50, es estadístico y, por si mismo, no da información acerca de la dosis que puede ser fatal para un sólo individuo, o para una pequeña fracción, de la población de un gran grupo de animales. Por tales razones, aunque es posible determinar las DL 5 o DL 95, o cualquier valor extremo que se desée, ellos son, por razones estadísticas, menos precisos que las correspondientes DL 50, y por supuesto, más difíciles de aplicar al hombre.

En el caso de aplicación de insecticidas residuales en depósito, tal como sucede con una pared rociada con DDT para el control de malaria, o con rociamientos agrícolas, se emplea la "concentración letal 50" o " CL 50", para los insectos afectados.

Cuantificación de la acción tóxica de los insecticidas:

| | |
|---|---|
| DL 50 (dosis letal-50) | Dosis del insecticida que, de acuerdo a condiciones estándar de formulación y administración, mata al 50% de los animales de experimentación. Se expresa en peso sobre peso. |
| CL 50: (Concentración letal-50) | Concentración de insecticida (en depósito, líquido, etc.) capaz de matar al 50% de los animales de experimentación. En los insecticidas en depósito (residuales), la CL 50 se tomara un tiempo determinado de exposición. Se expresa en peso sobre superficie. |
| DM : (Dosis mortal) | Expresa la "dosis mortal" para el 100% de los animales de experimentación, expresada en peso sobre peso. No se usa más esta medida, por causa de las variaciones individuales. |

La DL 50 varía de conformidad con la ruta de penetración: oral, dérmica, etc.

DL 50 oral y dérmica de algunos insecticidas organo fosforados. Para la rata blanca, macho y hembra, expresada en miligramos/kilo

| Insecticida | DL 50 oral | | DL 50 dérmica | |
|---|---|---|---|---|
| | Machos | Hembras | Machos | Hembras |
| Carbofenotión | 30 | 10 | 54 | 27 |
| Clortión | 880 | 980 | 4,500 * | 4,100 |
| Co Ral | 41 | 15.5 | 860 | -- |
| DDVP | 80 | 56 | 107 | 75 |
| Delnav | 43 | 23 | 235 | 63 |
| Demetón | 6.2 | 2.5 | 14 | 8.2 |
| Diazinón | 108 | 76 | 900 | 455 |
| Dicaftón | 400 | 330 | 790 | 1,250 |
| Dimetoato | 215 | --- | 400 | ---- |
| Di-sistón | 6.8 | 2.3 | 15 | 6 |
| EPN | 36 | 7.7 | 230 | 25 |
| Etión | 65 | 27 | 245 | 62 |
| Fentión | 215 | 245 | 330 | 330 |
| Gutión | 13 | 11 | 220 | 220 |
| Malatión | 1,375 | 1,000 | 4,444* | 4,444* |
| Metil-paratión | 14 | 24 | 67 | 67 |
| Metil-tritión | 98 | 120 | 215 | 190 |
| NPD | ----- | ----- | 2,100 | 1,800 |
| Paratión | 13 | 3.6 | 21 | 6.8 |
| Forato | 2.3 | 1.1 | 6.2 | 2.5 |
| Fosdrín | 6.1 | 3.7 | 4.7 | 4.2 |
| Fosfamidón | 23.5 | 23.5 | 143 | 107 |
| Ronnel | 1,250 | 2,630 | ----- | ----- |
| Schadan | 9.1 | 42 | 15 | 44 |
| Tepp | 1.5 | ----- | 2.4 | ----- |
| Triclorofón | 630 | 560 | 2,000* | 2,000* |

Modificada de Hayes, W.J. (1,964) (pg. 13) (3)

* Aproximado.

Apreciacion de la toxicidad de algunos insecticidas organofosforados.

Muy tóxicos: ( DL 50 hasta 100 mg/kilo)

| | | |
|---|---|---|
| Carbofenotión | Di-sistón | Paratión |
| Co-Ral | EPN | Forato |
| DDVP | Etión | Fosdrín |
| Delnav | Gutión | Fosfamidón |
| Demetón | Metil-paratión | Schradán |
| | | TEPP. |

Moderadamente tóxicos: ( DL 50 hasta 1,000 mgs/kilo).

| | |
|---|---|
| Clortión | Metil-tritión |
| Diazinón | Triclorofón |
| Dicaftón | NPD |
| Dimetoato | |
| Fentión | |

Poco tóxicos: ( DL 50 superior a 1,000mgs./kilo).

Malatión
Ronnel

DL 50 oral y dérmica de algunos insecticidas hidrocarburos clorados, para la rata blanca, macho y hembra, en miligramos/kilo.

| Insecticida | DL 50 oral | | DL 50 dérmica | |
|---|---|---|---|---|
| | Macho | Hembra | Macho | Hembra |
| Aldrín | 39 | 60 | 98 | 98 |
| Clordano | 335 | 430 | 840 | 690 |
| Clorobenzilato | 1,040 | 1,220 | ---- | ---- |
| DDA (a) | 740 | 600 | ---- | ---- |
| DDE (a) | 880 | 1,240 | ---- | ---- |
| DDT | 113 | 118 | ---- | 2,510 |
| Dieldrín | 46 | 46 | 90 | 60 |
| Dilán | ---- | ---- | 6,900 | 5,900 |
| Endrín | 17.8 | 7.5 | ---- | 15 |
| Heptaclor | 100 | 162 | 195 | 250 |
| Isodrín | 15.5 | 7.0 | 35 | 23 |
| Reltane | 1,100 | 1,000 | 1,230 | 1,000 |
| Lindano | 88 | 91 | 1,000 | 900 |
| Metoxiclor (b) | (6,000 | ---- | ---- | 6,000* |
| Pertane | 4,000* | 4,000* | ---- | ---- |
| TDE (DDD) (b) | (3,400) | ---- | ---- | ---- |
| Tiodán | 43 | 18 | 130 | 74 |
| Toxafeno | 90 | 80 | 1,075 | 780 |

Notas: a) catabolitos del DDT.
b) Sexo no especificado.

De: Hayes, W.J. (1,964) (pg. 48). (3)

* Aproximado.

Apreciación de la toxicidad de algunos insecticidas, hidrocarburos clorados.

Muy tóxicos: ( DL 50 oral hasta 100 mgs./ kilo).

Aldrín
Dieldrín
Endrín
Heptaclor
Isodrín
Lindano
Tiodán
Toxafeno

Moderadamente tóxicos: ( DL 50 oral hasta 1,000 mgs/kilo).

DDA
DDE
DDT

Poco tóxicos: ( DL 50 oral superior a 1,000 mgs./kilo).

Clorobenzilato
Keltane
Metoxiclor
Pertane
TDE ( DDD)

5. Las intoxicaciones por insecticidas.

Por causa de su enorme difusión, los insecticidas presentan un panorama toxicológico cada día más importante. Las intoxicaciones agudas causadas por estos productos afectan, en casos accidentales a las personas, ya sea porque los ingieran, los inhalen o se pongan en contacto cútaneo con ellos. Son numerosos los casos de suicidios y homicidios, por medio de estos insecticidas; son aún más frecuentes los casos de intoxicaciones en los obreros que los aplican, transportan, preparan o manipulan. La intoxicación crónica presupone riesgos profesionales y contaminación ambiental, con alcances para toda la humanidad; se sabe, por ejemplo, es que los humanos contienen de 1 a 7 partes por millón, de DDT, en sus tejidos grasos.

De consiguiente, es preciso distinguir, en primera instancia, el riesgo directo de empleo de insecticidas para quienes trabajan con ellos o entran en relación accidental con los mismos, de aquellos riesgos que significan para la población en general, como resultado de la contaminación del

ambiente. Sin embargo, se considera que sin el uso de los plaguicidas, las cosechas de productos alimenticios mermaría en un 50%. Desde luego, esta aseveración debe tomarse con la reserva del caso ( 2: pg. 221).

La complejidad de los diversos tipos de insecticidas y de sus formulaciones y nombres, plantea graves problemas a quienes deben encarar clínicamente sus consecuencias patógenas, es decir, a clínicos, sanitaristas y toxicólogos. Esta situación obliga a considerar los problemas siguientes:

5.1. Conocimiento de los componentes de la formulación comercial;

5.2. manifestaciones clínico-patológicas;

5.3. diagnóstico diferencial con otras afecciones no tóxicas;

5.4. datos de laboratorio para comprobar la presunción diagnóstica;

5.5. conocimiento fisiopatológico y enzinológico de la acción de cada insecticida;

5.6. tratamiento específico; y

5.7. prevención de las intoxicaciones y educación sanitaria, acorde con la comunidad específica.

A lo dicho deberá sumarse la circunstancia de que los insecticidas, para su empleo, se formulan con otras substancias disolventes, surfactantes, suspensivas, adhesivas, sinergistas, emulsificantes, detergentes, etc., algunas de las cuales adicionan al compuesto otros factores tóxicos. Eventualmente el problema se complica por cuanto se formulan mezclas de insecticidas. Sin embargo, en casos de coexistir tóxicos de distintos grupos, el médico dará prioridad, en caso de intoxicación, al tóxico que se reputa como más nocivo.

Se dice que dos o más substancias son sinergistas, tienen acción sinérgica o potencializan su acción, cuando su asociación da por resultado un incremento de su toxicidad o un aumento en la sensibilidad del receptor.

A continuación se proporcionan los síntomas y características más generales de las intoxicaciones causadas por dos de los grupos principales de insecticidas: organofosforados e hidrocarburos clorados.

6. Intoxicaciones por insecticidas organosfosforados.

En este grupo se comprenden algunas substancias de alta toxidad ( ver cuadro respectivo en el numeral 4). En forma contrastante, hay algunos que presentan toxicidad muy baja, el malatión, por ejemplo.

Estos insecticidas penetran por todas las vías: oral, respiratoria y tegumentaria. La rapidez en la aparición de los primeros síntomas depende de la cantidad absorbida y de la via de absorción; presenta el mayor riesgo la inhalación.

Por causa de su alta toxicidad, son raros los casos crónicos y, la mayoría, son casos agúdos.

El paratión no es tóxico por si mismo,sino que lo son sus productos metabólicos,es decir hasta que se transforma en Paraoxón, a nivel del hígado. Resulta paradójico que las personas que padecen de alguna disfunción hepática, se vean menos expuestas que aquellas que tienen a ese órgano en buenas condiciones funcionales.
Los tóxicos organofosforados actúan básicamente por inhibición de la colinesterasa; esta enzima hidroliza a la acétil colina en colina y acetato; su deficiencia se traduce en aumento de la acetilcolina con aparición de síndrome parasimpaticomimético.

El contenido de colinesterasa de los diferentes tejidos no se afecta en la misma forma en el humano, o animal, intoxicado; es tan importante como el grado de inhibición de la colinesterasa, la tasa a la cual ocurre. Una absorción súbita puede presentar un cuadro dramático de intoxicación agúda, pero que no es fatal. Una absorción continúa de pequeñas dosis puede, en cambio, ser fatal. Sin embargo, la colinesterasa sanguínea del hombre y de los animales puede deprimirse gradualmente hasta niveles muy bajos sin que se presenten síntomas graves.

Este grupo de tóxicos actúa, además, directamente sobre el sistema nervioso central y sobre las placas neuromusculares, configurado un cuadro clínico triple:

a) Síndrome colinérgico, muscarínico o parasimpaticomimético: Miosis, visión borrosa en un principio, sialorrea, sudoración profusa, lagrimeo, bronquioespasmo con aumento de secreciones bronquiales, vómitos, cólicos, diarreas, tenesmo, disuria, tos, constricción toráxica, disnea, fallo respiratorio y cianósis.

b) Síndrome neurológico: Ansiedad, ataxia,confusión mental, convulsiones, colapso, coma y depresión de los centros cardiorrespiratorios.

c) Síndrome nicotínico:Fasciculación muscular,calambres, mialgias e hipertensión arterial pasajera.

El diagnóstico presuntivo puede derivarse de la observación de síntomas asociados: Miosis,bradicardia y sialorrea, determinantes del cuadro parasimpático. La presencia de compuestos fosforados en la orina, lo mismo que un marcado descenso en la colinesterasa sanguínea ( por debajo del 30% del valor normal), constituye un diagnóstico confirmatorio.

Subsecuentemente a una intoxicación no fatal, la colinesterasa se mantiene baja en la sangre y el restablecimiento del valor normal es lento; por tal razón es peligrosa una segunda exposición al tóxico. Asimismo, se considera útil y necesaria la observación y determinación periódica del nivel de colinesterasa sanguínea en los obreros y personas expuestas a la acción de los insecticidas organofosforados, ya que un descenso en la colinesterasa sanguínea indicará la necesidad de separarlos del contacto del tóxico, antes de que se desencadenen los síntomas.

Otros hallázgos de laboratorio, en estas intoxicaciones son:

Acetonuria, leucocitosis, glicósuria y albuminuria moderada.

Tratamiento:

Dependiendo de la severidad de la intoxicación, el tratamiento a seguir es el siguiente:

a) Respiración artificial: Por medios mecánicos, de preferencia.

b) Inyección de sulfato de atropina o compuesto similar: 1 a 4 miligramos endovenosos, cada vez que aparezca cianósis; o se repite cada 5 a 20 minutos hasta que aparezcan signos de atropinización ( piel seca y taquicardia

tan alta como 140 pulsaciones por minuto).

c) Inyección de diparcol, para-atropina: Intramuscular o o endovenosa.

d) Inyección de "contratión" ( nombre comercial del metilsulfato de metil-hidróxi-imino-metil-2-piperidina), antídoto que permite restablecer el nivel de colinesterasa sanguínea. Otros productos similares son: P.A.M. (Bayer), 2-PAM ioduro o ioduro de pralidoxima ( metiayoduro de 2-piridina aldoxima, 2-PAM cloruro o pralidoxima (metiocloruro de 2- piridina aldoxima, P2S (metanosulfonato de 2- piridina aldoxima, DAM (diacetil monoxima), TMB-4 (1,1-trimetileno-bis-(4-formil-bromuro de piridinio)-dioxima), Proto-Pan (Campbell).

e) Descontaminación: De piel, estómago y ojos .

f) Tratamiento sintomático.

Relaciones estructurales y toxicidad comparada de algunos insecticidas organofosforados.

Ver cuadro siguiente.

7. Intoxicaciones por insecticidas hidrocarburos clorados.

Las intoxicaciones agúdas por insecticidas hidrocarburos clorados, son menos dramáticas que las causadas por los organofosforados; en cambio, tienen mucho mayor poder residual y acumulativo y causan problemas crónicos.

El DDT ejemplifica por su acción tóxica, los principales modos de acción del grupo. Todos estos insecticidas son solubles en las grasas, lo que permite explicar sus particularidades fisiopatológicas; se comprende su acción sobre el hígado y el sistema nervioso central; posteriormente se acumula en en el tejido adiposo, en donde quedará incólume. En personas que sufren bajas súbitas de peso ( regímenes de adelgazamiento, gripe, etc.), pueden sobrevenir accidentes por la gran tasa de insecticida liberada al medio interno, proveniente de la lipólisis. La DM se estima superior a los 150 mgs./kilo, es decir que es mucho menos peligroso que la mayoría de los organofosforados.

**Relaciones estructurales y toxicidad comparada de algunos insecticidas organofosforados.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Prototipo | Acido Fosfórico | Acido tiofosfórico | Acido di-tiofosfórico |
| Muy tóxicos $DL_{50}$ en la rata (oral) de 1 a 50 mgs/kilo | TEPP | Paratión | Timet-forato |
| | Fosdrón | Metil-paratión | Tritión |
| | Pirazoxón | Demetón | Nitolato |
| | | EPN. | Gutlón |
| Moderadamente tóxicos: $DL_{50}$ en la rata (oral) de 50 a 500 mgs/kilo | DDVP | Diazinón | |
| Ligeramente tóxicos: $DL_{50}$ en la rata (oral) de 500 o más mgs/kilo | Dipterex | Dicaftón | Malatión |
| | | Ronnel | Fostex |

Después de media a dos horas de la ingestión, se observan síntomas neurológicos, caracterizados por parestesia de la lengua y labios, y a veces de las extremidades. Pueden ocurrir vómitos por irritación gástrica; posteriormente sobre vienen trastornos de equilibrio, intranquilidad, desasosiego y, finalmente convulsiones y coma. Hay cefalea, malestar general y fatiga. Eventualmente se presenta diarrea. Excepto en las intoxicaciones muy severas, las pupilas reaccionan normalmente a la luz. La sensibilidad y el dolor a la presión son exagerados en las áreas en las cuales el paciente presente parestesia, eventualmente hay pérdida de la sensibilidad en los dedos de ambas extremidades. El pulso es irregular o anormalmente lento (45/60 por minuto), en las intoxicaciones graves.

La vía de entrada reviste interes especial, ya que de acuerdo a ella se presentan síntomas particulares: tos, edema del pulmón, dermatitis, conjuntivitis y otros.

Los hallázgos de laboratorio son básicamente los catabolitos del DDT en la orina: DDA ( ácido bis-p-clorofenil acético).

Tratamiento:

I. Descontaminación: Baño o lavados, lavado gástrico. Administrar dosis catártica de un laxante salino, de preferencia sulfato de sodio ( jamás un purgante oleoso, por razones obvias).

II. Tratamiento sintomático. Administración de sales cálcicas; barbitúricos si es necesario.

8. Prevención de las intoxicaciones por insecticidas.

Tomando en consideración que los insecticidas son substancias de mayor o menor toxicidad para el humano, se deberán tomar medidas adecuadas para proteger a las personas que trabajan directamente con ellos, medidas de protección ambiental que prevengan las intoxicaciones indirectas, y los medios para asistir rápida y eficazmente a los casos de intoxicación que se presenten.

Las medidas precautorias deben referirse a la fabricación, formulación, transporte, almacenaje y tecnología de la aplicación de los insecticidas.

Desde luego, cada insecticida y cada metodología de aplicación siguen normas particulares que sería prólijo describir. Sin embargo, es conveniente indicar algunas normas generales.

a) Envasado, transporte y almacenamiento: Se deberá envasar en recipientes adecuados y que no permitan su fácil ruptura o la fuga fácil del contenido; cada envase deberá estar adecuadamente etiquetado, con las mínimas indicaciones siguientes:

I. Nombre comercial y nombre o composición química del o los constituyentes activos.

II. formulación, con detalle de sus componentes;

III. cantidad del contenido;

IV. indicación de que se trata de un producto tóxico, en este caso se leerá en la etiqueta "VENENO", o tendrá la calabera con las tibias cruzadas que simboliza internacionalmente a los tóxicos;

V. tendrá las precauciones que deben tomarse para su uso e indicaciones claras acerca de las dosis por emplear;

VI. se proporcionarán las medidas para primeros auxilios en caso de intoxicación; y

VII. habrá indicación del nombre del fabricante y del distribuidor.

Se dá por sentado que el idioma empleado en las etiquetas será el del país que lo emplée.

Para el transporte de insecticidas se tomarán las precauciones del caso para evitar la rotura de los envases o daño a las etiquetas, y estos se estibarán lejos de alimentos y otras susbstancias que pudieran contaminarse.

El almacenaje deberá hacerse en sitios adecuados y lejos del alcance de personas no relacionadas con su uso.

Jamás se guardarán o conservarán insecticidas sin etiqueta pertinente.

b) Empleo de los insecticidas: Se hará únicamente por personas adecuadamente adiestradas para su uso; la aplicación profesional de insecticidas requiere el uso de equipo es-

pecial de protección, acorde con la naturaleza del producto y la técnica por emplear.

Las soluciones, emulsiones y suspensiones se deberán preparar en lugares ventilados, usando guantes, ropa de trabajo y mascarilla, según el caso, evitanto contaminarse con los líquidos.

Durante la aplicación evitar los vientos contrarios, para evitar contaminarse. Alejar a niños, personas y animales de los sitios bajo rociamiento.

Una vez hechas las aplicaciones lavar cuidadosamente el equipo y eliminar los envases para evitar su uso posterior, para ello se destruirán o enterrarán.

Finalmente, el operador procederá a bañarse y a su aseo personal, usando después ropa limpia.

c) Tiempo de uso: Los plaguicidas nunca se aplicarán en épocas tan cercanas a la cosecha, que los productos puedan aún contener residuos de plaguicidas.

d) Programas de educación sanitaria: Nunca se insistirá suficientemente en la difusión de conocimientos y educación sistemática en lo relativo al uso de pesticidas.

f) Eficaces medios de asistencia: La aplicación profesional de insecticidas implica la necesidad de contar con los recursos humanos y materiales para salvar las situaciones tóxicas. Es evidente la conveniencia de adiestrar al personal en técnicas de primeros auxilios, de proveer el equipo y medicamentos adecuados y de contar con los medios de diagnóstico precoz y preventivo de las intoxicaciones crónicas.

## Bibliografía

1. Derivaux, J y Liégeois, F. Toxicologie Véterinaire. Vigot Freres y Sté. Ame. Desoer, editores. Paris Lieja, 1962

2. Calabresse, Alberto I. y Astolfi, Emilio A. Toxicología . Kapelusz Editorial. Argentina 1,969.

3. Hayes, Wayland J. Clinical Handbook on Economic Poisons. U.S. Department of Health, Education, and Welfare U.S.A. reimp. 1,964

4. Klimmer, O.R. Plaquicidas: toxicología, sintomatología y terapia. Tan-Oikos ( Montserrat 6 bis-Vilassar de Mar, Barcelona). España.

5. Farm Chemicals Handbook- 1,969. Meister Publishing Company. Ohio, U.S.A. 1,969

6. Specifications for pesticides, World Health Organization. Genova, 1,961.

## CLASIFICACION DE LOS INSECTICIDAS
(Biocidas, pesticidas, plaguicidas)

Lic. Mario Dary *

1. Por su composición y química:

   1.1. De origen botánico (naturales)
   1.2. Inorgánicos.
   1.3. Orgánicos.

      1.3.1. Hidrocarburos clorados:

         1.3.1.1. DDT y derivados
         1.3.1.2. Clordano y derivados.
         1.3.1.3. BHC y derivados
         1.3.1.4. Endo-epóxil y derivados.

      1.3.2. Organofosforados
      1.3.3. Carbamatos.
      1.3.4. Misceláneos.

2. Por su formación de acción:

   2.1. Inmediata
   2.2. Residual

3. Por su forma de aplicación:

   3.1. Fumigantes
   3.2. Depósitos: Polvos, adhesivos, láminas, etc.
   3.3. Sistémicos.

4. Por su forma de penetración:

   4.1. Digestivos
   4.2. Respiratorios
   4.3. Tegumentarios ( por contacto)
   4.4. Deshidratantes.

5. Por su formulación:

   5.1. Puros. ( gaseosos, líquidos o sólidos)
   5.2. Aerosoles y vapores
   5.3. Rocíos
   5.4. Suspensiones
   5.5. Polvos
   5.6. Emulsiones
   5.7. Gránulos
   etc.

---

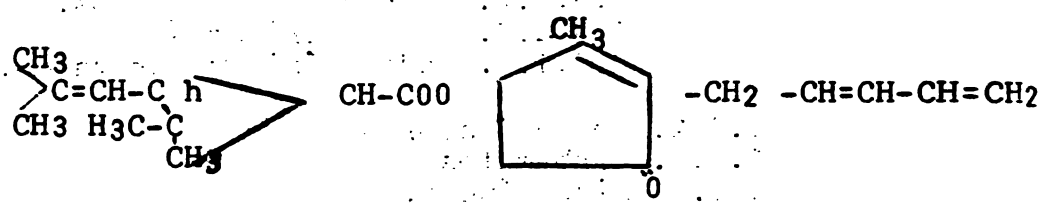
* Director de la Escuela de Biología
de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

6. Por su acción tóxica:

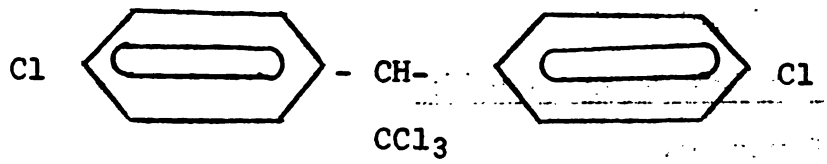
6.1 Corrosivos
6.2 Desecantes
6.3 Neurotóxicos
6.4 Competitivos enzimáticos
6.5 Antimetabolitos
6.6 Coagulantes y anticoagulantes
6.7 Anóxicos
Etc.

Ejemplos de insecticidas: Fórmulas

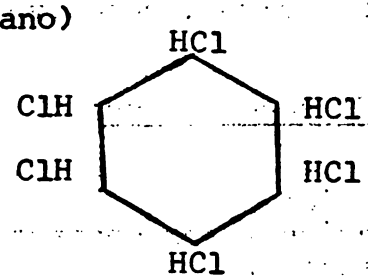
Piretrina I



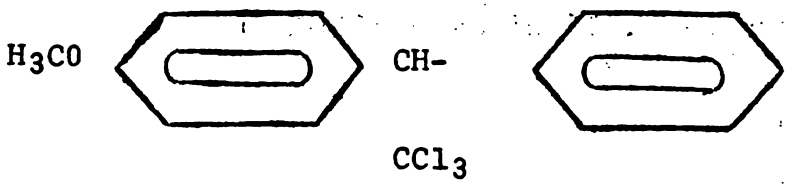

DDT ( 1,1,1,- Tricloro-2,2-di (p-clorofenil)etano)
(Dicloro-Difenil-Tricloroetano)



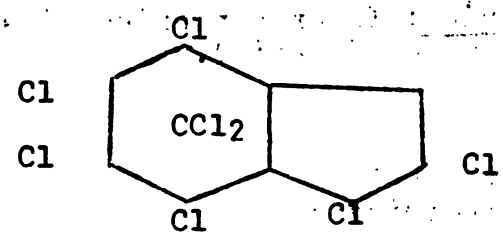

BHC (Hexacloro-ciclo-hexano)



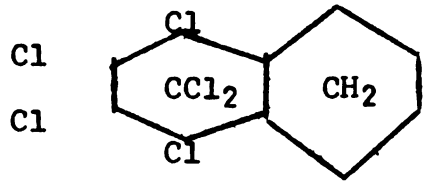

Metoxiclor ( 1,1,1, Tricloro -2,2-di (p-metóxifenil)etano)



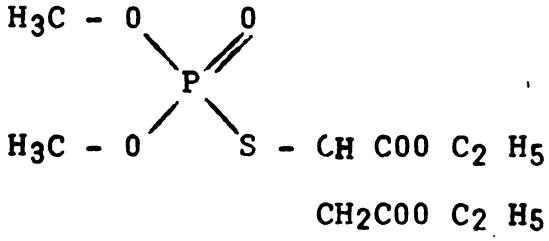
<u>Clordano</u> (1,2,4,5,6,7,8,8-(octacloro)-3a,4,7,7a tetrahidro, 4,7-metanoindano).



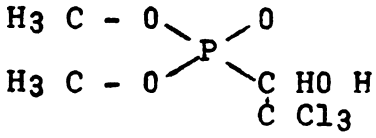

Dieldrín (Heod) (1,2,3,4,10,10-hexacloro-6-7 epóxi-1,4,4a-5,6,7,8,8a-octahidro-endo-1,4-exo, 5,8, do, etamp-naftaleno).



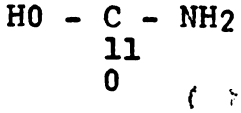

<u>Malatión</u> (0,0-dietil-0-(2 isopropil-4-metil-pirimidil-6)-fósforotioato)




<u>Dipterex</u> (0,0-dimetil-(1,hidróxi-2,2,2, tricloroetil) fosfonato).




<u>Acido carbámico</u>



## Lista de insecticidas
( parcial )

Insecticidas de origen botánico: (aparecen principios activos y productos vegetales puros y de síntesis).

Anabasina
Aletrina
Bartrín (Piretroide Sintético)
Cinerinas I y II ( Isopiretrinas)
Derris
Di-hidro-rotenona
Feretrin (sintético).
Heléboro
Jasmolinas (piretroides sintéticos)
Neonicotina
Nicotina
Piperina
Pirenona
Piretrinas I y II
Piretro
Riania
Rianodina
Rotenona
Sabadilla
Sesamín
Sesamolín
Stavesacre (delfinina)
Tabaco

Inorgánicos.

Agalol (Aretan) (Mercurio)
Agrox (Mercurio)
Acido bórico

Arsenicales

Arseniato de calcio
Arsenito de calcio
Arseniato de cobre
Arsenito de cobre
Arseniato de plomo
Arseniato de magnesio
Arseniato de manganeso
Aceto-arsenito de cobre (Verde de París)

Arseniato de sodio
Arsenito de sodio
Arseniato de zinc
Arsenito de zinc

Bicloruro de mercurio (calomel,sublimado corrosivo)
Borax
Carbonato de bario
Cianuro de calcio
Criolina (hexa-fluoro-aluminato de sodio: $Na_3Al\ F_6$ ).
Fluoruro de sodio
Fluorosilicato de sodio
Fosfuro de aluminio
Fluosilicato de bario
Polisulfuro de calcio
Silica-aerogel
Silice anhidra
Seleniato de sodio
Sulfato de talio
Tártaro emético ( Tartrato doble de antimonio y potasio)
Trióxido de arsénico

Hidrocarburos clorados

BHC ( hecaclorociclohexano)
Clordano
DDT
DDT antirresistente.
DFDT
Fluorogerasol ( DDTF)
Gamexán
Heptaclor
Lindano
Metoxiclor
Nonaclor
Pertano
TDE (Rotano)
Toxafeno

Grupo HEOD ( endo-epóxi)

Aldrín
Dieldrín
Endrín
Isodrín

Carbamatos

Baygón
Bux
Carbamalt
Dimetilán
Furadán ( Sistémico)
Isolán
Matacil
Morestam
MTMC
Sevin (Carbaril)
Zectrán

Tiofosforados y Fosforados ( Organofosforados)

Abate
Acetoxón
Afidán
Agritox
Aktón
Alamos
Amifos
Aspón
Asuntol ( Muscatox, Co-Ral).
Azetión (protión)
Baytex
Bidrín
Bomil
Butonato
Ciodrín
Clortión
Colep
Cygón ( Dimetoato, Fostión MM)
Cytioato
Diotil
Dipterex (Neguvón) (Clorofos)
Disistón
Ditión
Dursbán
Difonato
Dasamit
Delnav (Dioxatión)
Demetón I (Tiono)
Demetón II ( Tiol)
Diazinón
Dibrom
Dicaftón
Dimecrán

Endotión
E.O.N.
Etión
Etil-Gutión (Gusatión A)
Etil-Paratión (Paratión)
Famofos (Famfur)
Fencaptón
Fentoato
Fitios
Formocarbam
Forstenon
Fosdrín
Fostión
Gardona
Gutión (Gusatión)
HETP
Imidán
Letane
Malatión ( Carbofos)
Metacide
Meta-sistox
Metil-mercaptofos
Metil-paratión (Folidol M).
Metil-fencaptón
Metil-potasán
Metil-tritión
Morfotión
Mexión
Pirazinón
Potasán
Propoxón
Pirazotión
Pirazoxón
Ronnel
Roulene
Sulfotepp ( Ditione)
Sumitión
Supona
Surecide
Tartán
Tepp
Timet ( sistémico)
Tiocrón
Tiodán
Tiometán
Vapona
Zimofós

## Misceláneos orgánicos

Alodán
Aceite de huesos
Bromodán
Cartap
Cresol
Cyolano (sistémico)
Dibromuro de sirene
Dimetrín
Dinex
Dinitrofenol
Etil-butil-propano-diol
Fluoroacetanilida (sistémico)
Fussol
Kepone
Kerosina
Loro
Minex
Neopinamin
Scabrin
Sinox
Strovene
Tanite
Temik
Wepsyn

## Fumigantes

Acido cianhídrico (HCN)
Benzaldehido
Bromuro de metilo ($CH_3Br$)
Cianuro de sodio ( Na CN )
Cianuro de potacio ( KCN )
Cloroformo ( $CHCL_3$ )
Cloropicrina ( $CCl_3 NO_2$)
Dióxido de carbono ( $CO_2$)
Disulfuro de carbono ( $CS_2$)
Dibromuro de etileno ( $CH_2Br CH_2 Br$)
Cloruro de cianógeno (CN Cl )
Dicloruro de etileno ( $CH_2 Cl CH_2 Cl$)
Dicloruro de propileno
Dióxido de azufre ( $SO_2$)
Formato de etilo
Fumete
Fosfotoxín
Gaspan
Naftaleno

Oxido de propileno
Oxido de etileno
Paradiclorobenceno ( PDB)
Sulfogén
Tetracloruro de carbono

Insecticidas sistémicos: (principales)

Organofosforados:

Azodrín
Bidrín
Demetón (Sistox)
Dimetoato ( Cygón)
Di-sistón
Isopertox
Meta-sistox
Forate (Timet)
Fosdrín
Schradán ( OMPA)

Oxima:

Temik

Carbamato:

Baygón

# NATURALEZA, TOXICIDAD Y ACCION DE LOS FUNGICIDAS

Pedro Luis Meléndez *

Uno de los más serios problemas de la raza humana en este planeta ha sido y será siempre la búsqueda da alimentos. Aún en la era atómica con su avanzada tecnología, el problema de producir suficiente alimento para sobrevivir se torna más agudo como consecuencia de la explosión poblacional y de la reducción de tierras apropiadas para la producción de estos alimentos.

En 1970 la agricultura convencional proveyó alimentos adecuados para 30% de la población mundial. Para el restante 70% de la raza humana, donde la población aumenta a razón de 1 millón de personas por semana, la existencia de alimentos adecuados es un problema sin solución.

El incremento poblacional y el aumento en ingresos per cápita son las causas fundamentales de las demandas en la producción de alimentos. En muchos países en desarrollo la población actualmente aumenta a razón de 3% anual, lo que quiere decir que en estos países la población se suplicará durante una gegeración. Se espera que para el año 1980 la población mundial sea de alrededor de 4 billones de habitantes y que para el año 2000 D.C. esta población sea de 6 billones de habitantes. La mayoría del aumento poblacional ocurrirá en las regiones donde existe ya un escaso abastecimiento de alimentos.

En 1970 las tierras bajo cultivo en el mundo totalizaron 1.2 billones de hectáreas, (3billones de acres). Esta área podría quizas ser aumentada en varios millones de acreas pero para ello habría que emplear costosas maquinarias y costosos proyectos de reclamación de suelos que a la postre resultaría muy poco económicos.

Durante el período crítico de 1974-2000 D.C. los pesticidas químicos estan destinados a desempeñar un rol importantisímo en la producción mundial de alimentos para la supervivencia. La reducción en las pérdidas causadas por las enfermedades, insectos y yerbajos mediante el empleo de estos pesticidas habrá de ser sin lugar a dudas, la llave de oro que abrirá la puerta que conducirá hacia una producción adecuada de alimentos para nutrir la raza humana. A pesar de todas las campañas para hacer desaparecer estos pesticidas del cuadro agrícola, los mismos están aquí para quedarse y participar en la tarea de proveer sufieiente abastecimiento de

* Ph. D. Fitopatólogo Universidad de Puerto Rico
Mayaguez, Puerto Rico.

alimento para las generaciones futuras.

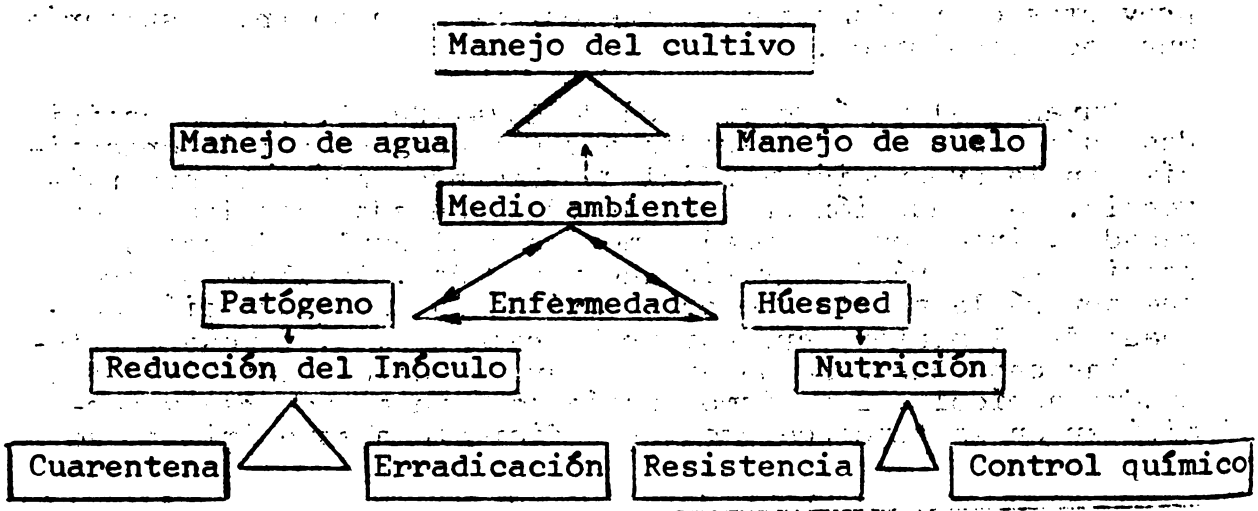
Las estadísticas indican que la demanda por agentes químicos para combatir las enfermedades de las plantas y otras plagas en la agricultura va en aumento en la lucha por proveer alimentos para hoy y para mañana. A medida que la agricultura se va tornando más especializada y más competitiva, los agentes químicos serán utilizados con más frecuencia y en mayor grado como herramientas esenciales en una agricultura más eficiente.

## Las Enfermedades

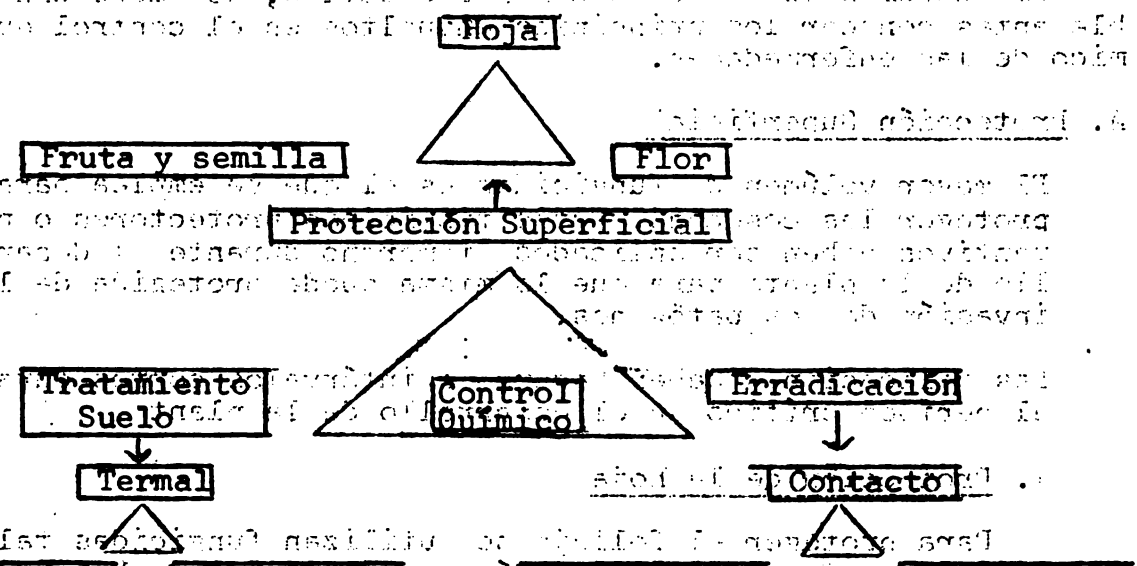
Las enfermedades son los saboteadores de una agricultura eficiente. Estas destruyen las cosechas del agricultor, los árboles, los céspedes, los jardines, etc. Sin embargo, muchas de las enfermedades pueden ser combatidas o prevenidas si se tiene el conocimiento de la forma en que las mismas se desarrollan y si se emplean los métodos correctos para prevenirlas o combatirlas.

El complejo causal responsable del desarrollo de una enfermedad se compone de un sin número de factores interrelacionados como se ilustra en el esquema que se acompaña. Aquí en este complejo interfieren el patógeno, la planta hüesped y el medio ambiente, en otras palabras, lo que se conoce como el TRIANGULO DE LA ENFERMEDAD. Es decir, que para combatir una enfermedad hay que tomar en consideración estos tres parámetros. Por lo tanto, hay que manipular el medio ambiente, suprimir al patógeno y acondicionar la planta hüesped.

FACTORES ENVUELTOS EN EL COMPLEJO CAUSAL DE LA ENFERMEDAD EN LA PLANTA



# CONTROL QUIMICO



## CONTROL QUIMICO

Si queremos asegurar un control efectivo, es imprescindible antes conocer los principios envueltos en el control químico de las enfermedades.

### A. Protección Superficial

El mayor volúmen de fungicidas es el que se emplea para proteger las cosechas. Estos fungicidas protectores o preventivos deben ser aplicados temprano durante el desarrollo de la planta para que la misma quede protegida de la invasión de los patógenos.

Las aplicaciones deben hacerse a intérvalos cortos durante el período crítico en el desarrollo de la planta.

#### 1. Protección de la hoja

Para proteger el follaje se utilizan fungicidas tales como azufre, caldo bordelés, compuestos de cobre, ditiocarbamatos, etc. Estos son aplicados en aspersiones o en polvo y protegen el follaje contra enfermedades comunes tales como añublos polvorientos, roñas, manchas, tizones y otros. Los fungicidas en polvo son sólidos que contienen de 7-10% de material activo mezclados con materia inerte. Esta materia inerte puede ser talco, tierra, arcilla, etc. Los mismos deben ser aplicados cuando la superficie de la hoja está saturada de humedad. La presencia de una película fina de agua en la superficie de la hoja aumenta grandemente la tenacidad de estos fungicidas.

Los fungicidas a base de aspersiones son compuestos sólidos o líquidos que se mezclan con agentes humectantes o adherentes y agua. Los mismos forman suspenciones cuando se mezclan con agua por lo que es muy importante mantener agitación contínua durante la aspersión para evitar que el material activo se deposite en el fondo del envase.

La deposición de este material puede resultar ya en fitotoxicidad o en falta de protección contra los patógenos.

La efectividad en el control, cuando se usan fungicidas preventivos, está grandemente influenciada por la manera en que estos compuestos son aplicados. Casi siempre la inhabilidad de estos fungicidas para prevenir el establecimiento de la enfermedad surgen como consecuencia de

una aplicación inadecuada y no porque el fungicida no sea lo suficientemente efectivo.

La aspersión debe hacerse antes de que la enfermedad esté establecida, pues de nada valdría aplicar estos fungicidas cuando los síntomas de la enfermedad se ven ya a simple vista. El uso de agentes humectantes (adherentes) y agentes dispersantes es esencial en casos donde la superficie de la hoja contiene gruesas capas protectoras de cera o cuando las mismas tienen numerosas pubescencias como en el caso del repollo o col y el tomate respectivamente. Estos agentes, como mencioné anteriormente, son añadidos al agua al momento de preparar el material para hacer las aspersiones, ambas caras de la hoja deben ser asperjadas, ya que muchos patógenos penetran por aberturas naturales y la mayoría de esas aberturas están localizadas en el anvés de las hojas.

2. Protección de la flor y la fruta

Los fungicidas utilizados para protección de la flor y la fruta son generalmente los mismos que se usan para proteger el follaje aunque hay que tener mucho cuidado al seleccionar los mismos ya que podrían ser detrimentales tanto a la flor como a la fruta.

Algunos compuestos de cobre deben ser preferiblemente aplicados al follaje, ya que a veces son detrimentales a la fruta, sobre todo cuando son aplicados cerca de la época de la cosecha. Los fungicidas Captan y los Ditiocarbamatos son los más recomendables para proteger la fruta.

En el caso de protección a la flor, hay que tener cuidado de no usar fungicidas que dejen depósitos residuales pesados. El Piprón, Tutano y Decanil son los más deseables y los que usan los floricultores para proteger sus plantas ornamentales de las enfermedades.

3. Protección de la semilla

Estos son fungicidas que han sido especialmente elaborados para usos específicos en semillas con el propósito de inactivar o excluir las esporas de patógenos de la superficie de la semilla. También se usan para proteger la semilla en el suelo después de la siembra contra invasión por patógenos del suelo.

B. Tratamiento del suelo

Las enfermedades causadas por patógenos del suelo son las que más persisten y las más difíciles de combatir. El tratamiento con calor ha sido el más empleado en el pasado. Pero recientemente se han empleado agentes químicos, que actúan como fumigantes del suelo. Entre estos contamos con el Bromuro de Metilo, el Vorlux, Vapam y otros. Además se han estado empleando fungicidas granulados y humedecibles tales como el Terraclor, Demosan, etc. para combatir estos patógenos.

C. Erradicación química

Las enfermedades de las plantas, contrario a las plagas (insectos), no son muy fáciles de combatir o erradicar mediante el empleo de fungicidas una vez éstas están bien establecidas. Los fungicidas erradicantes tienen que penetrar los tejidos del húesped hasta hacer contacto con el área infectada donde está presente el patógeno. Por lo tanto habría que usar un agente erradicante que sea tóxico únicamente al patógeno sin causarle daño a los tejidos de la planta húesped. Esto, es muy difícil de conseguir en la mayoría de los casos.

1. Erradicación de contacto

Es la eliminación de una infección ya establecida en un área localizada mediante el uso de un fungicida capaz de destruir al patógeno en dicha área. La cal azufrada líquida actúa en esta forma en la eliminación de infecciones primarias de los roñas. También se utiliza el Dodine para este propósito. El Diclone (Phygon) también tiene las mismas propiedades. El Karathane (Karatano) se utiliza para eliminar infecciones causadas por los añublos polvorientos.

2. Tratamiento de la semilla

Para tratar la semilla con el propósito de erradicar patógenos dentro de la misma se utilizan compuestos de mercurio y fungicidas sistémicos tales como Vitavax y otros que mencionaré más adelante.

3. Fungicidas sistémicos

Este tema será atendido más tarde durante mi presentación.

## PRINCIPALES GRUPOS DE FUNGICIDAS

### I. Compuestos inorgánicos

La mayoría de estos compuestos los componen el cobre y el mercurio. El cobre fue uno de los fungicidas que más se usó antes de 1940.

#### A. Compuestos de cobre

1. Caldo Bordelés

Se usó originalmente para combatir el añublo lanoso de la vid (uva) causado por el hongo Plasmopara viticola. Es un producto de la reacción de sulfato de cobre y el hidróxido de calcio. Es un fungicida de un espectro de acción muy amplio que posee propiedades residuales excepcionalmente finas. Se adhiere tenazmente al follaje y desaparece lentamente. Sin embargo, este fungicida tiene propiedades fitotóxicas indeseables contra la mayoría de las plantes y causa daño tanto al follaje como a la fruta.

Como consecuencia de esta fitotoxicidad es que la demanda por el producto ha disminuído tanto. En cambio se han desarrollado fungicidas orgánicos mucho menos fitotóxicos que el Caldo Bordelés. Todavía en 1967, el consumo de fungicidas de cobre en Estados Unidos ascenció a 34,000,000 de libras.

A pesar de toda la investigación que se ha llevado a cabo para determinar el modo de acción de este fungicida, todavía no se sabe a ciencia cierta en que forma es absorbido y acumulado en la espora. Aparentemente, los exudados de las esporas de los hc gos reaccionan con el precipitado de hidróxido cúprico para formar complejos de cobre solubles en agua que son transportados a través de la pared celular de la espora. Estos complejos de cobre sufren otras reacciones dentro de la espora como resultado de las cuales se libera el cobre que actuará contra la función y síntesis de las proteínas y enzimas de la espora. Se ha demostrado que la espora puede acumular grandes cantidades de cobre antes de ser destruída ó inhibida su germinación.

El Caldo Bordelés se prepara en varias formulaciones, siendo la más común la mezcla de 8 libras de sulfato de cobre y 8 libras de cal hidratado en 100 galones de agua. Esta fórmula es la 8-8-100, pero para redu-

cir la fitotoxicidad se emplean otras fórmulas tales como 4-8-100, 6-12-100, 8-24-100, etc. La mezcla se emplea contra una gran variedad de patógenos incluyendo bacterias. No es efectivo en el combate del añublo polvoriento.

2. Compuestos de cobre insolubles (Fixed)

Se emplean otros compuestos de cobre en el que el ión de cobre es menos soluble en agua. Entre estos están el óxido cuproso, hidróxido cúprico, carbonato de cobre y el sulfato de cobre. Estos compuestos son mas fáciles de preparar y son menos fitotóxicos que el Caldo Bordelés. Sin embargo, no tienen el mismo poder residual y no son tan buenos fungicidas como el Caldo Bordelés.

B. Compuestos mercuriales

Estos compuestos son fungicidas y bactericidas muy efectivos pero su uso en la agricultura está muy restringido debido a su alta toxicidad sobre plantas, animales y el hombre. El bicloruro de mercurio ($HgCl_2$) es usado en la preservación de la madera y en el tratamiento de la semilla, pero hay que tomar muchas precauciones al usarlo. El cloruro de mercurio (HgCl) (Calomel) es bastante insoluble en agua y se utiliza para tratar semillas y para combatir las enfermedades del césped, también como fungicida de inmersión.

II. Compuestos inorgánicos no metálicos

1. Azufre

El Azufre elemental, usado en polvo o en polvo humedecible fue uno de los primeros fungicidas utilizados en el combate de los añubles polvorientos. Es tóxico a algunas plantas y tiene propiedades insecticidas y acaricidas. Actualmente se cree que el azufre actúa directamente sobre los hongos, comportándose como un receptor de hidrógeno interfiriendo así con el proceso normal de hidrogenación y deshidrogenación.

Como fungicida tiene la ventaja de ser barato e inocuo al hombre y a los animales en las cantidades normalmente utilizadas. Es usado con frecuencia para destruir las esporas de los carbones presentes en las semillas de los cereales y para combatir algunas royas.

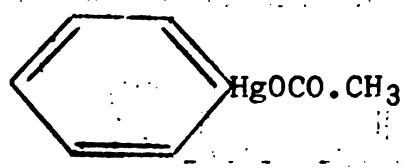
2. Cal azufrada

Estas contiene mayormente polisulfito de calcio y se prepara hirviendo la cal y el azufre juntos. Se precipita como una forma de azufre muy tenaz al ser aplicada al follaje, pero puede causar daño a algunas plantas, quemando e induciendo absición prematura de las hojas y frutas. Efectiva en el control de los añublos polvorientos.

III. Compuestos orgánicos metálicos

A. Mercurio orgánico

Estos fungicidas han sido utilizados en el control de hongos y bacterias, principalmente como tratamiento de la semilla y otros órganos de las plantas. Pueden ser aplicados directamente a la semilla o mezclados en la sembradora al tiempo de sembrar. Los fungicidas mercuriales orgánicos tienen la siguiente fórmula: R-Hg-X, donde R es una radical orgánica (alkilo,arilo) y X que representa una radical acídica. Estos compuestos son altamente tóxicos al hombre y a los animales, por eso es que su uso se ha limitado al tratamiento de la semilla. Aún así puede ser detrimental a la fauna si ésta ingiere semilla tratada. Son utilizados como agentes erradicantes de algunas enfermedades. Entre fungicidas órgano-mercuriales están el Panogen, Acetato fenilmercúrico (PMA), Semesan, Ceresan, Ceresan-M y el Semesan-Bel. La fórmula estructural de PMA es la siguiente:




Phenyl Mercuric Acetate

IV. Compuestos orgánicos

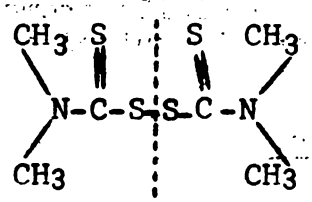
A. Acidos ditiocarbámicos

Estos fungicidas caen dentro de tres grupos pincipales que son:

1. Bisulfitos de Tituram (thuiram)
2. Ditiocarbamatos Metálicos
3. Bisditiocarbamatos de Etileno

Todos estos fungicidas tienen en común el grupo (-N-C-S-). Fueron estudiados por primera vez por Tisdale y William en 1934.

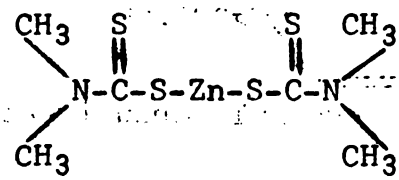
1. Bisulfito de Tiuram Tretrametílico (Thiram)



Este fungicida se forma uniendo dos moléculas de ácido ditiocarbámico a través del átomo de azufre. Es generalmente usado para proteger las semillas y se compra con el nombre comercial Arasan. También se conoce como Panoram, Tersan, Nomersan y Thiosan. Puede ser utilizado para proteger el follaje. Aunque tiene una toxicidad muy baja para plantas y animales, puede causar irritación de la piel y las mucosas. Se utiliza para combatir los sancochos causados por Pythium y Rhizoctonia.

2. Ditiocarbamatos metálicos

Muchos compuestos dentro de este grupo han sido probados pero solo el ditiocarbamato de hierro y el ditiocarbamato de cinc, Ferbam y Ziram respectivamente, han sido desarrollados comercialmente. El Dimetilditiocarbamato de Cinc tiene la siguiente fórmula estructural:



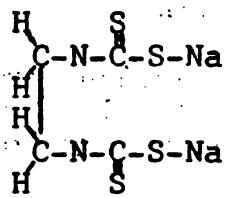
Ziram

La molécula de Ferbam (Fermato) se forma sustituyendo el ión Zn por el ión Fe. Estos dos fungicidas son utilizados para combatir los sancochos del semillero y varias enfermedades del follaje causadas por Ascomicetos y hongos imperfectos. También se utilizan para combatir algunas royas y añublos lanosos y para corregir deficiencias de cinc y hierro. El Ferbam tiene

buenas propiedades residuales pero el residuo negro que deja en el follaje lo hace un poco indeseable y ha sido prácticamente reemplazado por fungicidas orgánicos nuevos.

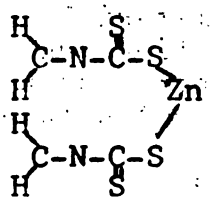
3. Bisditiocarbamatos

Estos se forman mediante la unión de dos moléculas de ácido ditiocarbámico que han sido previamente reaccionadas con un metal, a través del grupo metilo como por ejemplo , para formar el Nabam.



Nabam

El Nabam fue el primer compuesto dentro de este grupo en ser desarrollado y se conoce como Etileno-Bisditiocarbamato Bisódico. Se vende con el nombre comercial Ditano D-14 o Parzate líquido. Luego este compuesto fue mejorado cuando se reaccionó con sulfato de cinc en presencia de bióxido de carbono. Así un átomo de cinc reemplazó dos átomos de sodio obteniendo como resultado el Etileno-Bisditiocarbamato de cinc conocido con el nombre común de Zineb.



Zineb

El Zineb se vende con el nombre comercial Ditano Z-78 y Parzate C. Es ampliamente usado contra varias enfermedades del follaje en frutas, hortalizas, cucurbitáceas y ornamentales.

En 1950 se introdujo el Etileno-Bisditiocarbamato de Manganeso conocido con el nombre común de Maneb. El mismo se vende con los nombres Manzate, Ditano M-22 y Manzate 75. Es efectivo en el control del tizón tardío del tomate. Es además usado para combatir un

sinnúmero de enfermedades foliares y de la fruta. Desde que fue introducido, Maneb se ha convertido en el fungicida "standard" en la industria, ya que los nuevos fungicidas en proceso de desarrollo son todos comparados con este en cuanto a efectividad se refiere .

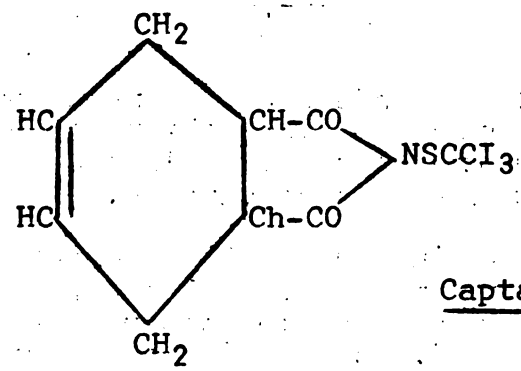
Otros fungicidas son Maneb más sulfato de zinc conocido como Ditano M-22 Especial y Manzate D. El Mancozeb es un complejo de Zineb y Maneb contiene 20% de manganeso y 2.5% de cinc. El Mancoseb se vende con el nombre comercial Ditano M-45. Estos fungicidas son muy útiles en el combate de los añublos lanosos, algunas royas, ascomicetos y hongos imperfectos que causan enfermedades del follaje y de la fruta.

Los ditiocarbamatos actúan formando enlaces con metabolitos esenciales para los hongos (metal chelates) y formando isotiocianatos que son tóxicos a las células del hongo.

## V. Fungicidas Heterocíclicos

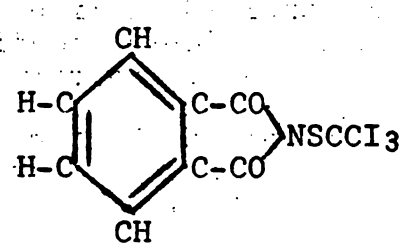
Entre los fungicidas de nitrógeno heterociclicos está Gliodina ( Gyodin), Direno (Dyrene), Captan, Folpet y Difolatan.

El Captan ha demostrado ser un fungicida muy efectivo desde su descubrimiento en 1952 por Kittleson. Ha sido llamamado el fungicida milagro. Tiene gran uso como protector del follaje y la fruta. Puede ser aplicado al suelo y usado para tratamiento de semilla. También se usa como fungicida de inmersión para material vegetativo en la prevención del sancocho. Aunque tiene un espectro de acción bien amplio, no es efectivo contra las royas, añublos polvorientos y añublos lanosos. Su estructura molecular es




Captan

El Folpet es efectivo en el control del añublo polvoriento de la rosa ( Sphaerotheca Pannosa) . Es estructuralmente similar al Captan y se vende con el nombre comercial Phaltan. Su estructura molecular es :



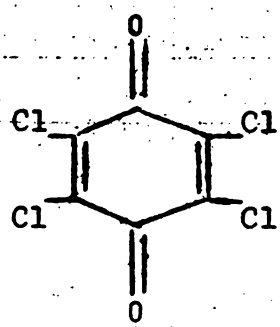

Folpet

Tanto la actividad del Captan como la del Folpet es atribuída a la radical-$SCCI_3$. Estos dos compuestos al reaccionar con grupos sulfohidrilos ( sulphydryl) forman el tiofosfeno que es un compuesto altamente tóxico, Su toxicidad surge cuando el mismo reacciona con sulfohidrilos libres, aminas, hidróxilos y quizás con grupos carboxilos interfiriendo así con los procesos vitales del hongo tales como la producción de enzimas.

La Gliodina tiene un espectro de acción muy reducido siendo efectiva solamente contra la roña de manzano, la mancha negra de la rosa y la mancha foliar de la fresa. Es inefectiva contra los añublos lanosos.

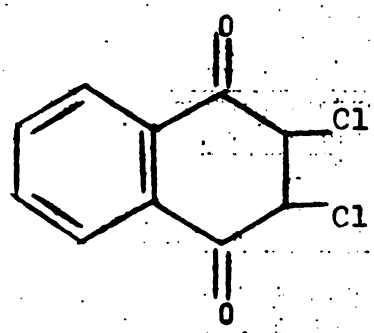
## VI. Las Quinonas

Estas substancias son producidas por las plantas y tienen alta toxicidad contra los patógenos. Estos compuestos quizás estén envueltos en el mecanismo de defensa contra estos patógenos. Sólo dos de ellos han sido desarrollados como fungicidas, el Cloranil y el Diclone (Dichlone). Los mismos tienen las siguientes fórmulas estructurales:




Cloranil

1,4-tetracloro-benzo-quinona




Diclone

2,3-dicloro-1,4-Naftoquinona

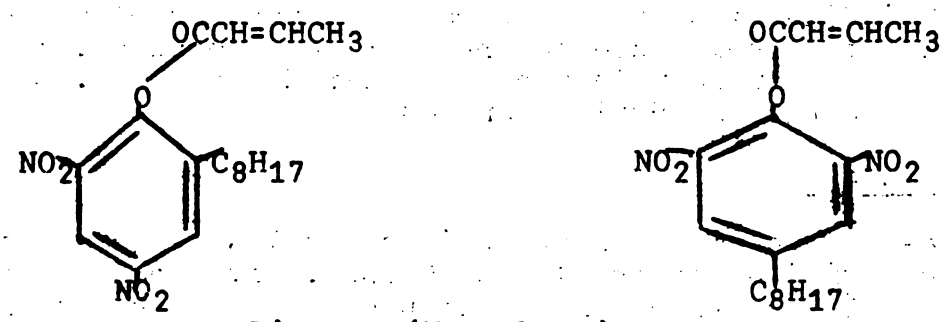
El Cloranil (Spergon) se usa para tratar semillas de leguminosas y vegetales. Es de poco valor como fungicida ya que se descompone al ser expuesto a la luz solar. El Diclone (Phygon) también se usa para proteger la semilla pero además es usado como fungicida foliar en el combate de roñas. Puede ser fitotóxico bajo ciertas condiciones y también puede causar irritación de la piel a temperaturas altas.

Estas quinonas se combinan con los grupos sulfohidrilos y aminos de las células del hongo e interfieren con la síntesis de enzimas por el hongo.

## VII. Fungicidas Aromáticos (Benceno)

### 1. Karathane.

Este es uno de los fungicidas más útiles en este grupo. Fue desarrollado inicialmente como un acaricida, pero en la actualidad es extensamente utilizado para combatir los añublos polvorientos. El compuesto es formado por una mezcla de isomeros como sigue:




Dinocap (Karathane)

### 2. Pentacloronitrobenceno (PCIB) (Terraclor)

Este fungicida es aplicado al suelo para combatir enfermedades causadas por Rhizoctonia Solani, Sclerotium Rolfsii, Bortrytis Spp y Sclerotinia Spp. No es efectivo contra enfermedades causadas por Pythium, Phytophthora y Fusarium. Tiene buenas propiedades residuales en el suelo.

### 3. Dicloran (Botran)

Este fungicida es usado para combatir el moho gris (Botrytis). También es efectivo contra patógenos que causan pudrición de las frutas tales como Monilinia y Rhizopus. Se utiliza como fungicida del suelo contra

Sclerotuim, Sclerotinia y Stromatina.

VIII. Fumigantes del suelo

Estos son compuestos volátiles tóxicos, en forma líquida o gases químicos que se descomponen en el suelo para formar ingredientes tóxicos volátiles.

1. Cloropicrin.

El primer fumigante del suelo en desarrollarse con gran éxito fue el Chloropicrin ( Tricloronitrometano). Es un lacrimógeno potente y un fumigante de amplio espectro. No debe ser usado en suelos con temperaturas menores de 60°F ni ser aplicado a suelos adyacentes a siembras. Se usa mayormente por su actividad fungotóxica.

2. Bromuro de Metilo

Este es otro fumigante de amplio espectro, altamente volátil. Debido a que es un gas a temperatura de salón, el mismo viene en envases baja presión. Este fumigante es extremadamente tóxico. Se vende bajo el nombre Dowfume MC2. Es usado principalmente por su acción fungicida y herbicida. No debe usarse a temperaturas menores de 60°F.

3. Vapam (N-Metilditiocarbamato de Sodio)

Este es otro fumigante de un amplio espectro de acción. El mismo sufre descomposición en el suelo para convertirse en la forma volátil activa ( Metilisotiocianato). Es un líquido soluble en agua, usado mayormente para combatir patógenos del suelo en el semillero y el vivero.

IX. Fungicidas Sistémicos

Un fungicida sistémico es aquel que es absorbido por la planta y transloçado a través de la misma; como resultado de lo cual, actúa en forma fungotóxica. Muchos de los fungicidas convencionales probablemente se tornan sistémicos hasta cierto punto pero no lo suficiente como para ofrecer completa protección a la planta. Este es el caso de los agentes químicos solubles en agua y de aquellos que se vuelven solubles en la planta como lo son las sales de mercurio, cinc y hierro, los antibióticos, sulfonamidas,

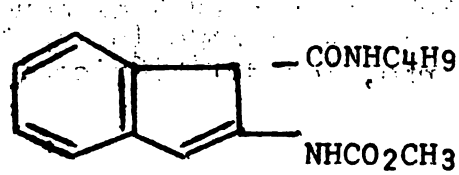
ditiocarbamatos y las quinonas.

Algunas fungicidas sistémicos son fungotóxicos in vitro y in vivo y se pueden considerar como verdaderos fungicidas. Otros agentes sistémicos son fungotóxicos tan sólo in vivo y presumiblemente son convertidos en substancias fungotóxicas después de haber sido absorbidos por la planta o tal vez modifican el metabolismo de la planta de tal manera que ésta se torna resistente al patógeno. Estas substancias se conocen como compuestos sistémicos.

Un fungicida sistémico ideal es aquel que es efectivo contra el patógeno, pero inocuo a la planta y a los animales; que se transloca inmediatamente a través de toda la planta que sea preferiblemente soluble en agua; que erradique el hongo dentro de la planta; que sea suficientemente persistente dentro de la planta que ofrezca un período adecuado de protección y; que haya desaparecido para la época de cosecha. Debe ser barato, estable, fácil de manejar e inocuo al hombre.

A. Métodos de aplicarlos

Estos son aplicados de varias maneras. Pueden ser aplicados en suspensiones como aspersiones foliares, aunque las hojas no tienen gran capacidad para absorberlos y los mismos pueden secarse en la superficie antes de ser absorbidos. Esto se puede reducir mediante el empleo de agentes humectantes como el glicerol. La aplicación al follaje es efectiva cuando se trata de combatir patógenos foliares ya que el fungicida es aplicado en proximidad al patógeno, pero no se debe hacer cuando los que se combaten son patógenos de la raíz. Las aplicaciones al suelo resultan en desperdicios y pérdidas de tiempo y dinero, a menos que el sistémico vaya en contacto directo con las raíces de la planta. Esto es más factible en cultivos irrigados donde el sistémico se aplica al agua en zanjas en ambos lados de la hilera y de ahí, es lentamente absorbido a través de las raíces. También se puede aplicar en la base del tallo . Ej. Benlate (Benomyl) Methyl 1-(butylcarbamoyl)-2-benzimidazole-carbamate.




Benomyl

B. Acción de los fungicidas sistémicos

Se sabe muy poco acerca de la formación en que los fungicidas sistémicos destruyen o inactivan los hongos. Los posibles mecanismos son:

1. Neutralización de enzimas y/o toxinas envueltas en la invasión y la colonización de la planta.

2. Acumulación selectiva del fungicida por el hongo debido a una mayor permeabilidad de las paredes celulares del hongo.

3. Daño a la membrana semipermeable de la hifa del hongo y a las estructuras de infección, inhibición de la formación de tubos germinativos, inhibición de la formación de apresorios y haustorios.

4. Inhibición de los sistemas de enzimas, quizás mediante la destrucción de los enlaces sulfohidrilos (suphydryl) de las enzimas.

C. Algunas fungicidas sistémicos

1. Benomyl

Este es el más conocido y se vende en el mercado como Benlate. Tiene un amplio espectro de acción, siendo muy efectivo contra los Ascomicetos y los hongos imperfectos, y contra algunos Basidiomicetos. Es inefectivo contra los Ficomicetos. Además de ser fungicida, destruye los huevos de los ácaros. Muchas enfermedades del suelo pueden ser combatidas por este fungicida si el producto se aplica directamente a las raíces de la planta enferma o susceptible.

2. Tiabendazol ( Thiabendazole)-(TBZ)

Este fungicida fue originalmente desarrollado para combatir parásitos en los animales y los humanos. Tiene un espectro similar al de Benomyl pero cuantitativamente es menos efectivo contra las enfermedades que ambos controlan.

3. Oxatinas (Oxathiins)

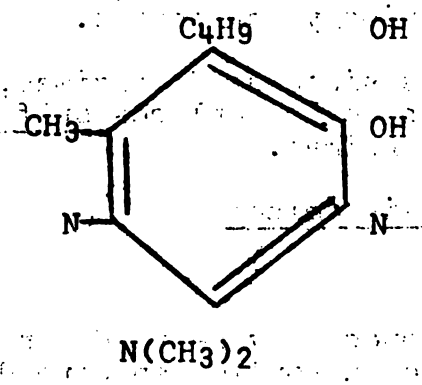
Estos son fungicidas sistémicos que son específicos para los Basidiomicetos royas carbones y Rhizoctonia.

El Vitavax ha sido usado para destruir las esporas de Ustilago nuda de las semillas de cebada presentes en el el interior de las mismas.

Plantvax es efectivo contra las royas . Su efecto puede durar hasta un mes después de la siembra cuando es aplicado a la semilla.

4. Pirimidinas

Las pirimidinas son también fungicidas sistémicos. El dimethirimol (Milcurb) ha sido utilizado con éxito para combatir el añublo polvoriento Sphaerotheca fulginea de las cucurbitáceas.




Dimethirimol

El ethirimol (Milstem) es muy efectivo como tratamiento de la semilla contra los añublos de los cereales ( Erysiphe graminis). Estos fungicidas son muy específicos, por ejemplo, dimethirimol es inefectivo contra Sphaerotheca pannosa, el añublo de las rosas, o contra Uncinula necator, el añublo de la uva. Este compuesto es un gran fungicida ya que se mueve rapidamente en la planta desde las raíces hasta toda la parte foliar Protege y erradica a concentraciones muy bajas; es estable en el suelo; no se acumula en los tejidos de la planta; tiene nivel muy bajo de toxicidad en los animales (maníferos). Además el producto es inodoro y existe un amplio márgen entre la cantidad requerida para matar al hongo y la cantidad a la cual se torna detrimental a la planta.

D. Compuestos sistémicos

Estos son substancias que aunque no tienen acción fungicida in vitro, actúan como tal cuando son apli-

cadas a la planta. Es posible que algunas de estas sustancias, como por ejemplo la phenylthiourea ( feniltiaurea) actúan sobre las enzimas polifenoloxidasas, evitando la oxidación de los compuestos fenólicos, los que en cambio inhiben las enzimas pectolíticas a través de las cuales el patógeno normalmente coloniza la planta.

Los fungicidas sistémicos se consideran mucho más efectivos que los fungicidas superficiales porque:

1. Se mueven a través de toda la planta.

2. Destruyen infecciones ya establecidas.

3. Son menos propensos a desperdiciarse por estar dentro de la planta

4. Pueden combatir patógenos sistémicos y patógenos vasculares.

Desventajas

1. Algunos tienen un espectro muy reducido y habría que usar una mezcla de ellos para combatir una mezcla de patógenos.

2. Por ser tan específicos, existe la tendencia del patógeno a desarrollar razas resistentes al fungicida.

## X. Naturaleza de la acción fungicida

Los fungicidas son mucho menos tóxicos que muchos insecticidas, bactericidas y herbicidas. Mientras que la toxicidad de algunos de estos está en el orden de varios microgramos/gramo o menos, la de los fungicidas está en el orden de 85-10,000 de g/gramo. Además, los procesos metabólicos de la planta y el hongo aunque diferentes en algunos aspectos son básicamente similares, por lo tanto los fungicidas pueden afectar tanto al hongo como a la planta huésped. Existe sin embargo, cierto grado de toxicidad selectiva a pesar de que muchos fungicidas no son específicos en su acción tóxica.

La mayoría de los fungicidas en uso aparentemente actúan directamente sobre las células del hongo o sobre las esporas después que las han penetrado. Muchos fungicidas son

relativamente insolubles en agua pero pueden ser suficientemente solubles como para inhibir la germinación de las esporas. Se han in olucrado varios factores que pueden ser responsables de la solubilización de los fungicidas en las superficies del follaje en presencia de esporas. Estos son $CO_2$, y $NH_4$ en agua de lluvia o rocío, exudados de esporas, exudados de las plantas. La absorción del fungicida por la espora es un proceso rápido y la concentración final del fungicida dentro de la espora puede ser varios miles de veces mayor que la que existe en la solución fungicida alrededor de la espora. La pared celular de muchos hongos ofrece poca resistencia a la entrada de fungicidas de bajo pero molecular, pero en otros fungicidas ésta puede evitar que ciertas substancias hagan contacto con el protoplasto. La pared celular contiene substancias grasas que reducen su permeabilidad a los fungicidas, pero de alguna forma la misma absorbe estos fungicidas.

El grado en que la membrana citoplásmica considerada como de naturaleza lipoprotéica regula la entrada de fungicidas a la célula se desconoce. La toxicidad y la solubilidad de los lípidos están aparentemente correlacionados en algunos casos y la adición de substitutos lipofílicos inertes a la molécula de fungicida puede aumentar su fungotoxicidad, presumiblemente facilitando su movimiento al lugar susceptible al fungicida dentro de la célula. La destrucción de las células por los fungicidas es un proceso complejo y no muy conocido. Los siguientes mecanismos pueden estar envueltos:

1. <u>Efecto detrimental a la pared celular o a la división celular</u>

   Algunos fungicidas quizás causan su efecto interfiriendo con la extensión o la iniciación de la pared celular. Se cree que algunos fungicidas reducen la habilidad del hongo para formar nuevas paredes celulares quizás interfiriendo con las enzimas envueltas en este proceso. Otros inhiben la división nuclear interfiriendo con el huso mitótico o por sus efectos en los cromosomas; trayendo como consecuencia una reducción o un crecimiento anormal y esterilidad. También pueden ocurrir efectos mutagénicos y algunas de las mutaciones son letales. Horsfall (1956) considera que las cetonas, fenoles y las aminas inhiben mitosis al combinarse con los sulfohidrilos (sulphydryls), cetonas o los grupos aminos en las proteínas de los cromosomas. Los hidrocarburos aromáticos, incluyendo los clorinados interfieren con la formación

del uso mitótico quizás disolviendo las substancias grasas en las fibras del uso, debilitándolas en tal forma que no pueden separar los cromosomas.

2. Efecto en la permeabilidad de la membrana

Varios compuestos orgánicos sufactantes tienen propiedades bactericidas y fungicidas como lo han demostrado el acetato de dodina y la Gliodina (Glyodin). Aparentemente estos dos fungicidas interfieren con la membrana citoplásmica, liberando así substancias solubles de la célula.

3. Efectos sobre enzimas

Muchos fungicidas actúan como inhibidores no específicos de enzimas. Se ha encontrado que el Captan inactiva muchas enzimas de oxidación, carboxilasas, y las enzimas envueltas en el metabolismo de fósforo y la síntesis de citrato. La toxicidad deCaptan, Diclone y otros fungicidas resulta de la inactivación de muchas enzimas y coenzimas, particularmente aquellas que contienen el grupo sulfohidrilo (-SH), grupo amino ($-NH_2$),grupo imino (-NH), y grupo hidrocilo (OH). Los fungicidas reaccionan con estos grupos inactivando las enzimas. La fungotoxicidad de Captan se le atribuye al grupo $-SCCL_3$ en su molécula. Luken y Sisler (1958) consideran que la actividad de este grupo se debe a la liberación de tiofosgeno que reacciona con grupos -SH, $-NH_2$ y quizás COOH libres en la célula del hongo. Los fungicidas Ziram Maneb y 8 quinolinolinhiben la enzima aconitasa (aconitase) por lo tanto inhibiendo el metabolismo pero no la síntesis de citrato en el ciclo de Krebs. El Thiram,Azufre elemental y el Ferbam inhiben la síntesis de citrato de acetato, quizás mediante la oxidación de la coenzima A,una coenzima que contiene el grupo -SH.

4. Antimetabolismo

Muchos venenos altamente específicos son antimetabolitos ya que están estrechamente relacionados en estructura y reacción química con metabolitos normales e interfieren con la utilización de estos metabolitos esenciales ocupando su lugar en proceso metabólico. Se cree que los fungicidas Gliodina, Captan y Azufre actúan como antimetabolitos.

5. Precipitación de metales esenciales ( Chelatión)

Algunos fungicidas, sobre todo los que contienen cobre pueden precipitar metales esenciales en forma de sulfuros insolubles, convirtiéndolos de esta forma inaccesible al hongo. Por ejemplo el sulfuro de hidrógeno ($H_2S$) inhibe la esporulación del hongo Pseudoperonospora humili mediante la precipitación del metal esencial para la esporulación.

Acción de los iones metálicos

Los iones metálicos son muy importantes en la acción fungicida ya que muchos de ellos, especialmente cobre, mercurio y cadmio son muy efectivos en el control de muchas enfermedades. Estos pueden reaccionar con varios lugares específicos en las membras y algunas de estas reacciones pueden resultar detrimentales a la permeabilidad de estas me branas. Una pérdida de la semipermeabilidad de la membrana trae como resultado el movimiento del contenido celular hacia el exterior de la célula . La pérdida de la viabilidad de la espora puede ser el resultado de una de dos causas, ya la reacción del ión de metal con los constituyentes esenciales de la celula, de esta manera interfiriendo con los procesos vitales de la célula o una pérdida de los constituyentes de ésta hacia el exterior. Muchos de los metales forman complejos con constituyentes que contienen azufre, nitrógeno o oxígeno que actúan como donantes de electrones. Entre estos grupos estan el -OH, COOH, - $PO_3H_2$ , - SH y $NH_2$. La reacción con estos, ya que son moléculas esenciales, altera el buen funcionamiento de la célula.

Estos metales son enlazados por las aminas y los aminoácidos simples en el siguiente orden: Hg>Cu>Ni>Pb>Az>Co>Cd>Mn>Mg>Ca>Ba.> La afinidad por el grupo COOH es como sigue: Cu>Ni>Zn>Co>Mn>Mg>Ca>Ba.> La afinidad por los sulfitos es: Hg>Ag>Pb>Cd>Zn>Ca>Mg.

Como resultado de la reacción de los metales con estos grupos presentes en las proteínas es que los mismos se consideran fuertes inhibidores de las enzimas. El enlace de los metales pesados puede ocurrir simultáneamente con puntos sensitivos y no sensitivos y la acción tóxica puede ser producida por una pequeña porción del metal fijado. La alta dósis requerida tomando como ba-

se el peso del conidio, es el resultado, en parte de enlaces con puntos no sensitivos en combinación con enlaces con puntos sensitivos, que traen como resultado la inactivación del conidio. Un fungicida de un valor $ED_{50}$ bajo debe ser tal que no forme apreciables enlaces con puntos no sensitivos y en cambio debe estar enlazado con constituyentes metabólicos importantes presentes en pequeñas cantidades.

Las primeras reacciones de los metales ocurren con los grupos de enlace de las proteínas presentes en la superficie de la célula interfiriendo así con la función de la membrana citoplásmica. Estos grupos de enlace de las membranas son importantes en el funcionamiento de las enzimas de las membranas pues éstas desempeñan un rol en la degradación de los sustratos externos, en transportación y en la síntesis de los constituyentes de las membranas. El enlace con estos metales puede resultar en la alteración de la capacidad de semipermeabilidad de la membrana y algunos de los metales pueden entrar a la célula y mezclarse con el contenido celular trayendo como consecuencia la muerte de la célula.

A. Absorción de cobre

Los compuestos de cobre han sido utilizados como fungicidas desde 1961. Hasta el presente se ha llevado a cabo gran cantidad de investigación con la relación cuantitativa entre la cantidad de cobre absorbida por las esporas del hongo y el efecto en la germinación de éstas. Se ha encontrado que el cobre es primero absorbido en la superficie de la espora y después de estar en contacto con las mismas por largos períodos, entonces penetra al interior de la espora. Si las esporas son expuestas al cobre por períodos cortos, el efecto del cobre es fungistático, es decir que si las esporas son lavadas libres de cobre superficial las mismas germinan sin dificultad.

## Bibliografía

1. Erwin,D.C. 1973. Systemic Fungicides: Disease control, translocation, and mode of action. Ann Rev. Phytopathology, Vol. II: 389-422

2. Horsfall, J.G. 1956. Principles of Fungicidal Action. Chronica Botanica, Waltham,Massachusetts. 279 pp.

3. Kenaga,C.B. 1970. Principles of Plant Pathology. Balt Publishers, Lafayette, Indiana. 334 pp.

4. Lukens, R.J., and Sisler, H.D. 1958. Chemical reactions involved in the fungitoxicity of captan Phytopathology 48; 235-244.

5. Sharvelle,E.G. 1967. The Nature and Uses of Modern Fungicides. Burgess. Minneapolis, Minnesota. 308 pp.

6. Sharvelle, E.G. 1969. Chemical Control of Plant Diseases. Prestige Press. College Station, Texas. 340 pp.

7. Tarr,S.A.J. 1972. The Principles of Plant Pathology. Winchester Press. New York 632 pp.

8. Torgeson, D.C. 1967. Fungicides-an advanced treatise. Vol. I Academic Press, New York and London 697 pp.

9. Torgeson, D.C. 1969. Fungicides: Chemistry and physiology. Vol. 2. Academic Press, New York and London 742 pp.

## CONTROL DE MALEZAS O YERBAJOS

Prof. Jorge Toro Rosario *

Un yerbajo es una planta que crece fuera de sitio o donde no se desea que crezcan. Las melezas causan pérdidas al agricultor porque:

1. Compiten con los cultivos por los nutrientes del suelo, la luz y el agua.

2. Aumentan los costos de producción.

3. Dan hospedaje a insectos, hongos viruses y nemátodos que pueden causar estragos en las cosechas.

4. Cuestan dinero y trabajo eliminarlas.

Las melezas generalmente están mejor adaptadas para sobrevivir que los cultivos económicos, ya que:

1. Medran más fácilmente en los suelos que los cultivos de utilidad para el agricultor.

2. Se propagan por métodos múltiples, tales como rizomas, estolones, raíces, tubérculos, bulbos y semillas. Por esta razón, se requieren varios métodos para controlarlas o matarlas.

El agricultor puede reducir los daños causados por las malezas en tres formas:

1. Prevención:

   O sea impidiendo la entrada de malezas a la finca. Esto se consigue usando semilla limpia y destruyendo los órganos de reproducción vegetativas de las malezas, tales como raíces, estolones, tubérculos, etc.

2. <u>Erradicación.</u>

   Cuando la finca se infesta de verbajos nocivos, como el coquí, se fumiga para destruir las semillas.

3. <u>Control.</u>

   Hay cinco formas de controlar los verbajos:

   a) Por medios mecánicos, tales como desyerbo, talado,

---

* Prof. de la Universidad de Puerto Rico(UPR)
Mayaguez, Puerto Rico

aradura y cultivos donde se entierran las plantas o se les aflojan las raíces y tallos para que se sequen, o mediante podas, las cuales debilitan muchas plantas.

b. Competencia del cultivo con las malezas. Cualquier método que estimule al cultivo económico y le de ventajas competitivas o sombree a la maleza para restarle vigor.

c. Rotación de cultivos. Muchas malezas viven en asociación con ciertos cultivos. Si se cambian los cultivos en un campo se rompe esta asociación y se reducen las malezas.

d. Fuego -El uso de lanzallamas entre los surcos puede matar algunas malezas. Sin embargo, no se logran buenos resultados al quemar vegetación seca, pues las semillas de las malezas resisten temperaturas considerablemente altas.

e. Mediante el uso de yerbicidas, entre los cuales hay:

1. De contacto. Que son aquellos que matan o retardan el crecimiento de las plantas asperjadas. Hay yerbicidas de contacto llamados "selectivos" porque sólo matan ciertas malezas como por ejemplo, el Dalapón, el cual mata gramíneas. Hay otros denominados" generales de contacto" (matan cualquier planta) y ejemplos de estos son los aceites aromáticos.

2. Hormonales, los cuales se translocan en las plantas afectando los procesos metabólicos (como el 2-4-D).

3. Esterilizantes de suelo, los cuales matan semillas y cualquier parte de plantas que haya en el suelo. Hay esterilizantes no-residuales (duran menos de 48 horas en el suelo); temporeros (duran hasta 4 meses); semi permanentes (duran entre 4 meses y 2 años) y permanentes, que son los que duran más de 2 años en el suelo.

<u>Cuándo y cómo se deben aplicar los yerbicidas</u>

Dependiendo del tiempo de aplicación se catalogan como:

1. Pre siembra, cuando se usa bromuro de metilo para tratar un semillero de tabaco.

2. Pre-emergente, al mismo tiempo de la siembra de un cultivo o un poco después, pero antes de que germine éste (como el uso de Ametryne en caña de azúcar ).

3. Post-emergente, después que el cultivo ha germinado y está en desarrollo (como el uso de 2-4-D para el combate de malezas de hoja ancha en un predio de maíz).

Los yerbicidas, dependiendo del caso, pueden aplicarse uniformemente en todo el terreno (al voleo) o en bandas en el surco. La aplicación en bandas completamente con el uso de cultivadoras mecánicas da magníficos resultados, además de bajar el costo de los yerbicidas. A veces se aplican directamente al tronco de un árbol o arbustos o en limitadas zonas altamente infestadas (como el coquillo). Estas se conocen como aspersiones localizadas.

El efecto residual o la persistencia de los yerbicidas (el tiempo que duran en el terreno) depende de:

1. Textura del suelo: Las arenas retienen menos los yerbicidas que los suelos arcillosos u orgánicos.

2. Clima: La lluvia lava los yerbicidas mientras que las temperaturas altas ayudan a su descomposición y volatilización.

3. Organismos del suelo: Muchas bacterias, hongos y actinomicetos destruyen yerbicidas.

4. Fotolisis: Descomposición por rayos ultravioletas.

Los yerbicidas se venden en distintas formas, tales como:

1. Polvo humedecible: Ametryne, Simazine, Diurón.

2. Líquidos: Sales de anina de 2,4-D; Esteres (Stam LV-10; Brushkiller, Diquat)

3. Formas cristalinas: Sales solubles en agua, sal sódica de Dalapón.

4. Granulares: Tok granular.

Equipo para aplicar herbicidas

1. Bomba de motor

2. Bomba de espalda

3. Equipo mecanizado

4. Avionetas, Helicópteros

Las presiones más indicadas para aplicar yerbicidas son de 30 a 40 libras por pulgada cuadrada.

Los galonajes más convenientes son:

5 a 10 galones por cuerda cuando se usan avioneta o helicóptero.
20 a 40 galones por cuerda cuando se usa un tractor.
50 a 100 galones por cuerda si se usa bomba de espalda.

Use boquillas o pisteros de chorro grueso, en forma de abanico. Las mejores boquillas para asperjar yerbicidas son las número 8002, 8003 y 8004.

## PRECAUCIONES GENERALES EN EL USO DE YERBICIDAS

1. No use un yerbicida para un cultivo en particular, a menos que lo indique la etiqueta. Siga las instrucciones de la casa que lo manufactura.

2. Use los yerbicidas en forma tal que no haya residuos en las cosechas, sopena de que sean confiscados. Las tolerancias o residuos son establecidas por la Food and Drug Administration de los Estados Unidos.

3. Algunos yerbicidas matan solamente yerbas específicas.

4. El suelo debe tener suficiente humedad para que los yerbicidas sean efectivos. No espere buenos resultados en suelos secos.

5. Los yerbicidas son más efectivos bajo condiciones que favorecen la germinación y crecimiento rápido de yerbas.

6. El uso excesivo de yerbicidas puede causar daño al cultivo económico. Ningún cultivo es totalmente resistente a yerbicidas.

7. Use aplicaciones más ligeras en suelos laxos, en comparación a suelos pesados. En suelos orgánicos se necesitan aplicaciones más fuertes que en los suelos minerales pesados.

8. Cuando use polvo humedecible, esté seguro que el líquido en el tanque se agite constantemente según se va aplicando el yerbicida.

9. El "boom" y los pisteros deben estar ajustados en tal forma que apliquen el material cerca del suelo, para evitar acarreo por viento.

10. Marque el equipo a usar en yerbicidas.

11. Limpie el equipo bien después de la aplicación del material.

12. Evite que le caiga yerbicida en los ojos, en la piel o en la ropa. Antes de usarlo consulte la etiqueta para ver el tratamiento a seguir en caso de accidentes.

13. No guarde un yerbicida en un recipiente que ha sido usado para otro yerbicida .

14. No almacene yerbicidas junto a abonos, semillas, insecticidas o fungicidas.

15 No permita la contaminación de canales de riego, o de agua potable como yerbicidas.

16. Use siempre agua y equipo limpios.

17. Vientos fuertes, boquillas de chorro fino y presiones altas causan acarreo por el viento del yerbicida.

# NATURALEZA, MODO DE ACCION Y TOXICIDAD DE CIERTOS GRUPOS DE HERBICIDAS.

Jorge Toro Rosario *

I. Compuestos Inorgánicos:

A. Acídos: $H_2SO_4$, HCE

B. Sales Inorgánicas: Borascu, $CuSO_4$, $FeSO_4$, NaCL, KCL, Nitrato amónico.

C. Arsenicales:

a. Antiguos: Arseniato Sódico, Arsenito Sódico

b. Modernos: Ansar 138, Ansar 184, Ansar 170.

El ión arsénico desnaturaliza las proteínas; precipita el protoplasma y puede inactivar enzimas. Retarda la respiración tanto en plantas como en humanos .

Los compuestos arsenicales modernos són significativamente menos tóxicos que los antiguos. 0.2 granis puede ser fatal a humanos; 2-4 onzas a vacunos; puede intoxicar tierras ( arroz muy susceptible).

D. Metalo-Orgánicos

Clorato de Sodio, Cianamida Cálcica, Cianatos de Potasio, y Sodio, PMA, A nate .

Por lo general, estos compuestos aumentan la respiración; bajan las reservas, alimenticias o actuán como oxidantes de cromógenos respiratorios.

Su toxicidad a animales es como 1 libra por 1000 libras de peso vivo.

II. Compuestos Orgánicos

A. Aromático-Carbocilicos.

Este gran grupo incluye acidos fenuxiaceticos, fenilacéticos, benzoicos, tálicos y talámicos.

Algunos yerbicidas de este grupo son, 2-4-D; 2-4-5T;

---

* M.S. Profesor investigador en Olericultura. Univerdidad Puerto Rico.

MCPA, 2,4,DB; Sesone, 2,4,DEP; amiben, nitroben, Alanap; etc.

Generalmente estos yerbicidas se concentran en tejidos embriónicos y meristemáticos de plantas susceptibles a las cuales les afectan las enzimas, estomas turgides de células y otros efectos histológicos. El daño es crónico ya que son en su mayoría translacolizables u hormonales.

Por regla general son poco tóxicos a animales de sangre caliente. $LD_{50}$ es de 300-1,000 mg por Kg de peso vivo.

Su uso mayor es como post -emergentes selectivos contra malezas de hoja ancha.Algunos se usan contra especies leñosas tales como el 2,4,5-T; 2,4,5-TP y Ammate.

B. Acidos Alifáticos

Los más prominentes en este grupo son TCA y Dalapón (Dowpon)

Ambos son usados como post-emergentes selectivos contra gramíneas. Son de toxicidad crónica si se usan en dosis moderadas. Son translocalizables . Precipitan las proteínas y obstaculizan la formación de ácido pantoténico. Debe usarse el producto fresco ya que al hidrolizarse disminuyen sus propiedades herbicidas.

C. Fenoles Sustituídos

El PCP y DNBP mayormente han sido usados para fortificar aceites. Los aceites fortificados han sido usados ampliamente como post-emergentes generales de contacto en café, bananos y frutales.

Estos fenoles estimulan o inhiben la respiración según la dosis; inhiben la oxidación y fosforilación de piruvatos además de coagular las proteínas.

Son sumamente tóxicos a humanos, animales y peces.

D. Derivados Heterocíclicos de Nitrógeno

Este grupo incluye las triazinas y triazoles; los

cuales son usados mayormente como pre-emergentes en maíz, caña de azúcar, piña y otros cultivos.

Incluye, Simazine, Atrazine, Clorazinc, Propazinc, Trictazinc, Prometryne, Ametryne, Simetone, Prometone, etc.

Aparentemente estos yerbicidas interfieren con la descomposición fotoquímica de agua a hidrógeno o oxígeno (conocido como la reacción de Hill). Esto obstaculiza la función clorofílica en plantas. La mayoría de las gramíneas tiende a desintoxicar estos compuestos. En dosis altas algunos actúan como esterilizantes de suelo.

Por regla general, son poco tóxicos a animales de sangre caliente.

E. Derivados Alifático-Orgánicos de Nitrógeno.

Aquí están incluídas las áreas sustituidas, amidas y carbamatos.

Algunos yerbicidas de este grupo son Fenuron, Monurón, Diurón, Linurón, Neburón, Catoran, IPC, CIPC, Vegadex, Eptam, Randox, Enide, Dymid, Stam-F34, etc.

Las áreas sustituídas interfieren con la Reacción de Hill y son poco venenosas a animales de sangre caliente. Son en su mayoría altamente residuales.

Los carbamatos son venenos mitóticos para las plantas. Hay posibilidad de que algunos tengan propiedades carcinogénicas y son irritantes a ojos, piel y garganta.

F. Aceites

Incluye un gran número de hidrocarburos tales como parafinas, olefinas y aromáticos que se conocen comercialmente como Varsol, Solventes Stoddard, Kerosen, Fuel Oil, Diesel Oil, Shalc Oil, etc.

Los más refinados son selectivos, mientras que la mayoría se usan como post-emergentes generales de contacto.

Los aceites, por su condición no-polar, entran a las hojas donde solubilizan los lipoides de la membrana

celular haciendo que la savia salga de las celulas. Penetran por estomas, cuticulas, epidermis, corteza y lesiones.

G. Miscelaneos

Aquí se incluyen varios grupos como :

a. Sales bipiridinas (Paraquat,Diquat)

b. Anilinas ( Treflan, Dipropalin)

c. Acido Picolinico ( Tordón o Piclorom)

d. Esterilizantes de suelo ( Bromuro de Metilo, Cloropicrina, Bisulfuro de Carbono, Mylone, etc.)

PERSISTENCIA DE HERBICIDAS EN UN SUELO LIMOSO (HUMEDO) CON POCO O NADA DE TEMPERATURA DE VERANO.

| Herbicida | Aplicación x Acre | Tratamiento | Tiempo Persistencia |
|---|---|---|---|
| 2,4-D | 1/2-3 libs. | Pre y Post-emergt. | 1-4 semanas |
| Sesone | 2-4 lbs. | Pre-emergente | 2-4 semanas |
| MCPA | 1/2-3 lbs. | Pre y Post-emergt. | 1-4 semanas |
| 2,4,5-T | 1/2-3 lbs. | Pre y Post-emergt. | 2-5 semanas |
| Silvex | 1/2-3 lbs. | Pre y Post-emergt. | 2-5 semanas |
| NPA | 2-8 lbs. | Pre- emergente | 1-4 semanas |
| 2,3,6-TBA | 1-3 lbs. | Pre-y Post-emergt. | 2-10 semanas |
| TCA | 40-100 lbs. | Post-emergente(controla gramas) | 50-90 días |
| Dalapon | 5-40 lbs. | Post-emergente (controla gramas) | 10-60 días |
| PCP | 5-20 lbs. | Pre y Post emergt. | 1-5 semanas |
| DNBP | 6-9 lbs. | Pre-emergente | 3-5 semanas |
| Amitrol | 2-10 lbs. | Pre y post-emergt. | 3-5 semanas |
| MH | 3-6 lbs. | Post-emergente | 1-5 semanas |
| Simazine | 1-4 lbs. | Pre-emergente | 3-6 meses |
| Simazine | 10-40 lbs. | Esterilizante de suelo | 6-24 meses |
| Fenuron | 4-40 lbs. | Esterilizante de suelo | 3-12 meses |
| Monuron | 1-3 lbs. | Pre-emergente | 3-6 meses |
| Monuron | 20-50 lbs. | Esterilizante de suelo | 6-20 meses |
| Diuron | 1-3 lbs. | Pre-emergente | 3-6 meses |
| Diuron | 10-40 lbs. | Esterilizante de suelo | 6-24 meses |
| Neburon | 2-8 lbs. | Pre-emergente | 3-6 meses |
| IPC | 4-8 lbs. | Pre-emergente | 2-4 semanas |
| CIPC | 4-8 lbs. | Pre-emergente | 3-5 semanas |
| CDEC | 4-8 lbs. | Pre-emergente | 3-5 semanas |
| EPTC | 2-6 lbs. 1 | Pre-emergente | 3-8 semanas |
| CDAA | 4-8 lbs. | Pre-emergente | 3-5 semanas |
| Cianamide Calcica | 400-4,000 lbs. | Pre-emergente | 1-5 semanas |
| Cianato de Potasio | 8-16 lbs. | Post-emergente | ningunas |
| Sulfato de amonio | 100-400 | Post-emergente | 1-3 semanas |
| Clorato de Sodio | 450-1,200 | Esterilizante de suelo | 6-12 meses |
| Arsénico | 750-1,000 lbs. ($As_2O_3$ equiv.) | Esterilizante de suelo | 6-24 meses |
| Boro | 1,000-3,000 lbs. | Esterilizante de suelo | 6-24 meses |
| | 50-400 gls. | Post emergente | Usualmente ninguna. |

# CONTROL BIOLOGICO DE INSECTOS

Dr. José de J. Castro Umaña *

**NOTA:**

La a discusión que sigue está estractada de Haffaker, C.B; P.S. Messenger y Paul DeBach: The natural enemy component in natural control y la Teoría del Control Biológico, In: Huffaker, C.B. (editor): Biological Control. Plenum Press New York-London, 1,971, capítulo 2:-16-67.

Es conocido por los biólogos el hecho de que en cualquier localidad, las especies de animales, se encuentran a niveles de población que les son característicos. Algunas especies son consideradas raras, otras muy raras, otras comunes y hasta abundantes. Además los investigadores han notado que el nivel de población que alcanzan cada especie es un "nivel de equilibrio" y que todo el conjunto de especies configura una situación biológica estable o "balanceada". Si no hay disturbios causados por el hombre, es común observar que en las mismas fechas, en un mismo lugar se encuentran, año tras año, las mismas especies, cada una en su nivel de "abundancia característica".

Este hecho se explica por interacción de los factores del medio ambiente (la llamada "resistencia ambiental") sobre los individuos que componen una población. En consecuencia, se considera evidente que el tamaño de cada población se encuentra bajo control natural, o lo que es lo mismo, que se encuentra "regulada".

Dos mecanismos han sido postulados para explicar la "regulación" o control del tamaño de equilibrio que alcanza cada población. Uno de ellos se puede resumir diciendo que el control es el resultado de la interacción de las fuerzas del medio ambiente de modo que, por pura casualidad, las condiciones "favorables" y las condiciones "desfavorables" se contrarrestan unas a otras, de modo que cualquier población animal sube y baja consecuentemente. Este mecanismo ha sido sostenido por Uvarov, (1,931), Thompson (1,939-1,956) y Andrewartha y Birch (1,954)

El otro mecanismo postulado se refiere a la acción de factores de regulación que dependen de la densidad de la población. Según este punto de vista una población aumenta en densidad cuando el ambiente es favorable, pero por este mismo hecho, da lugar a la acción de fuerzas represivas en el medio ambiente o dentro de la población misma, las cuales detienen el crecimiento de la

* Entomólogo, Universidad de San Carlos de Guatemala.

población o causan su declinación. Luego al bajar la densidad de población, dichas fuerzas, internas o externas relajan su acción y permiten que la población vuelva a crecer.

De estos dos mecanismos, el primero considera que el equilibrio está en el medio ambiente y el segundo considera que el equilibrio reside en la población misma. Los que sustentan el segundo mecanismo indican que sólo en tal caso es aplicable el concepto de "regulación" durante el tiempo, largo e indefinido.

El primer mecanismo aplica que el "control" del nivel de equilibrio se debe a factores que no dependen de la densidad de la población .Implica que las poblaciones pueden mantenerse dentro de los altibajos observados por los cambios incesantes de la favoralidad o de la magnitud de condiciones o eventos no relacionados con la densidad de población. Se considera suficiente, la existencia de factores de resistencia ambientales no dependientes de la densidad de la población, la heterogeneidad del medio ambiente en el tiempo y en el espacio, y el libre juego del azar en la acción de tales factores.

Huffaker, Messenger y Debach rechazan esta hipótesis por las razones siguientes (enunciadas por ellos mismos):

1. Porque dicha hipótesis se refiere principalmente a "cambios" en la densidad de población, sin ocuparse de las causas que motiven el que la población se mantenga a un determinado nivel de equilibrio.

2. Porque ella desestima o niega el hecho observado de la abundancia característica. No explica el porqué unas especies son siempre raras, otras comunes y otras abuntantes, aún cuando cada especie puede responder similarmente a cambios en los factores climáticos.

3. Porque según esa hipótesis, para lograr el "control" natural del nivel de población durante tan largo tiempo se presume que el cambio incesante de favorabilidad a desfavorabilidad a favorabilidad del medio ambiente, según las tolerancias de una especie, pueden estar tan delicadamente balanceado (balanceado sobre un filo de navaja) durante largos períodos de tiempo, como para mantener la población, sin que juegen ningún papel las tensiones relacionadas con la densidad.

4. Porque un balance tal como ese, sobre el filo de la navaja, en relación a las adaptaciones de una especie (un balance entre favorabilidad y desfavorabilidad) ~~es esencial-~~

mente un control por el azar y es incompatible con la idea del mejoramiento por adaptación que se produce a través de la evolución. Si, como Birch (1,960) presume, existen tendencias adaptivas para contrarrestar las presiones del medio ambiente (por ejemplo: aumento en la fecundidad, resistencia a enemigos naturales, todas éstas, según se presume independientes de la densidad de población), ello inmediatamente destruiría ese balance tan preciso a menos que automáticamente, al mismo tiempo se produjera un cambio represivo en el medio ambiente. Si así no fuera, la población mejorada aumentaría sin límite.

5. Por último y de lo más importante, la especial significancia de los procesos que dependen de la densidad (cuyo valor esencial es negada por la citada hipótesis) puede ser fácilmente demostrada, excepto en los casos mas intratables y de violentas fluctuaciones, con sólo provocar alta mortandad, o aumentar enormemente la población, o eliminar factores de mortandad, o bien aumentar los recursos, y luego notar las tendencias de la población.

El concepto de la regulación por factores que dependen de la densidad de la población se origina de autores tales como: Malthus (1,803), Woodworth (1,908), Howard y Fiske (1,911), Nicholson ( 1,933), y Smith ( 1,935).

Esta hipótesis ofrece una explicación para el hecho observado de la abundancia característica y, como ya se dijo su realidad puede ser demostrada fácilmente. Concuerda con la observación de que las densidades extremas inevitablemente ocasiona la falta de espacio y la inanición, y así también otros efectos como depredación, enfermedad y otros tipos de catástrofes; concuerda también con muchos estudios que demuestran que esas densidades extremas, a menudo no se alcanzan debido a la acción de factores que dependen de la densidad y que se manifiestan a densidades menores.

## DEMOSTRACION DE ABUNDANCIA CARACTERISTICA Y DEPENDENCIA DE LA DENSIDAD

A. La aplicación de insecticidas u otra acción severamente depresiva casi siempre va seguida por un resurgimiento de la población hasta llegar a su densidad original. Si sólo fuerzas independientes de la densidad fueran responsables del "control" de las especies, las especies tratadas con insecticida continuarían variando como antes, pero desde entonces

y para siempre lo harían alrededor de su nueva y más baja densidad de población.

B. Así también se ha observado que la adición de gran número de individuos a una población que se encuentra a su densidad característica, va seguida de una rápida declinación hasta el nivel caracteristico. Otra vez, si sólo actuaran fuerzas independientes de la densidad, la población así aumentada no debería declinar y se debería mantenerse oscilando alrededor de la nueva y más alta densidad.

C. Se ha observado también que un cambio en cualquier factor ambiental significante (por ejemplo riego, uso de pesticidas que afecten a un enemigo natural eficiente, o un cambio en las propiedades de la especie) ocasionará un cambio en la densidad característica. En este caso se hace notar que el proceso que regula la densidad de población, y que determina el nivel de abundancia característica, lo hace siempre en relación a las condiciones del medio ambiente y en relación a las propiedades de la especie.

A manera de definición, la acción dependiente de la densidad, o acción reguladora incluye las acciones de factores ambientales, en forma colectiva o singular, que se intensifican conforme la población aumenta más alla de un nivel característico y se relajan conforme baja la densidad, de tal manera que se impide el aumento de la población más allá de un máximo característico, así como también se hace menos probable su extinción. El proceso no garantiza en contra de la extinción.

## LA REGULACION POR MEDIO DE ENEMIGOS NATURALES

Según Huffaker y Messenger (1,964) el parásito o predator más confiable y eficiente es el que acusa una relación dependiente de la densidad con su huésped o presa. Quiere decir que el huésped es regulado por su enemigo a su vez es regulado por el número de huéspedes. Así es que un insecto fitófago es limitado por su predator o parásito y no por su alimento, pues la relación parásito-huésped, o predator-presa, cuando existe, impide la relación insecto-planta. Esto quiza sea lo que da cuenta del hecho de que la mayoría de los insectos fitófagos son relativamente inócuos. Sin embargo no se presume que los insectos fitófagos rara vez sean limitados por su disponibilidad de alimento. Hay especies que actúan como reguladores de sus huéspedes vegetales, y a su vez son regulados por la disponibilidad de

éstos últimos. Los casos de control biológico de malezas ilustran esta relación.

El control biológico se basa en la premisa de que muchas especies nocivas de plantas y animales, pueden ser, sujetas a control, probablemente a regulación, mayormente por sus propios enemigos naturales (parásitos, predatores y agentes patógenos) o por los enemigos naturales de especies congéneres en otras partes del mundo si fueren introducidos.

Varias son las características que debe poseer un parásito o predator para ser eficiente, a saber: adaptabilidad a las condiciones variantes del medio ambiente físico; capacidad de búsqueda del huésped o presa, incluyendo su mortalidad general; capacidad de aumentar su población en relación al hésped o presa, sincronización del ciclo de vida con la presa; habilidad para sobrevivir períodos en que la presa está ausente.

## CONCEPTOS QUE DESAFIAN A LA TEORIA Y PRACTICA DEL CONTROL BIOLOGICO

Recientemente se han difundido varias ideas que suscitan controversia en cuanto a las premisas y prácticas del control biológico, son éstas:

1. La idea de que la premisa del control biológico descansa primordialmente en el concepto de la estabilidad del ecosistema, siendo ésta última dependiente de la diversidad de especies.

2. Que la introducción múltiple de especies enemigas conduce más probablemente a un grado de control menor en contraste con la introducción de una sola ("la mejor") poc aspecie.

3. Que las especies polífagas son mejores enemigos que aquellas que son altamente específicas.

4. Que el control biológico es aplicado sólo a las plagas que dañan el producto comercial indirectamente.

5. Que se han registrado pocos casos de éxito en el control biológico y por tanto el esfuerzo es de poca promesa.

6. Que en los lugares donde los enemigos naturales y sus huéspedes han estado asociados entre sí por largo tiempo, se habría establecido ya una relación "armoniosa" por lo cual el grado de control ya no sería substancial. Es fácil hacer notar que todos estos conceptos críticos del control biológico son

erróneos en su concepción, o bién no se compaginan con la evidencia. Empecemos:

## DIVERSIDAD DE ESPECIES Y LA ESTABILIDAD DEL ECOSISTEMA

Thurnhull (1,967) ha escrito lo siguiente "La filosofía que respalda esta práctica (la importación de especies para el control biológico) es la de que la estabilidad de la comunidad es resultante de la diversidad del medio ambiente".

Pero resulta que la estabilidad de la comunidad lograda por la diversidad no es necesariamente un objetivo del control biológico. Sí es, a menudo, un hecho secundario, y la existencia de una diversidad de especies enemigas serviría como un estabilizador (un "volante") que tendería a mantener cierto grado de control sobre la plaga, cuando un enemigo importante se volviera ineficaz, alguna vez o en algún lugar, por cualquier razón. DeBach sostiene que "un enemigo realmente eficaz puede ser, y con frecuencia lo es, suficiente para regular una especie hospedera a bajos niveles de población, aún cuando su colonización pudiera eliminar otras especies enemigas, y de hecho reducir la diversidad de enemigos naturales".

## INTRODUCCIONES MULTIPLES VERSUS INTRODUCCIONES SIMPLES

Watt (1,965) plantea algunos enunciados, en parte como sigue:

"No hay razón para liberar un número de diferentes especies para que actúen como agentes de control biológico, en contraste con una sola especie cuidadosamente evaluada".

En relación a ésto la premisa del control biológico es que la introducción de especies de acción altamente específica, además de "la mejor" especie no es perjudicial.

Se considera fuera de la realidad el que se intente encontrar y jerarquizar todos los posibles candidatos a la introducción para poder determinar "la mejor" especie, que deba introducirse. Además, nadie ha establecido un conjunto de criterios para poder pre-jerarquizar a determinadas especies. Aún más los árduos estudios bioclimáticos efectuados sobre parásitos del áfido manchado en California, y que se han realizado durante largos años, indican que no se puede encontrar una sola especie enemiga, que en más alto grado que otras, posea los caracteres que se consideran importantes, como lo son: rapidez y eficacia en la búsqueda del huésped, fecundidad, habilidad discriminatoria, tasa de ataque,

sincronía con el ciclo de vida del huésped, y otros más. El tiempo (muchos años)y dinero que se empleará para realizar estudios tan exhaustivos antes de efectuar cualquier introducción sería imprudente e innecesario.

ESPECIES POLIFAGAS VERSUS ESPECIES MONOFAGAS O ESTENOFAGAS

Watt((1,965) escribió: "..Los más inestables agentes de control biológico y por éso capaces de controlar una plaga inestable, serán polífagos". Ello parece implicar que una plaga que es inestable (que con frecuencia brota y declina a bajos niveles) sería inestable sin que importe qué clases de enemigos pudieran atacarla. Más bien es de considerar que el hecho de ser inestable significa que la plaga no se encuentre bajo un control biológico confiable y efectivo.

Históricamente, todos los resultados sobresalientes obtenidos mediante la introducción de especies, han sido logrados por enemigos naturales altamente específicos a su presa o huésped. Se hace notar que algunas especies estenófagas pueden ser estrictamente monófagas en relación a un determinado cultivo o habitat , y también se ha hecho notar que las especies eurífagas parecen servir en el balance de la comunidad, mientras que las formas altamente específicas a su presa o huésped, sirven en el control y balance de una especie en particular.

LAS PLAGAS DIRECTAS E INDIRECTAS Y EL CONTROL BIOLOGICO

Turnhull y Chant (1,961) enuncian " las plagas indirectas son sujetos susceptibles de control biológico;las plagas directas no lo son". Plagas "directas" serían las que atacan y dañan el producto comerciable. El excelente control biológico de la escama del olivo (Parlatoria olease --(colvee) en California se puede citar como una clara excepción a tan arbitraria declaración. Aunque es cierto que este insecto ataca las hojas brotes tiernos y partes leñosas y, cuando es abundante baja el rendimiento "indirectamente", también es cierto que se asienta selectivamente en proporción de 10.1 sobre los frutos en el otoño y que una sola escama puede causar que un fruto sea descartado. Sin embargo, se mantiene un alto grado de control comercial. Hubiera sido lástima si no se hubiera hecho ningún esfuerzo para controlar esta severa plaga de unas 200 plantas hospederas, con base en que es una plaga directa y por tanto "no apropiada" para el control biológico.

## LA IDEA DE QUE EL CONTROL BIOLOGICO ES UN ESFUERZO POCO RENTABLE

Tal vez el concepto más dañino al control biológico y uno claramente erróneo, es la idea de que han habido tan pocos éxitos, y éstos han sido tan limitados en su alcance geográfico, que realmente el control biológico es poco rentable.

Taylor (1,955) declaraba "...Sé que es (el control biológico), el mejor de todos los métodos para el control de plagas, cuando funciona, pero rara vez funciona, y ofrece muy poca promesa en áreas continentales".

Decker (1,962) declara ante un auditorio que el control biológico ha sido probado extensamente y ha fallado; que el caso del control biológico de la cochinilla algodonosa (Icerya purchasi Mask) por la vedalia (Rodolia cardinalis (Mulsant) es casi de lo único que se blasona.

Los que sostienen tal punto de vista, consideran suferficialmente o distorsionan el registro de 70 o más éxitos completos y mayormente desestiman la lista de éxitos parciales.

Huffaker (1,962) en esa misma ocasión recordó a los agentes que en California, para mencionar solamente un lugar, cuando se ha logrado, con especies introducidas, el control biológico de las siguientes especies: Cochinilla algodonosa (Icerya-Purchasi Mask); escama roja de California (Aonidiella aurantii (Mask),escama amarilla (Aonidiella citrina (Coq.),escama San José (Quadraspidiotus perniciosus (Comst). escama púrpura (Lepidosaphes beekii (Newm.), escama nigra (Saissetia nigra (Nietn)), escama negra (Saissetia olea) e (Bern)), Afido del durazno (Acvrthosiphon pisum (Harris)); Pulgón manchado de la alfalta (therioaphis trifoliia (Monell)) y otros más.

En cuanto a la rentabilidad del control biológico "Simmonds (1,967) declara mordazmente " Hay críticos... que pretenden afirmar que los resultados logrados obtenidos no son realmente conmensurables con el esfuerzo y el dinero empleados, que los éxitos han sido pocos y muchos los fracasos; que la mayoría de los problemas para los cuales podría ser útil el control biológico ya han sido investigados y de ahí que el método se ha exhibido pobremente y no tiene futuro". Simmonds pudo a su vez presentar una refutación completa a las presuntas afirmaciones de los críticos. Entre otros, se menciona el caso del control biológico de la escama del coco, Aspidiotus destructor Sign. en la Isla Principe cercana la Costa occidental de Africa. El control se logró al costo único de US $ 10,000 y sólo en los primeros diez años siguientes se estima que las economías logradas acendían a U.S.$ 2,000,000.

Tales beneficios continúan. Por el mismo estilo el control biológico de la maleza Cordía macrostachya (Jacquin) se logró en isla de Mauricio a un costo de US$ 28,000 y los beneficios acumulados durante 15 años sumaron unos US$ 4,200.000 . Simmonds presentó casos y casos, muchos de ellos acusando rentabilidad hasta de 25,000 por ciento. Se hace notar que más de 250 casos de control biológico completo o parcial se han logrado con insectos introducidos, y ésto omite el papel de los muchos agentes nativos de control biológico.

Esto no obstante, en la literatura se reconoce que gran mayoría de especies introducidas para el control de muchas plagas, aunque se han establecido, no han dado un resultado significante.

Turnhull (1,967) también pretende afirmar que la proporción de especies introducidas que logran establecerse es baja y por tanto el control biológico no promete. Pero en realidad la proporción de las introducciones que logra establecerse no tiene mayor relevancia. Si se obtiene un éxito con lograr finalmente el establecimiento de una especie aún cuando una docena hayan fracasado, el número de especies fracasadas es de poca importancia, pues el esfuerzo realizado para su importación es pequeña en relación al beneficio económico alcanzado.

Chant (1,966) afirma que el ahorro para la agricultura estadunidense, por cada dólar invertido en la investigación del control biológico ha sido de una magnitud del treinta por uno.

En conclusión:

1. Es necesario poner mayor énfasis en el descubrimiento e importación de enemigos naturales. Se están dejando pasar muchas oportunidades.

2. Tanto las plagas nativas como las exóticas son sujetos susceptibles de ser controladas por enemigos naturales importados.

3. Las plagas directas pueden ser sujetos apropiados para el control biológico, pero las probabilidades de éxito pueden ser algo más bajas que en el caso de plagas indirectas.

4. La importación de un complejo diverso de enemigos naturales es la única manera práctica de obtener la mejor especie para un habitat determinado, o bien la mejor combinación para di-

cho habitat aún más, la mejor combinación para toda el área de distribución de la plaga.

5. El principio de desplazamiento competitivo implica que la competencia entre enemigos naturales normalmente no va en detrimento de la regulación de la población hospedera; de hecho el desplazamiento de un enemigo eficáz por otra significa que el segundo es más efectivo y ejercerá un mejor grado de control.

6. Generalmente hay un mejor enemigo para cada plaga en un habitat determinado, pero un segundo o tercer enemigo puede mejorar el control y pueden de hecho ser necesarios. El Mejor enemigo puede ser diferente para habitats diferentes, por lo que generalmente no hay un mejor enemigo en toda el área de distribución de la plaga. Por tanto, todos los enemigos que prometan deben ser importados y probados.

7. Desde el punto de vista práctico no es necesario que la importación de enemigos naturales sea precedida por una larga investigación básica sobre la ecología de la plaga. No es probable que tales estudios sirvan de ayuda a un enemigo realmente eficaz; si aportan un mejor compresión y debieran realizarse despúes de efectuar las introducciones.

8. El éxito que al final se obtenga con un enemigo natural que sea candidato a la introducción no puede ser predecido, pero si pueden seleccionarse los que sean prometedores. Un enemigo natural efectivo posee las siguientes características:

   a. Alta habilidad en la búsqueda del huésped o presa,

   b. alto grado de especificidad o preferencia en relación al huésped o presa,

   c. buena capacidad reproductiva en relación al huésped o presa y

   d. buena adaptación a una amplia variedad de condiciones ambientales. La característica más esencial es la enumerada en (a.)

9. Ninguna área geográfica, cultivo o plaga (insecto) debe ser prejuzgada inapropiada para el control biológico. La amplia variedad da resultados exitosos que han obtenido con la importación de enemigos naturales indica que casi todo es posible.

LITERATURA CITADA POR HUFFAKER, MESSENGER Y DEBACH op.cit.

1. Andrewartha, H.G. and L.C. Birch 1,954. The Distribution and Abundance of Animal. Univ. Chicago Press, Chicago, 782 pp.

2. Birch, L.C. 1,960. Stability and instability in natural populations. New Zealand Sci. Rev. 20: 9-14.

3. Chant, D.A. 1,966, Integrated control systems. Pp. 193-218. In Scientific Aspects of Pest Control. Natil Acad. Sci., Natil. Res Council, Publ. 1,402.

4. Decker, G.C. 1,962. Pesticide-wildlife relationships. Proc. Congr. Coordinated Program on Wildife Management and Mosquito Suppression, Yosemite Natil. Park, Oct. 15-18,1,962:1-17 (Mimeo)

5. Howard, L.O., and W.F, Fiske. 1,911 The importation into the United States of the parasites of the gipsy moth and the brown-tail moth. U.S. Dept. Agr. Bur. Entomol. Bull. 91, 312 pp.

6. Malthus, T. R. 1,803. An Essay on the Principle of Pupulation as it Affects the Future Improvement of Society J. Johnson, London, 2 nd ed. 610 pp.

7. Nicholson, A.J. 1,933. The balance of animal populations J. Anim. Ecol., Suppl. to Vol. 2: 132-178.

8. Simmonds, F.J. 1,967. The economies of biological control. J.Roy. Soc. Arts, Oct. 1,967, pp 880-898.

9. Smith, H.S. 1,935. The role of biotic factors in the determination of population densities J.Econ. Entomol. 28:873-898.

10. Taylor, T.H.C. 1,955. Biological control of insect pests. Ann. Appl. Biol. 42: 190-192.

11. Thompson, W.R. 1,939. Biological control and the theories of the interactions of populations. Parasitology 31:299-388.

12. Thompson, W.R. 1,956. The fundamental theory of natural and biological control. Ann. Rev. Entomol. 1: 379-402.

13. Turnbull, A.L. 1,967. Population dynamies of exotic insects. Bull.Entomol. Soc. Amer. 13: 33-337.

14. Turnbull, A.L., and D.A. Chant. 1,961 The practice and theory of biological control of insects in Canada. Can. J. Zool. 39: 697-753.

15. Uvarov, B.P. 1,931. Insects and climate. Trans. Entomol. Soc., London 79: 1-247.

16. Watt, K.E.F. 1,965. Community stability and the strategy of biological control. Can. Entomol. 97: 887-895.

17. Woodworth, C.W. 1,908. The theory of the parasitic control of insect pests. Science, N.S. 28: 227-230.

# CONTROL INTEGRADO DE INSECTOS

J. Maldonado Capriles *

## A. Introducción.

Las multiples definiciones de que es control integrado todas coinciden en dos puntos, a saber, que tiene un trasfondo ecológico y que busca reducir al mínimo el uso de pesticidas.

Experiencias tenidas por algunos de nosotros en el campo de la malariología nos recuerdan que estuvimos practicando hace años actividades que hoy llamaríamos control integrado.

Como hay que usar otros métodos para matar insectos, en lugar de insecticidas, es conveniente repasar los métodos disponibles en lo que podríamos llamar control clásico.

## B. Métodos de control clásico

1. Resistencia. De plantas a insectos , y otras plagas, causa; antibiosis, tolerancia o preferencia.

2. Parásitos, depedadores y competidores.

3. Microbiano. Virus, bacterias, protozoarios, hongos, ricketsias, nemátodos.

4. Manejo genético. Este punto fué el que mas interés despertó. Las posibilidades de manipular el mensaje genético, especialmente con nuevas técnicas tales como la "hibridación parasexual" y la fecundación de células somáticas por espermatozoides, ofrece oportunidades que encajan perfectamente en el control integrado.

5. Prácticas agrícolas

6. Físico y mecánico

7. Antimetabolitos incluyendo hormonas, feromonas, etc.

8. Atrayentes y repelentes

9. Esterilización.

Químicos; energéticos. Se señaló la enorme importancia de la taxonomía cuando se piensa usar este método.

---

* Ph. Profesor de la Universidad de Puerto Rico.

Aprovecho la oportunidad para hacer incapie la importancia de la investigación básica y pura si es que se van a lograr adelantos en nuestra lucha contra las plagas. Creo que nuestra misión es, además de hacerle llegar al agricultor una variedad resistente o mejor, cosa que resuelve un problema inmediato, porqué esa variedad tiene esas características y propiedades e incorporar esos conocimientos al caudal de conocimientos científicos para lograr resolver de manera permanente los problemas que nos preocupan.

C. Control integrado.

Con el fin de que los participantes esten al tanto de lo que se debe llevar a cabo en un programa de control integrado, se da a continuación la lista que sugiere el panel de expertos de la FAO (FAO 1966) . Proceedings of the FAO symposlum on integrated pest control, Parts 1-3. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

1. Evaluación del control natural

2. Determinar los niveles económicos del daño.

3. Determinar la mortalidad de enemigos naturales por insecticidas y otras medidas de control.

4. Censo sistemáticos de plagas y métodos de predicción.

5. Estimular la variedad ecológica.

6. Mantener niveles mínimos de plagas para salvar enemigos naturales y evitar desplazamiento de especies.

7. Aprovechar actividades interdiciplinarias

8. Rotación de cultivos.

9. Control cultural

10. Uso de pesticidas selectivos o de modo que actuen como tales.

11. Variedades resistentes.

12. Programas de entrenamiento

13. Problemas administrativos.

Periódicamente hay que evaluar el programa. Esto debe verse desde tres puntos de vista: Funciona ? Es económico ? Cual es el efecto social- ecológico ?

D. Hacia adonde vamos ?. Luego de entender que estamos luchando con un terrible enemigo que no da cuartel las alternativas futuras son:

a. Actitud de

b. acomodarnos

c. saber que se puede llegar a una nueva agricultura aprovechando ingeniosamente recientes descubrimientos científicos cosa que solo se puede lograr con trabajo arduo y mucha imaginación .

( Sobre el particular se recomendó leer el artículo " Maximun Production Capacid of Food Crops" S.H. Wittwer. Broscience 24 (4): 216-224. 1,974 ).

## Nota biliográfica

- COMITE DE CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS DEL ALGODONERO.
  Guía de control integrado de plagas del algodonero para 1,973
  Edición especial por cortesía del Banco Nacional de Managua.
  Managua. Nicaragua. s.n.t. -

  Folleto impreso, 81 páginas, 11 x 16 cms.*

---

* Nota del compilador.

# RESULTADOS DEL CONTROL DE PLAGAS CON LIBERACIONES DE TRICHOGRAMMA EN 1972

Ing. Agr. Oscar Vigil B.

## Introducción

La alta inversión que es necesario realizar en la compra y aplicación del tonelaje de insecticidas que anualmente se utilizan para el combate de plagas del algodonero en El Salvador, más los límites que el control químico nos presenta y la resistencia progresiva de algunos insectos a los insecticidas, son factores que deberán hacer reflexionar a los investigadores técnicos y agricultores del país, para la búsqueda y empleo de una combinación eficaz de métodos de cambate de plagas, mediante medidas culturales efectivas; control biológico con micro-organismos o liberaciones de parásitos, y como resurso emergente el uso racional de los insecticidas.

La aplicación de este sistema constituiría el llamado CONTROL INTEGRADO, en donde todos los métodos o formas que tienden a dificultar, disminuir o eliminar la vida de los insectos, deberán armonizar rigurosamente.

En los países donde este control es factible, constituye el sistema ideal, porque tiende a estar en mayor equilibrio con la naturaleza, proporcionando un control de plagas más económico, permanente y con menos resíduos. Empleando todos los recursos para obtener un mayor beneficio sin ocasionar disturbios considerables en el medio ambiente y con ello hacer posible una vida más sana, tanto en la ciudad como en el campo.

Ejemplos de este tipo de control nos lo dan exitosamente Perú contra varias plagas del algodonero. Asimismo México, contra el mismo complejo de plagas, especialmente para el combate de Heliothis zea Bod. que ha adquirido amplia resistencia a los insecticidas, tanto clorados como fosforados, y que pasó a ser una plaga de primer orden con el uso intensivo de los insecticidas.

Naturalmente que el control integrado no es una panacea, ya que existen plagas que no tienen enemigos naturales y requieren de una tecnología especializada en la aplicación de productos químicos específicos para obtener resultados económicos.

Desde el año de 1,969 la Cooperativa Algodonera a través de su Departamento de Investigación ha tratado de introducir mediante cría en laboratorio y adaptación a los medios encontrados

en el país, al parásito Trichogramma, liberando y evaluando su acción durante la recién pasada temporada, en un área de 14 mil manzanas de la zona algodonera, sobre las especies Heliothis y Alabama.

## I. FASE DE LABORATORIO

### Cría de EPHESTIA

Escogimos como hospedero intermediario al insecto más común dentro de todos los almacenes de granos, es decir Ephestia sp, de cuyos individuos se utilizan sus huevecillos que sirven a su vez para la cría de insecto benéfico Trichogramma; se ajustó, después de 3 años, una fórmula alimenticia que nos permite una producción industrial, la cual es a base de germen de trigo, harina de éste y levadura de cerveza. Apreciando su valor alimenticio y nutricional desde el punto de vista biomético al proporcionar un completo desarrollo a los individuos, para que estos factores no interfieran además en el curso de generaciones sucesivas, ocasionando bajas en la producción; es indispensable también que los insectos producidos reaccionen de manera análoga que en la naturaleza.

Esta fórmula posee además las propiedades físicas particulares que se adaptan a la capacidad del aparato bucal de las pequeñas larvas y su estructura facilita la salida de los individuos que han completado su ciclo.

### Cría de TRICHOGRAMMA

Una vez preparados los huevecillos de Ephestia se sujetan en cartones engomados para la multiplicación de Trichogamma, los cuales se introducen en frascos de vidrio y simultáneamente se coloca en el interior del frasco otro cartón con los parásitos próximos a emerger. Los micro himenópteros emergidos alcanzan rápidamente la madurez sexual, iniciando la ovipostura sobre los huevos de Ephestia que después de 8 días se convertirán en una nueva generación parásita.

El huevo de Trichogramma incuba durante algunas horas en el interior del huevecillo de Ephestia; al eclosionar emerge la larva que inicia su alimentación devorando el vitelo. Después de algunos días de permanecer en esta fase pasa sucesivamente al estado pre-ninfal, ninfal y adulto, eliminando lógicamente lo que iba a ser larva de Ephestia.

## II. FASE DE CAMPO

La Trichogramma producida por la Cooperativa Algodonera fue

liberada en un área de 14 mil manzanas, comprendidas entre la Libertad y el río Jiboa, gracias a la efectiva colaboración del personal del Programa de Algodón del C.E.N.T.A. (Zona 1) con sede en Rosario de La Paz, quienes absorbieron los principios bióticos necesarios para el buen manejo del parásito durante el transporte a las diferentes plantaciones de la zona, dividiendo el período de liberación en: intertemporada y temporada algodonera.

Liberación de INTER-TEMPORADA

Comprende los meses de febrero a junio y corresponde al espacio de tiempo transcurrido entre el final de una temporada y el inicio de la siguiente. Durante esta época se trató de interceptar con las liberaciones del parásito, las generaciones de Heliothis que sobrevivían en los cultivos de maíz "de apante", detectados en la zona, determinando la incidencia de este especie en un promedio de 10 huevecillos por cada cabellera ( Estigma) de maíz.

Con un total de 73,856.000 Trichogramma liberadas sobre este cultivo desde el 1° de febrero hasta finales de junio de 1,972; obtuvo un parasitismo general de 73% sobre los huevos de Heliothis presentes en las cabelleras de los maizales.

Este resultado parece prometedor y de gran valor para un futuro programa de control integral.

Liberación en la TEMPORADA ALGODONERA

La operación de liberación se continuó sin interrupción y en forma directa sobre el cultivo de algodón en el mes de julio para combatir las poblaciones de Heliothis y Alabama que normalmente se dispersan a partir de esta época, para atacar éste cultivo.

Es importante hacer notar que en la recién pasada temporada algodonera la ecología fue favorable desde el principio para el desarrollo de Heliothis, registrándose generaciones con elevados porcentajes de infestación que demandaban un mayor equilibrio entre el parásito benéfico TRICHOGRAMMA y la plaga; este balance no se pudo mejorar por las limitaciones materiales existentes en la cría del hospedero intermediario, pero que podrían ser superados en el futuro, al dejar demostrada la importancia del parásito.

La evaluación de la eficiencia de Trichogramma en la zona de liberación se hizo mediante la recolección periódica en las

plantaciones de muestras de huevecillos de Heliothis y Alabamma para examinar en el laboratorio su estado fisiológico, clasificándoles en :

a. Huevos parasitados por Trichogramma;

b. Huevos no parasitados;

c. Huevos con esterilidad natural.

Determinándose a la fecha de suspender las liberaciones ( 3 de septiembre) que con 110,000.000 de parásitos liberados directamente en algodón se obtuvo un parasitismo general en las 14 mil manzanas, sobre las especies Heliothis y Alabama de 56.1 y 72.4% respectivamente.

Con la población anterior arribamos a un promedio de 1585 avispitas Trichogramma liberadas por manzana, cifras que no supera al promedio semanal ni el resultado alcanzado en nuestra experiencia de 1,970 y que sirvió de punto de partida para el presente trabajo.

RESUMEN

La introducción de Trichogramma, cría y adaptación a las condiciones de El Salvador se exponen en sus fundamentales detalles, así como la cría del hospedero intermediario.

La extensión cubierta fue de 14 mil manzanas y en las plantaciones de maíz durante la intertemporada la presencia de Heliothis alcanzó un promedio de 10 huevos por cabellera, de los cuales 7 fueron eliminados por los parásitos liberados en esta época.

El control biológico efectuado por Trichogramma sobre los huevos de Heliothis y Alabama durante la liberación directa efectuada en el cultivo de algodón fue de 56.1 y 72.4 respectivamente.

Deberá considerarse que con 1,585 parásitos por manzanas liberados por semana, solamente son suficientes para mantener un balance hasta finales de agosto.

## BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION DEL CONTROL BIOLOGICO A BASE DE TRICHOGRAMMA CONTRA HELIOTHIS spp Y ALABAMA ARGILLACEA (HB) EN EL SALVADOR 1,971 trabajo presentado por la Cooperativa Algodonera Salvadoreña, Ltda., en la XXX Sesión Plenaria del Comité Consultivo del Algodón que se llevó a cabo en la ciudad de Guatemala.

1. Ing. O.Vigil B. y J.A. Fuentes R., PROGRAMA DE CONTROL DE
1. PLAGAS DE TRICHOGRAMMA en 1972. Documento # 63., C.A.S.L.

2. J. Guevara C., LOS PESTICIDAS EN RELACION CON EL MEDIO FISICO, LA OCUPACION Y EL CRECIMIENTO DEL INGRESO, 1,971

3. M. Dary, CONSERVACION Y PROTECCION DE LA BIOTA, 1,971.

Enero 18 de 1974.

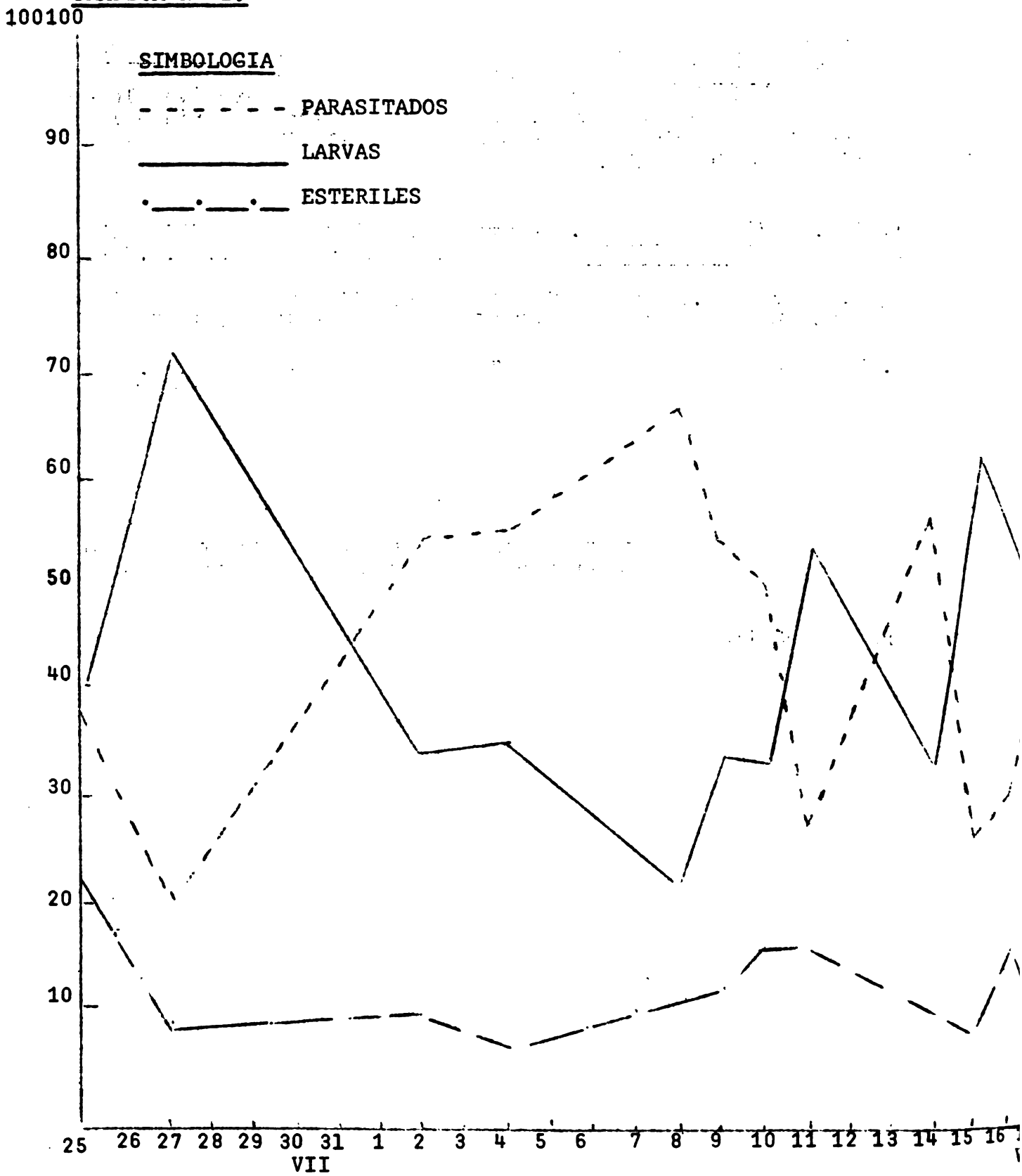
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES DEL ALGODON
COOPERATIVA ALGODONERA SALVADOREÑA, LTDA.

Anexo: Gráficas.

GRAFICA PARASITACION DE TRICHOGRAMMA

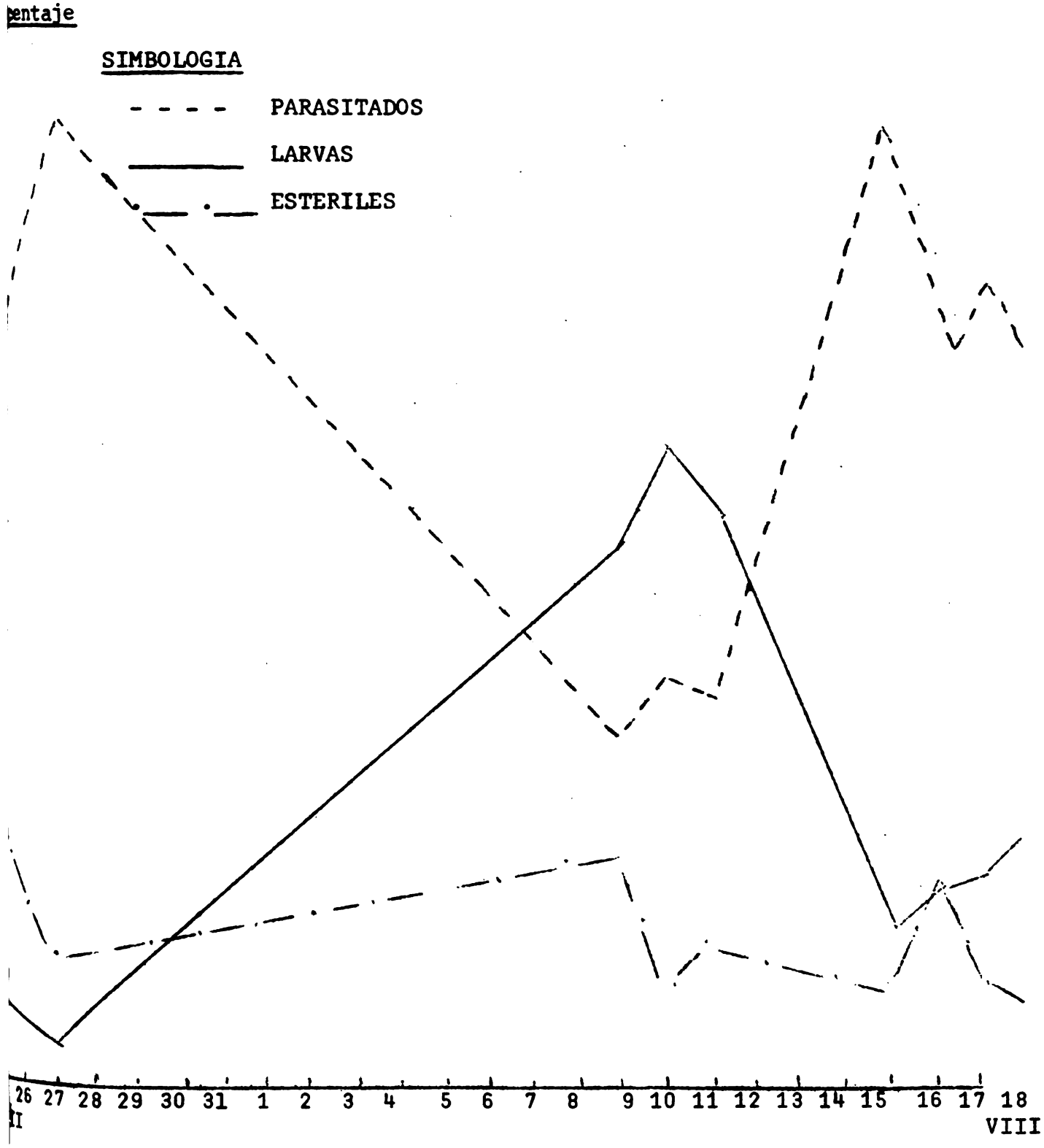
EN HELIOTHIS

GRAFICA Nº 1.



GRAFICA PARASITACION DE TRICHOGRAMMA
EN ALABAMA

GRAFICA Nº 2



# "METODOS DEL CONTROL INTEGRADO DE INSECTOS INCLUYENDO PRACTICAS CULTURALES, CONTROLES BIOLOGICOS, PESTICIDAS, VARIEDADES RESISTENTES Y OTROS METODOS PARA REDUCIR EL COSTO DE PRODUCCION"

La fuerte presión parasitaria en El Salvador, especialmente en la zona algodonera, impone un alto costo de producción. El control de insectos absorbe en general de 35 a 40% de este costo. El ambiente de la costa del país, con una temperatura de 26 a 28°C., una humedad relativa de 65 a 80% y un promedio diario de horas de luz de 8.1 a 8.6 favorece el desarrollo de los insectos, así como también la diversificación de sus especies que atacan al algodonero.

El problema de control de insectos por su complejidad e importancia se está tratando de resolver atacándolo desde diferentes ángulos.

## Prácticas culturales

En 1,964 la fecha de siembra del algodonero se extendía desde el 15 de junio hasta fines de septiembre, aun cuando podía observarse terrenos húmedos sembrados en noviembre. Este lapso tan grande permitía a las plagas emigrar a las plantaciones que proporcionaban un mejor medio de desarrollo para ellas, no existiendo por lo tanto un período grande de inactivación que redujera su reproducción.

Ensayos efectuados con diferentes fechas de siembra demostraron la ventaja de las siembras efectuadas del 15 de junio al 15 de julio; siembras efectuadas 15 y 30 días después de esta última fecha presentaron una merma en la producción de 20 y 50%, respectivamente. Desde 1,967 la época de siembra se ha regulado y existen muy pocas siembras fuera del período óptimo, favoreciendo con esto la homogenización del desarrollo de las plantaciones, una mejor distribución de las plagas y un período de recolección y procesamiento del algodón más corto. Dentro de las prácticas culturales cabe mencionar los esfuerzos efectuados en la eliminación de plantas hospederas de plagas que atacan al algodonero, en especial del Amaranthus spinosus hospedera de Prodenia spp. y Estigmene acraea, de Portulaca oleracea y Euphorbia spp. hospederas también de Prodenia spp. y de plantas del género Ipomoea hospederas de Trichoplusia ni.

Especial atención ha recibido de parte de la investigación y de una campaña de erradicación la planta Sida rhombifolia y Sida acuta hospederas de virus del mosaico o arrugamiento, transmitido por Bemisia tabaci al algodón. Investigaciones efectuadas en 1,968 y 1,969 comprobaron que el Kenaf es una fuente de inóculo de virus transmisible al algodonero.

La eliminación temprana de los rastrojos del algodonero es una práctica de cultivo que ha permitido establecer una temporada inactiva para los insectos. La práctica recomendada en la eliminación de los rastrojos es la "chapoda" y la inmediata incorporación al suelo mediante una labor de arado que favorece la exposición de estadíos primarios a altas temperaturas como un medio de eliminación de los mismos.

Variedades resistentes

- En 1,967 fueron observados en El Salvador dos tipos de plantas que presentaban resistencias fisiológicas o conformaciones morfológicas que las volvían menos atractivas para los insectos: el tipo "frego" y un tipo "nectariless". En los dos tipos la presencia de Anthonumus grandis fue notablemente menor que en las variedades normales como Stonevelle 213. La incidencia de Heliothis zea fue también menor en los tipos mencionados, pero tanto la frego como la nectariless presentaron una producción significativamente menor que la Stonevelle 213.

- Tratando de mejorar la producción de estos dos tipos se efectúa un programa de selección directa y de cruzamientos, el cual ha dado los resultados siguientes: en frego el programa de selección directa no aportó ningún mejoramiento en los caracteres rendimiento al desmote y producción; la frego demostró una mayor sensibilidad a Xanthomonas mal vacearum y su mejoramiento se prosigue solamente por la vía de cruzamientos con otras variedades. Con plantas nectariless se ha obtenido descendencias con características cuantitativas y cualitativas interesantes para los agricultores, pudiendo ser variedades comerciales si se comprueba la menor atracción a los insectos.

- Trabajos realizados con plantas con alto contenido de antocianina han demostrado presentar una menor atracción a Trichoplusia que las plantas normales. Por otra parte, plantas con el carácter glandless han presentado una mayor atracción a Altícide.

Tratando de obtener plantas resistentes a enfermedades se está trabajando con descendencias originarias de los USA y Africa, gene b7 y genes B2 B3 respectivamente, resistentes a la bacteriosis.

La conservación del carácter resistente al virus del mosaico de la BJA 592 con las interesantes características agronómicas de las variedades USA han sido una de las metas más inportantes. Actualmente se cuenta con líneas avanzadas reuniendo esos caracteres, pero presentando aspectos que deben mejorarse, como débil "storm prooff, fácil acame.

Control Biológico

El parasitismo del cultivo del algodonero está dominado por Heliothis zea, Anthonomus grandis y Alabama argillacea. Anthonomus se presenta en niveles peligrosos a finales de septiembre, mientras que el Heliothis está prácticamente presente durante todo el ciclo vegetativo con poblaciones más elevadas durante la fructificación; a esto contribuye el hecho de que en El Salvador se cultive maíz durante todo el año.

El daño al algodonero de Heliothis zea y de Alabama argillacea es proporcional al número de larvas y éstas al número de huevecillos fértiles. Se ha pensado que con el empleo de una técnica de lucha biológica a base del parásito ovífago Trichogramma antes del inicio de los primeros tratamientos químicos, se tendría una mayor oportunidad de integrar armoniosamente un control y de mejorar la rentabilidad del cultivo, retardando la fecha del primer tratamiento de insecticidas.

Mediante una colaboración entre la Dirección General de Sanidad Vegetal de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México y la Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), se pudo obtener un pie de cría de Trichogramma brasiliensis que fue reproducido en 1,970.

Dos años se ha experimentado en el campo con Trichogramma. En 1,970 se cubrió una extensión de 170 ha. con liberaciones semanales de este parásito. Se trató de interceptar las primeras generaciones de Heliothis que se establecen en maíz, haciendo liberaciones en plantaciones de este cultivo circundante al lote experimental; el objetivo era establecer al mismo tiempo una población natural de Trichogramma que se incremente en el campo mismo para que posteriormente atacaran a las generaciones siguientes que acometen los botones florales y terminales del algodonero.

Para conocer la posibilidad de implantar una población capaz de establecer un equilibrio biológico entre Heliothis y Trichogramma se recolectaron con frecuencia toda clase de huevecillos, determinándose que Heliothis y Alabama eran parasitados con la

misma intensidad. Los huevecillos se clasificaron en tres grupos parasitados, no parasitados y estériles. El recuento de huevos parasitados, de los cuales emergieron efectivamente Trichogamma adultos, es un índice de efectividad de la lucha. Paralelamente al recuento de huevos no parasitados, de los cuales emergieron larvas dará el índice para iniciar las aplicaciones insecticidas contra estas especies.

El parasitismo de Trichogramma sobre Heliothis y Alabama fue siempre progresivo de 39% en el mes de julio a 95% al mes de septiembre, decayendo los primeros días de octubre al 84%, fecha en que fueron suspendidas las liberaciones.

En 1,971 fue repetida la experiencia en un campo de 630 ha. obteniéndose en un principio resultados similares a los de 1,970. Con estos halagadores resultados se ha programado liberaciones de Trichogramma para un área de 9,800 ha.

Pesticidas

La gran susceptibilidad de los insectos, en especial de los benéficos, a los productos tóxicos, hacen en principio incompatible la asociación entre el control biológico y los tratamientos químicos, pero el conocimiento de la ecología de las plagas, la biología de sus parásitos, la fisiología del cultivo y la especificidad en el uso de insecticidas de baja toxicidad para los enemigos naturales, son elementos que aplicados con criterio técnico podrían llevar adelante esta asociación.

Actualmente se conocen insecticidas que aplicados en época temprana respetan en cierto grado a los enemigos naturales de las plagas. En El Salvador el uso de Dipterex en época temprana es recomendable para el control de Alabama.

Ensayos efectuados con Azodrín o Nuvacron, Lannate y Tamaron han demostrado su especificidad contra Trichoplusia y Prodenia. Por su forma de alimentarse Bemesia tabaci ha podido ser controlada con insecticidas sistémicos, en especial con Dimetoatos. El Anthonomus es controlado actualmente en El Salvador con Parathion Methyl.

Aplicaciones a bajo volumen han tenido efectos ovicidas llegando a destruir la Trichogramma en embrión.

Las enfermedades que tienen importancia económica son: La podredumbre de semillas y enfermedades de plántulas (Rhyzoctonia, Phytium) mosaicos y las pudriciones de la cápsula (Colletotri-

chum, Phytphtora, Diplodia, Xanthomonas). La incidencia de las enfermedades de las semillas es sistemáticamente combatido por medio de la aplicación de fungicidas a la semilla, lo que permite reducir a niveles inócuos estas enfermedades y reducir la incidencia global de la bacteriosis.

Otros métodos para reducir el costo de producción

El cultivador del algodón cuenta, desde 1,966 con una asistencia técnica directa en el campo, con el fin de mejorar la eficiencia en el control de plagas. Esta asistencia ha sido proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Al mismo tiempo, organismos estatales autónomos financían a agricultores en pequeño y asesoran el desarrollo del cultivo. Este asesoramiento y financiamiento ha contribuido notablemente a asegurar el éxito del cultivo y al mejor conocimiento por parte de los agricultores del control de plagas. Esta asesoría ha establecido un sistema de recuentos de plagas y ha determinado niveles críticos de infestación en diferentes zonas; asimismo se ha controlado la calidad de los insecticidas para lo cual se instaló un moderno laboratorio desde hace 5 años. Este laboratorio ha dictado recientemente normas a las cuales deben someterse la calidad de los insecticidas.

Dado que más del 90% de la superficie cultivada con algodón es tratada con equipos aéreos, el Programa de Asistencia Técnica del Algodón calibra el equipo aéreo de acuerdo a la época y a las plagas; esto contribuye a mejorar la eficiencia de las aplicaciones.

## BIBLIOGRAFIA


1. Boulanger, J., Rivas, L.F., Vides, O.Vigil, O.- Resumen a la Junta Directiva del Funcionamiento del Departamento de Investigaciones 1,964-1,969. Doc. inédito.

2. Cooperativa Algodonera Salvadoreña, Ltda. Introducción del Control Biológico a base de Trichogramma contra Heliothis spp. y Alabama argillacea en El Salvador, C.A.S.L. Doc. inédito.

3. Desmidts, M. Informe a los Gobiernos Mienbros del OIRSA sobre la Mosca Blanca del Algodonero sector del virosis en Centro América. FAO No. At. 2857.

4. Lagiere, R. y Raynal G. Contribution a L'etude des pourritures des capsules du conniere en El Salvador. Coton et Fibres Tropicales Jun. 1,971.

5. Parry, G. y Rivas, F. Les Varietés cotonnieres en El Salvador. Le point en 1,969. Coton et Fibres Tropicales. Jun. 1,970.

6. Rivas L,, y Vigil, O.Sur le comportament des varietés Stoneville "Glandless-Nectariless" et Deltapine Smooth Leaf type "FREGO" en El Salvador. Coton et Fibres Tropicales. Dec.1,968.

7. Roux, J.B. La prodcution cotonniere au Salvador. Coton et Fibres Tropicales. Sept. 1,964.

8. Tirosh, Y. y Brito, M. Seis años de labores. Ramo algodón 1,966-1,971. Algodón 2-72 MAG. San Salvador,El Salvador.

9. Schütte, F. Métodos culturales para la regulación de la densidad de las principales plagas del algodón en El Salvador. DGIEA.MAG. San SAlvador, El Salvador.

10. Vigil, O. y Fuentes, J.A. Programa de Control de Plagas con liberaciones de Trichogramma en 1,972. Doc. inédito. Cooperativa Algodonera San Salvador, El Salvador.

# El uso de agroquímicos y la contaminación del medio.

Lic. Mario Dary R*

Contenido:

1. Las rutas de la energía y disponibilidad de energía para los seres vivos.
2. El ecosistema y los alcances de la Ecología.
3. La alteración de la sucesión ecológica: el disclimax agrícola.
4. La ruptura del equilibrio comunitario y el uso de agroquímicos.
5. La pirámide trófica y la contaminación del medio.
6. Economía biológica, desperdicio y reciclaje: bioética como posible enfoque y solución.

Managua, 15 de mayo de 1974.

* Director de la Escuela de Biología. Universidad de San Carlos.

## 1. Las rutas de la energía y disponibilidad de energía para los seres vivos.

### 1.1. Las rutas de la energía:

Los seres vivos requieren para su existencia tener a su disposición dos componentes indispensables e indisolublemente ligados: materia y energía. La primera se constituye en los materiales que integran a los propios organismos y al sustrato y medio en que se desenvuelve la vida. La segunda es el impulso que permite y logra todas las transformaciones del mundo natural, y para los seres vivos es la sobrevivencia -el metabolismo del ciclo vital- y la pervivencia -la reproducción o perpetuación del fenómeno vida.

Del poco más de un centenar de elementos químicos que constituyen la materia de nuestro sistema cósmico conocido, solamente alrededor de la quinta parte toman parte en la formación de la materia viva: son los elementos biogenésicos o formadores de vida. De ellos, cuatro asumen importancia fundamental, unos ocho secundaria en lo relativo a la proporción en que se encuentran formando parte de la materia viva y, finalmente, alrededor de diez se encuentran en cantidades tan pequeñas en la materia viva que es frecuente denominarles como microelementos o elementos traza.

| Elementos biogenésicos. | | |
|---|---|---|
| Primarios | Secundarios | Terciarios |
| Carbono (C)<br>Hidrógeno (H)<br>Oxígeno (O)<br>Nitrógeno (N) | Hierro (Fe)<br>Sodio (Na)<br>Potasio (K)<br>Magnesio (Mg)<br>Calcio (Ca)<br>Fósforo (P)<br>Azufre (S)<br>Cloro (Cl) | Litio (Li)<br>Cobre (Cu)<br>Zinc (Zn)<br>Boro (B)<br>Aluminio (Al)<br>Silicio (Si)<br>Flúor (F)<br>Bromo (Br)<br>Iodo (I)<br>Cobalto (Co) |
| 4 | 8 | 10 |
| | 22 | |

No es casual que sean precisamente elementos livianos -o de bajo peso molecular- los elementos biogenésicos primarios, y que formen parte del grupo más abundante en la superficie de la litósfera, de la hidrósfera y de la atmósfera.

Por supuesto, forman alrededor del 85 % de la masa total -la biomasa- de la biósfera.

De ello se sigue que la disponibilidad de elementos biogenésicos -de materiales de construcción para los seres vivos- es limitada. La biósfera no puede crecer más allá de la existencia y disponibilidad de materiales biogenésicos en el medio ambiente.

Este fenómeno que limita la vida fue intuido el siglo pasado (siglo XIX) por Justus Von Liebig. Por la misma razón, los materiales biogenésicos son de uso común a los seres vivos y se transfieren de unos a otros y del medio natural inorgánico (mineral) al organizado, en ciclos contínuos, en interrelaciones más o menos complejas y en períodos de diferente duración. Estos son los ciclos biogeoquímicos.

Los ciclos de los elementos, en su transferencia contínua, nos explican cómo los fenómenos vida y muerte, organización y desorganización, entropía y alotropía, son complementarios e interdependientes.

Finalmente, podemos prever que la biomasa de la biósfera es una cantidad constante, sujeta a contínuos cambios y en la que el principio de Lavoisier -considerado como la primera Ley de la Termodinámica- encuentra cumplimiento preciso.

## 1.2. Las rutas de la energía.

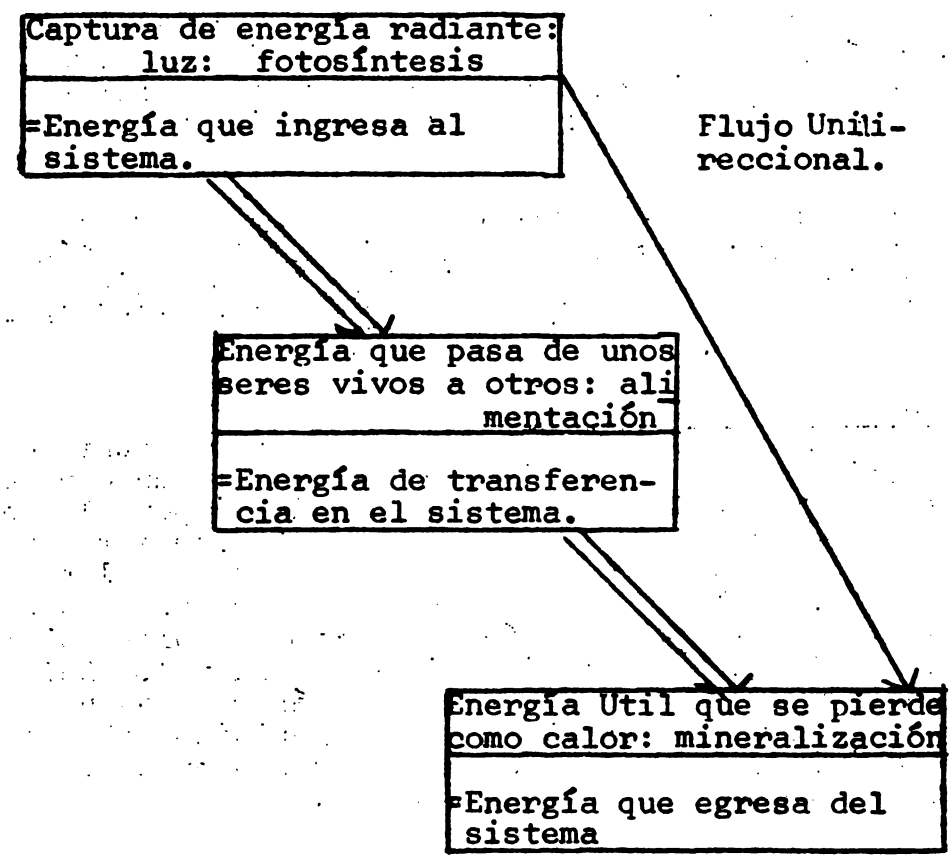
Toda la dinámica de la vida encuentra su punto de partida directa o indirectamente en el mundo vegetal fotosintético. Toda la energía disponible para la biósfera procede de la energía radiante luminosa de el sol, y que es capturada por el cloroplasto. Sólo en muy pequeña cantidad aprovechan los vegetales la energía de ciertos cambios químicos: la quimiosíntesis (hierro y azufre). Del medio mineral -del sustrato inorgánico- pasan la mayor parte de los elementos biogenésicos al mundo biológico, por medio de la acción del mundo vegetal; fundamentalmente el carbono.

La energía se transfiere de los vegetales a los animales, a través de las partes de sus organismos que son ingeridas y que contienen moléculas complejas poseedoras de enlaces químicos altamente energéticos: los llamamos alimentos.

Sin embargo, la transferencia energética no se hace sin pérdidas: la energía necesaria para conseguir y capturar los alimentos, la energía necesaria para integrarlos a un nuevo sistema, la energía necesaria para evitar la destrucción del sistema que se ha apropiado del alimento, etc. Esto señala hacia dos fenómenos cruciales: la energía se transfiere en una sola dirección y la transferencia no es cuantitativa, sino que se realiza con pérdidas. A ello aluden los físicos como segunda ley de la Termodinámica.

Las pérdidas de energía útil en el mundo biológico, se expresan como radiación de calor.

Podemos prever entonces una ruta y un sistema energético globales, que implican:



En resúmen la sobrevivencia de cada individuo de toda especie biológica es el resultado de todos los fenómenos necesarios para la adquisición de energía útil, bajo la forma de alimentos, lo que a la vez aporta los materiales biogenésicos necesarios. La constancia en la biósfera de biomasa y bioenergía, y la armonía de su flujo, constituyen el llamado equilibrio de la naturaleza, en su manifestación globalizada.

## 1.3. Relaciones entre poblaciones y la adquisición de alimentos

Existe una relación primaria de interdependencia entre el mundo vegetal autetrófico y el mundo animal heterotrófico. Secundariamente se establecen relaciones de dependencia entre poblaciones de diferentes especies de animales: la zoodependencia.

Por supuesto, la transferencia de materia y energía en el mundo biológico se realiza de el ser que sirve de alimento, hacia el ser que se alimenta. De consiguiente, materia y energía se transfieren de un animal o de un vegetal, hacia otro animal que eventualmente, puede a su vez servir de alimento a otros; en esta forma, se establece lo que un ecólogo llamaría una cadena alimentaria. Evidentemente, el ser comido muere y rinde sus materiales y la energía contenida en él, al ser que come. Dicho en otras palabras, la muerte de unos concomitantes, interdependientes e indispensables en el mundo biológico, para que el fenómeno vida pueda realizarse.

El principio de toda cadena alimentaria es el mundo verde productor o fotosintético; los diversos seres que sucesivamente comen, o son comidos, representan los eslabones de la cadena. Sabemos que esta transferencia se hace de eslabón a eslabón con pérdidas sucesivas y que, al final, son solamente residuos energéticos y materiales los que restan. El final de la cadena lo constituyen seres que aprovechan las últimas partículas de materia y energía acumulada en las substancias orgánicas; usualmente, son bacterias, hongos y otros seres primitivos; el resultado de su acción es la conversión final de los últimos residuos orgánicos en materiales inorgánicos o minerales, por ello se les denomina "mineralizadores". Dichos mineralizadores, llamados también "descompositores" o "consumidores de enésimo orden", son aquellos responsables de completar

los ciclos biogeoquímicos, transformando los residuos orgánicos en inorgánicos; lo contrario, es verdad para los productores, quienes transforman a la materia inorgánica en orgánica.

Comprendemos ahora la forma cómo todas las poblaciones están inter-relacionadas unas con las otras, manteniendo un equilibrio dinámico, un flujo contínuo de energía y materia de sentido unidireccional y conservando cada una de ellas, las poblaciones, un número de individuos o una cantidad de masa, prácticamente constante, es decir, una biomasa crítica.

La lucha por la sobrevivencia, tal como fuera intuída por Charles Darwin, es una lucha contínua por la permanencia, dicho a nivel populacional, o del equilibrio interno de cada uno de los individuos que integran la población, por conservar la isostasia de su sistema, o sea, su condición de homeóstasis. Mantener la situación de permanencia, implica la consecusión de alimentos, es decir, de materia y energía, y a la vez, evitar ser comidos; en otras palabras, lograr los medios de llenar las necesidades biológicas fundamentales: Adquisición de materia y energía útiles, lograr un espacio físico con las condiciones ambientales adecuadas, y conseguir una situación de equilibrio con los individuos de su misma población y con los otros individuos de las poblaciones que integran la comunidad biótica. La adquisición de alimentos y la consecución de los demás elementos indispensables para la vida, es la sobrevivencia; sobreviven los individuos mejor adaptados a las condiciones mudables del ambiente; la mayor capacidad de adaptación, es decir el mayor éxito en la evolución, podrían significarse bajo la denominación de plasticidad evolutiva.

## 2. EL ECOSISTEMA Y LOS ALCANCES DE LA ECOLOGIA

### 2.1. De Ernesto Haeckel a la Bioética.

Cuando a mediados del siglo XIX el gran Biólogo Ernesto Haeckel discurre llamar Ecología a la rama de las ciencias biológicas que trata las relaciones de los seres vivos y su ambiente, estaba muy lejos de sospechar que estaba abriendo una puerta que daba paso a un nuevo mundo de ideas, de conocimientos y de posibilidades.

De una ciencia biológica, exclusivamente, que trataba de comprender las relaciones entre un ser vivo y otro, se pasó a estudiar las relaciones con los factores físicos, y con los químicos; un buen biólogo, pues, debía

saber, además, física, química, matemáticas, geología, y otras ciencias. Con el correr del tiempo se fueron aunando más y más disciplinas, desde las humanísticas, hasta las ciencias sociales; y no podría ser de otra manera si consideraramos que la especie hombre es, no solo la más compleja del mundo biológico, sino la más importante.

Al estudiar los factores ecológicos de la especie más complicada de todas, hubo de tratarse no solo su evolución biológica, sino también su más noble derivado: la evolución cultural. Entraron a formar parte del complejo ecológico la filosofía, la psicología, y hasta la teología. Se trató de objetivar algunas razones de sus acciones, se buscó amparo en la ética. El hombre por causa de su acción tremenda sobre el mundo natural cada día más poderosa, debe buscar las ejores formas de mantener su estado de equilibrio natural, diseñando nuevas formas de relación, es decir una nueva ética, lo que yo llamo bioética.

## 2.2 La ciencia política de la Biología.

Desde luego, la riqueza de una nación se cifra en sus recursos naturales, incluyendo el humano, y en su nivel de desarrollo cultural; lo que otros llamarían desarrollo socio-económico. Una medida interesante podría estar constituída por la cantidad de energía que consume, y la calidad y naturaleza de su industrialización. Sabemos que las ciencias económicas son las grandes ordenadoras del flujo de la riqueza; la orientació de esos flujos constituye una forma de buen gobierno, es decir, de política. Si la Ecología trata de objetivar las acciones humanas entre ellas y entre la naturaleza circundante, pueden considerarse acciones políticas; si la ética, en su sentido más tradicional, tiene que contender con la naturaleza de las acciones humanas, en el sentido de causar un beneficio o un daño a otros seres humanos o al medio natural, estamos en presencia de un fenómeno de política ecológica; por ello algunos la llaman la Ciencia Política de la Biología.

## 2.3 La Ecología como ciencia subversiva

Muchas de las acciones de los humanos, van dirigidas, en forma egoísta, a la adquisición de poder, riqueza, o dominio; a veces, estas acciones se toman en forma consciente, otras, talvez, en forma inconsciente. La destrucción del suelo, la tala de un bosque, la contaminación de una corriente, la generación de ruidos de

elevado tono, y otras acciones similares, pueden ser consideradas como agresiones psicológicas, físicas, o simplemente ecológicas. Por supuesto, se están afectando los derechos de otras personas, o deteriorando al medio natural. Talvez convenga ilustrar con un ejemplo. ¿Qué puede importar a un gran idustrial la contaminación de un pequeño arroyo a la vera de su fábrica, la destrucción de su flora y de su fauna y el deterioro estético de la misma? Sabrá que probablemente se vean afectados unos pocos habitantes localizados en las riberas del arroyo; hasta donde, se preguntará nuestro industrial, estaré contribuyendo al deterioro de la calidad ambiental mundial, si solo estoy afectando a un pequeño arroyo. Dejamos la respuesta lógica y a la bioética. Demostrar que estas acciones son inadecuadas, con razones objetivas, hacen que la ecología, sea para ciertos sectores, una ciencia subversiva.

## 2.4. Alcances de la Ecología: Pluralidad y universalidad.

Hemos visto que en el contexto ecológico concurre toda una gama de disciplina s, todo un conjunto de ciencias, para dar una explicación y un enfoque interdisciplinario; cuando se hace una interpretación de un fenómeno natural, pocas veces estaremos seguros de haber tomado en cuenta a todos los factores posibles que intervinieron en el mismo; toma vida la expresión swahili "ote iwapo", que significa "Todo tiene importancia".

El enfoque ecológico, es. pues, un enfoque pluralista que toma en consideración todos los factores posibles y, además, es universal, es decir, que su carácter es de universalidad.

Hay, a mi criterio, tres universales. Una universalidad de explicación: la ecología. Una universalidad en el conocimiento: la universidad. Una universalidad en la acción: el gobierno.

## 2.5. Los fundamentos objetivos de la plenitud, la solidaridad, la libertad y la igualdad humanas.

La plenitud en la realización individual, la solidaridad entre los individuos y las sociedades humanas, los conceptos de libertad e igualdad, que tan bellamente fueran elaborados durante el proceso del colapso de las monarquías durante la Revolución Francesa y la independencia de los

Estados Unidos de Norte América, fueron en sus orígenes conceptos intuitivos y la maduración de las observaciones pragmáticas del devenir humano. Si la Ecología encuentra explicaciones objetivas a las acciones humanas, no cabe duda de que puede encontrar los fundamentos racionales de lo que Teilhard de Chardin, llamara el "fenómeno humano". Cuando Juan Jacobo Rosseau, nos hablara de su "hombre natural", y además concebirlo como la expresión sinecológica, o la explicación ecológica de ese hombre natural.

## 2.6. Los derechos biológicos y los derechos humanos: la declaración del medio humano.

Si bien por razones políticas intuitivas, la Revolución Francesa declaró los Derechos Humanos, el desarrollo de las ciencias biológicas y en particular del enfoque ecológico, hicieron llegar al Dr. Paul Erlich, a fundamentar una Declaración de derechos Biológicos. Cualquiera puede hacerlo y hay diferentes versiones. Hagamos un ensayo de declaración de derechos biológicos. Podríamos empezar diciendo que todo hombre tiene derecho a llenar sus necesidades básicas, es decir de sobrevivir; tiene derecho a conseguir un espacio físico, un refugio, el alimento indispensable, la vestimenta; tiene derecho a pervivir, es decir, a proyectarse hacia el futuro a través de la reproducción, el acto más hermoso de la vida. Tiene derecho a gozar de sus hijos, a respirar aire puro, a ver un cielo azul, el sol, la luna, las estrellas y los astros; tiene derecho a comer alimentos no contaminados con insecticidas, a ver y gozar de los lagos y ríos con aguas límpidas; tiene derecho al silencio y al reposo; tiene derecho a ver un paisaje libre de rótulos y anuncios comerciales; tiene derecho a gozar de la caza y de la pesca, a gozar del bosque, de las flores, los frutos y el mundo natural; y así podríamos seguir enumerando derechos, que por ser tan elementales, regularmente pasan desapercibidos y olvidados.

Las Naciones Unidas, recogiendo la preocupación ecológica del mundo científico planeó por primera vez en la historia mundial, la realización de un gran evento, en que se hiciese por parte de todas las naciones del orbe una declaración, tendiente a crear una conciencia mundial acerca de la necesidad de preservar al medio ambiente humano, tan sensiblemente deteriorado

por la irreflexiva, y cada día más poderosa, acción del hombre sobre la tierra, tan grave que amenaza su existencia misma, tan alienante que señala la responsabilidad de nuestra generación de preservar el patrimonio natural de las generaciones venideras, de nuestra descendencia, que señala el derecho bioético que les asistiría de responsabilizarnos por nuestra destrucción y la de ellos mismos. La preocupación fundamental de ecólogos como Ralph Buchsbaum, Barry Commoner, Taghi Farvar y muchísimos más, tuvo eco y por fin las Naciones Unidas confiaron la organización de tal evento a un hombre de negocios del Canadá, el señor Mauricio Strong. En junio de 1972 se realizó la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, en la ciudad de Estocolmo, Suecia. Dicha conferencia, esperanza mundial, respaldo y apoyo moral de muchos humanos, criticada y combatida, acusada de política por otros, ingerencia capitalista por algunos, o de gran negocio.

## 3. LA ALTERACION DE LA SUCESION ECOLOGICA: EL DISCLIMAX AGRICOLA.

### 3.1. La sucesión ecológica y el orden natural

La norma en la naturaleza es lo mudable, es lo cambiante. Ningún lugar que en la vida exista, permanece invariable. Cada instante en el mundo natural es único y diferente al que le antecede y al que le postcederá. Cada vistazo al mundo natural podemos considerarlo como una sere . El estudio de una región, por largo tiempo, el estudio de un grupo de seres, es una seriación. Esta seriación, vendría a comprobarnos cómo las poblaciones de esa comunidad biótica se entrelazan, juegan, se modifican, contínua e incesantemente en lo que llamamos un proceso de sucesión. La sucesión ecológica no es otra cosa que una serie de comunidades que sucesivamente y en la misma localidad topográfica, evolucionan hasta alcanzar una condición de óptimo equilibrio, orden o isotropía, talvez de una condición enantrópica a una situación isotrópica. Es posible, para una localización dada, prever la sucesión de comunidades en tiempos determinados, hasta alcanzar su condición de equilibrio; cuando ésto sucede, se observará que hay una, o unas pocas especies, que se desarrollan en cantidades muy superiores a las otras; decimos que se trata de las poblaciones dominantes; usualmente, se hace referencia a la flora y, entonces, hablamos de la vegetación dominante; así nos referimos a pastizal, manglar, pinada, cipresal, encinal, etc. Los ecólogos llaman a la vegetación dominante, la especie o especies clímax o climáticas y a la comunidad la llaman con el mismo nombre, comunidad clímax.

Comprendemos ahora, lo que intuitivamente se ha venido a denominar el orden natural;la tendencia de las comunidades biológicas a alcanzar su condición de equilibrio cuando una o más especies se vuelven dominantes y la comunidad llegó a su clímax.

En toda comunidad biológica cada población juega un papel importante en el proceso de la sucesión del orden natural y del equilibrio ecológico.

Cualquier alteración del orden natural que afecta la sucesión ecológica, la reconoceremos como un disclímax.

3.2. Variación, especiación, selección natural y adaptación, la plasticidad evolutiva y el potencial biótico.

La capacidad de una especie para sobrevivir en el medio natural, viene dada por el frente variable, por el abanico de posibilidades, que en conjunto corresponden a lo que se conoce como variación; la misma especie presenta en el conjunto de su población, para cada una de sus características, una serie de posibilidades de variación. Las fuerzas naturales al actuar sobre la población de una especie en particular, provocan la eliminación de los individuos incapaces de adaptarse; es decir que no poseen los medios o características que les permitirán afrontar los cambios ambientales; el proceso de selección natural, con el correr del tiempo, acumula pequenas variaciones que modifican, a la larga, las caracterísicas originales de la especie en cuestión; este proceso, dará por resultado, en largos períodos de tiempo, la aparición de variedades, sub-especies y hasta especies diferentes: es el proceso de especiación. La capacidad de una especie determinada para resistir con éxito las condiciones mudables del ambiente, es su capacidad de adaptación, que ya antes habíamos definido como plasticidad evolutiva.

El desarrollo de una especie y su éxito en la comunidad biótica lo llamaremos su potencial biótico; las especies climáticas de la comunidad, tienen, por lo tanto, el mayor potencial biótico. Los procesos de especiación, adaptación y selección natural, explican las causas de la sucesión biológica; la sucesión, será un proceso adaptativo en tanto se le considere en un período relativamente corto de tiempo; los períodos de adaptación, considerados en grandes espacios cronológicos, son también fenómenos de sucesión, pero podríamos reconocerlos mejor como fenómenos de especiación o, en una palabra, de evolución.

## 3.3 La estructura de la comunidad, los nichos ecológicos y las especies dominantes.

Sabemos que una comunidad es un conjunto de poblaciones que interactúan entre sí. Las relaciones de estas poblaciones entre ellas y la de los individuos de una población determinada entre sí, son las relaciones intra e inter-específicas.

La forma particular como vive, desarrolla y evoluciona una determinada población de la comunidad, es decir, su "biografía", podría expresarse bajo la denominación de su nicho ecológico; en otras palabras, el nicho ecológico de una especie nos relata las condiciones ambientales más adecuadas para su sobrevivencia. Las condiciones físicas de un nicho ecológico podrían definirse como el microclima de la especie. De consiguiente, una comunidad podría expresarse como la suma de los nichos ecológicos que la integran. En igual forma, las especies dominantes, ocupan, por razones obvias, más nichos que las demás especies.

Un determinado nicho ecológico, puede ser ocupado simultáneamente, sucesivamente, o en períodos de tiempo distintos, por varias especies. Veamos un ejemplo de nicho: El nicho ecológico aéreo, de día ocupado por insectos y aves diurnas, es ocupado por la noche por insectos y aves nocturnas.

## 3.4. Biota y comunidad clímax.

La biota de una región incluye a su flora y a su fauna. La denominación de una biota en particular, está expresada, fundamentalmente, por la comunidad en su estado climático y por las especies dominantes. En una pinada la especie dominante son los pinos, y la biota estaría constituída por todas las demás plantas y por los animales que coexisten y tienen relaciones de interdependencia con la vegetación climax.

A veces se habla de biotas reliquiales;la palabra "reliquia" nos explica la naturaleza de estas biotas. En otras palabras, la acción destructiva del humano ha dado por resultado que queden muy pocas comunidades bióticas no alteradas.

La tendencia mundial denominada "Conservacionismo", está relacionada con la preservación de las biotas reliquiales. Conservar este tipo de biotas, es preservar el patrimonio genético de la humanidad.

Cuando se hacen inventarios de recursos naturales renovables, tales como los inventarios de flora y fauna, lo que se está haciendo son inventarios de biota.

## 3.5. El hombre como fuerza selectiva: la acción antropogénica

La humanidad, por causa de su acción tan poderosa sobre el medio ambiente, ha venido a convertirse, con certeza, en la más selectiva de todas las uferzas de la naturaleza. Las especies mejor adaptadas, son capaces de resistir las acciones del humano, la llamada acción antropogénica.

Indudablemente, ante una fuerza natural tan poderosa, muchísimas especies de poca plasticidad evolutiva y bajo potencial biótico, están condenadas a la desaparición, es decir a extinguirse.

Las especies mejor adaptadas y capaces de superar la presión ambiental ejercida por la acción antropogénica, han llegado a coexistir exitosamente con el hombre; reconocemos de inmediato a nuestras plagas domésticas; insectos (pulgas, cucarachas, mosc s, etc.) roedores (ratones y ratas) y algunos otros animales.

## 3.6 El humano, favorecedor de una determinada especie y de la biota a ella ligada: el disclimax agrícola.

Cuando en remotos tiempos los humanos descubrieron la forma de multiplicar la cantidad de alimento de que podrían disponer, pasó de ser una especie recolectora y nómada, para convertirse en una especie sésil y agricultora.

Sembrar, para cosechar, implica la posiblidad de adquirir mayor cantidad de energía útil, pero también, para la especie involucrada, significa mayor posibilidad de sobrevivencia, aún en contra de otras fuerzas naturales menos poderosas que la acción antropogénica.

La agricultura, al eliminar a grandes cantidades de poblaciones y especies, para liberar al suelo que ha

de sustentar el desarrollo de una inmensa población favorecida por la mano del hombre, está ejerciendo ayuda positiva a la plasticidad y adaptación de las especies agrícolas. Sin embargo, lo notable es que la mano del hombre ha interrumpido los procesos naturales de la sucesión ecológica y una especie cuya biomasa crítica, podría talvez ser infinitesimal o muy pequeña en la comunidad biótica, se le ve entonces convertirse, artificialmente, en la especie climax. Ahora la vegetación dominante es distinta y solo puede mantener su condición de tal si la tremenda fuerza selectiva del hombre la favorece. Pensemos por un momento lo que sucedería a nuestras plantas cultivadas si el hombre las dejase abandonadas a su suerte; no es difícil prever lo que pasaría, la naturaleza recobraría su equilibrio y las especies dominantes articialmente retornaría a su masa crítica. La agricultura al alterar los procesos de sucesión ecológica natural, se reduce a un disclimax propiciado por la acción antropogénica. Desde luego, cada población de una comunidad está en relación con otras poblaciones de esa misma comunidad; el hecho claro es que existen poblaciones dispersas de depredadores, parásitos y otras especies relacionadas con esta nueva especie dominante que, cuando se encontraba equilibrada en dicha comunidad, no se hacían notorias; pero basta con que la especie dominante, y sobre todo si está en nivel de producción, se desarrolle en una población muy grande, para que la biota a ella ligada se relacione concomitantemente al disponer de inmensa cantidad de alimento para su propio desarrollo.

Este es pues, el orígen de las plagas; la plaga, no es otra cosa que una población ligada a la población dominante y desde luego competidora del hombre. Por otra parte la proximidad de los individuos en la nueva población dominante, hace mucho más fácil el paso de un miembro de la plaga hacia otras plantas, lo que favorece su dispersión; es decir, que la densidad del hospedero favorece la transmisión de la plaga. Eso es exactamente comparable a lo que sucede con otras especies tales como las productoras de enfermedades; la malaria es un caso típico. Hablamos aquí de epidemiología y podemos decir que epidemiología es la ecología de la enfermedad. Podríamos entonces estudiar la ecología de las plagas. En resúmen, la agricultura no es otra cosa que la creación de disclimax y la formación de comunidades climáticas artificiales. El hombre es por su acción, el creador de las plagas.

## 3.7 Tendencia hacia una comunidad simplificada.

El creciente aumento de la superficie agrícola necesaria para sustentar a una población humana, a su vez creciente, el deterioro de los suelos y los problemas de contaminación ambiental, hacen que el número de especies se reduzca paulatinamente. Notemos cómo la desaparición de las biotas naturales va dando lugar a campos más extensos de cultivo y al aumento de tierras incultivables, destruídas podríamos decir, en tanto que las erpecies cultivadas aumentan su superficie. Lo mismo sucede con las plantas ligadas a la biota natural y a los animales dependientes de ésta. La fauna silvestre decrece no solo en el número de los individuos que componen sus poblaciones sino en el número de especies que integran la comunidad biótica. Esto explica, razonablemente, la preocupación mundial por salvar el patrimonio genético, es decir todo el potencial que existe en el germoplasma.

Si imaginamos que de alrededor de un millón de especies de vegetales, el hombre apenas sabe cómo usar no más allá de un 15 por ciento y cultiva, en forma económica no más del cuatro por ciento de las especies existentes, podemos comprender el enorme desperdicio y el inmenso desconocimiento acerca de innumerables especies, cuyo potencial espera aún ser estudiado o aplicado. Podríamos lucubrar indicando que con el correr de los años desaparecerán los grandes árboles y los grandes animales, que innumerables especies dejarán de existir, para que finalmente la tierra se cubriera de cultivos. La tendencia, aparentemente, podría señalar hacia el desarrollo de una comunidad extremadamente simplificada: las plantas y animales útiles al hombre, y el hombre que los aprovecha.

## 3.8. Pérdida del patrimonio genético: visión seral: los recursos naturales renovables.

Si nos fuera dable tener visiones serales periódicas acerca de la evolución del mundo biológico, veríamos cómo la acción humana, va creando comunidades distintas cada vez más reducidas no solo en el número de sus especies, sino en la calidad genética de las mismas. Las especies biológicas, por su capacidad de reproducirse, las llamamos recursos naturales renovables. La riqueza del humano dependerá de la naturaleza de los recursos naturales renovables que posea su suelo o, en caso contrario, de su capacidad de desarrollar energía, o de su nivel cultural. Sabemos que la biomasa y la bioenergética, son dimensiones finitas en nuestro medio. Como

dimensiones finitas que son, pueden integrarse de diversas formas; muchas especies con pocos individuos o pocas especies con muchos individuos. Dentro de una comunidad, la biomasa de una especie la hemos definido como biomasa crítica y ello señala además el límite de crecimiento de una población determinada, en una comunidad biótica en particular. Solamente la especie humana carece, aparentemente, de límites en cuanto a su desarrollo, porque se está adueñando de todas las posibilidades de encaminar materia y energía. Talvez ésto nos explique el llamado desarrollo demográfico humano o la explosión demográfica.

## 4. LA RUPTURA DEL EQUILIBRIO COMUNITARIO Y EL USO DE AGROQUIMICOS

### 4.1. La comunidad biótica en equilibrio.

Cuando se estudia una comunidad con relación a los factores físicos ambientales, a su substrato, hablamos del ecosistema. Si bien la comunidad biótica permanece en un equilibrio dinámico, lo mismo es cierto con relación a los flujos de energía entre la materia viva y el ambiente físico circundante.

Las comunidades y los ecosistemas, pueden definirse y describirse, aunque en realidad no existen límites precisos entre ellas; básicamente podemos dividir a los ecosistemas en aéreos e hídricos. Entre los primeros podremos considerar a todos aquellos que reposan sobre la tierra y cuyos componentes son animales y plantas que utilizan al oxígeno molecular atmosférico para sus funciones respiratorias ; entre los segundos a todas las plantas y animales que viven inmersos en el medio hídrico y, desde luego, podemos dividirlas en biotas de agua dulce, biotas marinas, biotas de aguas termales, de líquidos orgánicos y otras; desde luego, las biotas referidas en relación al sistema hídrico constituyen ecosistemas. Si hacemos mención de un ecosistema cual podría ser una ciudad en la cual es, desde luego, la población dominante la especie humana, podremos notar cómo insensiblemente se va transformando de medio citadino en medio rural. Sin embargo los límites entre ambos medios no son estrictamente precisos y esa zona limítrofe entre ellos es lo que constituye el ecotono. Otro ejemplo lo constituye un lago; hay numerosas especies de animales y plantas que viven en sus márgenes y participan tanto del medio aéreo como del medio hídrico; pensemos en una rana, para el caso; las riberas del lago son un ecotono.

Los grandes ecosistemas, pueden contener, a su vez, otros ecosistemas. Si observamos lo que sucede en un bosque muy extenso, que es un ecosistema forestal, podremos observar eventualmente el paso de un río a través del bosque; allí hay un ecosistema hídrico; si hay una lagunita o un pantano, tendremos otros ecosistemas menores. Si hay un tronco podrido, en ese bosque, está sustentando a cierto género específico de biota y él mismo se constituye en el sustrato que sustenta esa vida, es otro ecosistema. Un animal muerto que sustenta una fauna y una flora cadavérica, es otro ecosistema; la biota intestinal de un rumiante, o la biota epidérmica de otro, son a su vez ecosistemas.

Sea cual fuere el tamaño, los límites, o la ubicación geográfica de un ecosistema, en condiciones naturales se mantiene en equilibrio.

## 4.2. Las fuerzas selectivas y el medio ambiente.

Las comunidades bióticas y los ecosistemas sufren variaciones periódicas de la composición comunitaria, fundamentalmente por causa de las variaciones climáticas anuales.

Observaremos fácilmente estas variaciones, si imaginamos lo sucedido en una región tropical durante la época lluviosa y durante la época seca: en igual forma, en las regiones templadas imaginemos el decurrir de las cuatro estaciones clásicas. Los animales durante las épocas inadecuadas por razón del clima, se recargan de grasa para pasar la época del estiaje en condiciones de reposo, o para resistir los rigores del frío durante los procesos de hibernación los vegetales, pierden las hojas, aumentan su follaje, entran en antesis o en fructificación. Desde luego la aparición de más individuos que dependen de este follaje, de los frutos, de las semillas, o de la aparición de predadores de otros animales, todo ello está determinado por los cambios periódicos que se suceden en las comunidades bióticas. Sin embargo, pueden sucederse cambios trascendentales en las comunidades, algunos en razón de disclimax y otros en función del tiempo, por causa de la evolución biológica.

Si eventualmente llega a una comunidad biótica una especie que es capaz de adaptarse mejor a ese ambiente que otras especies que está ocupando su nicho probable, es decir, que esta nueva especie tenga mayor

potencial biótico y plasticidad evolutiva, el resultado será que empezará a desplazar de esta comunidad a la cual es extraña a sus legítimo ocupantes y terminará por invadir completamente su nicho desplazándolos, o simplemente conviviendo ambos en un nicho común. Esto es lo que sucede cuando por azar una especie extraña llega a una comunidad que no es usual para ella. Es lo mismo que sucede cuando eventualmente el viento, las aves y otros medios como las aguas, transportan frutos o semillas a lugares lejanos y, si éstos son capaces de adaptarse, pueden provocar transformaciones profundas en el equilibrio y las redes alimentarias de la nueva comunidad. Es el fenómeno que se presenta cuando el humano transporta especies exóticas de un sitio a otro y, desde luego, es el hombre la fuerza más poderosa en la migración actual de las especies. Cristóbal Colón y los conquistadores, por ejemplo, trasladaron a América a gatos, perros y ratas y luego estas poblaciones crecieron como nuevas especies exóticas a la región. A veces la especie introducida no causa mayores daños, pero lo regular es que provoque cambios profundos en la comunidad biótica; las más de mas veces inadecuados. Naturalmente, estos cambios no son observables por la mayoría de las personas, a veces estos cambios son sutiles a la larga resultan en daños severos para el ecosistema. La introducción de especies exóticas, de aves, mamíferos, peces e insectos y de plantas ornamentales, por ejemplo, ha causado verdaderos desastres ecológicos. Basta recordar la introducción de conejos, de ovejas, o de gatos a islas o regiones apartadas, en que han provocado la destrucción prácticamente total de una comunidad equilibrada y establecida por muchísimo tiempo en esos sitios.

El otro cambio que sucede en las comunidades con el decurrir del tiempo es la evolución. Las fuerzas selectivas ambientales obran sobre las poblaciones modificando los individuos que las componen y, a la larga, la composición de la población y de la comunidad se ven gradualmente alteradas. Es un proceso que toma larguísimo tiempo.

## 4.3. La ruptura del equilibrio comunitaria por causa de la agricultura.

Ahora comprenderemos fácilmente cómo el desarrollo de nuevas poblaciones dominantes en comunidades que carecerían probablemente de la especie introducida o en las cuales esta especie se mantenía en una biomasa crítica, pero que ahora se ve favorecido por la mano del hombre

que multiplica enormemente en lo que llamamos agricultura, lo que está provocando es sencillamente la aparición de un disclimax, la ruptura del equilibrio comunitario, la invasión de nichos ecológicos, y desde luego un grave problema en una comunidad que ahora es artificiosa.

La agricultura científica no es otra cosa, y dicho en una forma sencilla, que los medios que el hombre aplica para mantener el estado de equilibrio en una comunidad que no puede mantenerlo por sí misma. Imaginemos lo que sucedería si en un campo de algodón se dejara a una plantación abandonada a su suerte, o una milpa, o un cañal, pasaría muy poco tiempo, pocos años, para que el bosque, o la vegetación circundante invadiera nuevamente la región y las plantas de algodón, ahora ya no bajo cultivo, volverían a reducirse hasta adquirir nuevamente su condición de equilibrio y de biomasa crítica.

Previamente hicimos mención de la tendencia en la biósfera, como resultado de la agricultura intensiva, hacia la posible creación de ecosistemas y comunidades cada vez más simplificadas; la desaparición de la vida silvestre y la aparición de constantes nuevos cultivos, harán que a la larga el número de especies se reduzca a la biomasa de las plantas cultivadas continúe desarrollándose cada vez más y acumulando en muy pocas especies, toda la energía biológica de la ecósfera.

## 4.4. El origen de las plagas y las enfermedades

En toda comunidad biótica unos seres dependen de los otros y manteniendo en equilibrio su masa crítica, no se aparentan las epidemias, es decir, la aparición violenta en grandes grupos de una población de otras poblaciones que dependen directamente de ella, causándole daño. Por ejemplo en una población humana la aparición en un gran grupo de individuos de malaria, significa la invasión del parásito de la malaria a este grupo de individuos. Lo mismo ocurre cuando hablamos del picudo del algodón, una especie que se alimenta del algodonero y que invade inmediatamente una gran cantidad de plantas, igual podríamos hablar de la broca del café o de

cualquier otra plaga agrícola o sanitaria.
Ya se ha mencionado porqué cuando los individuos permanecen dispersos y en condición de equilibrio natural, se observa con características de endemicidad en unos pocos individuos la presencia de sus parásitos o predadores, pero basta que los individuos parasitados o depredados se reúnan en grandes grupos, para que se reduzca la distancia entre ellos y se facilite el paso de parásitos y de predadores de unos a otros, favoreciéndose así a estas especies, que nosotros llamamos plagas y, de consiguiente tendremos un brote epidémico.

Habida cuenta que los humanos, a través de la agricultura intensiva han creado grandes grupos de vegetales que tienen su propia biota ligada, cuando esta biota es competidora del propio hombre, es decir, que vive de la misma planta ya sea parasitándola o depredándola, hablamos de que estas especies son plagas o pestes. Eventualmente las llamamos enfermedades. No hay límites claros entre lo que es una plaga y lo que es una enfermedad. Los insectos escama, por ejemplo, son considerados por algunos como plagas, por otros como enfermedades. En todo caso, lo que hemos hecho es favorecer el paso de los depredadores, las enfermedades, los parásitos de un individuo a otro, simplemente acumulándolos. Dicho en términos epidemiológicos, hemos reducido a uno de los factores primarios en la cadena de transmisión de una enfermedad. La consecuencia lógica es que los sistemas de cultivo, necesariamente, favorecen el desarrollo de las biotas ligadas a la especie cultivada, y se constituyen en plagas.

## 4.5 Los agroquímicos como solución y como problema

Que una comunidad artificialmente creada por el hombre pueda mantener su equilibrio no es cosa fácil. El suelo se ve afectado porque la especie que sustenta sin que exista un reciclaje adecuado, una devolución de los materiales minerales, no olvidemos que la comunidad está extremadamente simplificada y que los frutos de la tierra son retirados de un lugar y transportados a otro, concluyen por agotarlo. Este primer problema es resuelto con el agregado artificial de los minerales que han venido haciéndose deficientes en el suelo, nitrógeno, potasio, fósforo y oligoelementos.

Este sector de las substancias químicas utilizadas en agricultura, los agroquímicos, constituyen el grupo denominado fertilizantes. El combate de las plagas, cuya única finalidad es evitar la destrucción de las plantas o la destrucción o reducción de las cosechas, no tiene otro objeto que el de eliminar las poblaciones que compiten por alimento con la población humana. Las poblaciones de insectos que devoran frutos o granos, compiten directamente con el hombre, o sus animales domésticos, por la misma fuente energética. La conclusión es, que una de las poblaciones debe desplazar o eliminar a la otra; en el campo de las condiciones naturales, una población más adaptable, con más plasticidad evolutiva o potencial biótico, desplazará aquélla o aquellas que tienen menos posibilidades de adaptación y se establece una lucha, una competencia. La evolución cultural del hombre le ha permitido el empleo de recursos, de los cuales otras poblaciones biológicas carecen. Es así como se inventan medios y sub tancias capaces de eliminar efectivamente a las otras poblaciones competidoras. Otra forma de ataque, es la capacidad del humano de seleccionar variantes de la especie deseada, capaces de resistir o tolerar el ataque de las plagas; esto se conoce como mejoramiento o selección genética. Cuando el método empleado es el de substancias químicas que son tóxicas para las plagas, hablamos de substancias plaguicidas; genéricamente toda substancia capaz de provocar reacciones nocivas e irreversibles en un sistema biológico, es un tóxico o un biocida. Los biocidas, de conformidad con el grupo de especies que afectan, reciben diferentes denominaciones: insecticidas, bactericidas, fungicidas, herbicidas, rodenticidas, malacocidas, etc. Los biocidas, en consecuencia, vienen a resolver el problema de eliminar a las poblaciones competidoras de las formas energéticas, los cultivos, que el humano utiliza en su provecho. Es, pues, una solución. A ello alude el Premio Nobel de la Paz, el Dr. Burlaugh, quien indica que una suspensión violenta en el uso actual de los insecticidas agrícolas, como el DDT, haría que en menos de un año se redujese la producción alimentaria a algo así como el 50 por ciento de la actual producción: las consecuencias serían un cuadro apocalíptico de hambre y miseria. Cuán verdad sea esta aseveración, lo ignoramos. Sin embargo, es muy difícil que alguien se atreva a hacer el experimento. Pese a todo, los ecólogos creen que el uso de insecticidas produce más daño que beneficio. Algunos la llaman la gran alucinación.

Eso apunta ya no a una solución, sino a un gran problema. Trataremos de analizar algunas de las razones que aducen cuando se afirma que el uso de biocidas provoca más problemas que los que pretende resolver.

## 5. LA PIRAMIDE TROFICA Y LA CONTAMINACION DEL MEDIO.

### 5.1. Las relaciones intra e inter-específicas de las poblaciones de la comunidad botánica.

Si población es un conjunto de individuos de la misma especie, venimos entendiendo por comunidad a un conjunto de poblaciones de diversas especies que interactúan en forma dinámica. En general, puede decirse que en toda comunidad biótica las poblaciones que la integran están relacionadas directa o indirectamente y en forma más o menos estrecha. Las relaciones que se dan son básicamente resultado de las necesidades de sobrevivencia y pervivencia, es decir la necesidad de encontrar un espacio vital que llene los requerimientos adecuados a la especie, la necesidad de adquisición de materia y energía útiles, alimentos o nutrientes, y su proyección al futuro, a través de la reproducción.

Cuando se trata de relaciones entre individuos biológicos, pueden encontrarse dos extremos entre lo negativo y lo positivo y, entre ellos, toda una gama de posibilidades. Las relaciones entre individuos de una misma población, las intraespecíficas fluctúan entre la cooperación -lo positivo- y la competencia -lo negativo-. Se compite por el espacio, por el territorio, por la guarida, el alimento o la reproducción.

### 5.2. La disponibilidad y transferencia de materia y energía: alimento y nutrientes.

Hemos indicado que la materia y la energía, bajo la forma de alimentos o nutrientes, pasan sucesivamente de eslabón en eslabón de la cadena alimentaria, cadena que se inicia en los vegetales verdes productores, se continúa con los consumidores y concluye con los descompositores o mineralizadores, efectuando así un ciclo completo, de materiales inorgánicos a materiales orgánicos y luego a inorgánicos, para continuar en esto contínuamente.

La disponibilidad de esta materia y de esta energía que se transfieren, sabemos que es finita y, en cierto sentido, limitada. Esta limitación a la que aludía

Justus Von Liebig bajo el nombre de Ley de los Mínimos, simplemente indica que la falta de un determinado nutriente o cuado éste alcanza límites críticos, incide en el desarrollo normal, anula el crecimiento, o impide la vida de las poblaciones.

El resultado de esta transferencia de materia, es a lo que antes aludimos con el nombre de ciclos biogeoquímicos o, simplemente, reciclaje.

## 5.3. Los niveles tróficos y la pirámide trófica.

Los eslabones de una cadena alimentaria constituyen niveles a los cuales llamamos niveles alimentarios o tróficos. Desde luego, la base de la serie es mucho más amplia que su cúspide, desde luego que se inicia con los productores. A este le llamamos el primer nivel trófico o nivel de producción. Inmediatamente se superpone el nivel de los consumidores primarios, es decir, el de aquellos seres que se alimentan directamente de los vegetales, tal como sucede con los comedores de fojjaje, de semillas, frutos u otros órganos.

El siguiente nivel trófico es el de los consumidores secundarios, el de aquellos seres que se alimentan de los consumidores primarios. Estos consumidores secundarios son depredadores de otros animales consumidores primarios.

Podemos imaginar de inmediato la existencia de un nivel trófico terciario y así sucesivamente hasta alcanzar los descompositores o consumidores de enésimo orden.

De lo anterior podemos inferir varias cosas. Cada nivel trófico sucesivo va siendo menor en su biomasa que el precedente; ello es así porque la energía útil no se transfiere cunatitativamente en el sistema, como hemos indicado al hablar del segundo principio de la termodinámica. El resultado es una verdadera pirámide en la cual cada nivel trófico que se avecina a la cúspide tendrá una biomasa sucesivamente menor. La segunda cosa que podemos deducir es que la transferencia de energía va desde el nivel básico de producción, hasta los niveles más elevados de consumo y el flujo es unidireccional; las pérdidas de energía útil al sistema se expresan como calor irradiado. El nivel básico de producción está constituído por los seres autotróficos capaces de transformar a los materiales inorgánicos en orgánicos. Todos los otros niveles tróficos de transferencia, traspasan de uno a otro materiales orgánicos.

Finalmente el nivel de descomposición, que es el extremo terminal de la cadena, transforma los últimos restos de materia orgánica en inorgánica; y así el ciclo se reinicia. Todos los consumidores son poblaciones, seres, o niveles heterotróficos, porque no pueden alimentarse a sí mismos utilizando nutrientes inorgánicos. El primer nivel de consumo, herbívoros, seminívoros, frugívoros, etc., es de biomasa mucho mayor que los niveles de consumo de nivel superior, como el cuarto o quinto, que están constituídos, usualmente, por los llamados depredadores superiores; en este nivel están situados animales como las aves rapaces, los mamíferos carniceros o los peces de gran tamaño comedores de otros peces menores.

## 5.4. Los biocidas y el efecto sobre la pirámide trófica.

En términos generales los biocidas pueden dividirse de aquellos que tienen una acción inmediata, como sucede con los insecticidas organofosforados, aquellos cuya acción es persistente, la llamamos acción residual como la de insecticidas clorados, otros que ingresan al sistema vegetal, por tal razón les llamamos sitémicos. Regularmente los insecticidas organofosforados son atacados fácilmente, en su estructura química, no sólo por los agentes naturales inorgánicos, sino también por los propios sistemas biológicos, transformándolos en otras substancias más simples, para concluir siendo substancias minerales que eventualmente entran en reciclaje. Los insecticidas clorados en cambio, por su acción residual, no son usualmente atacados por los agentes naturales o los sistemas biológicos. A los primeros los llamaremos biodegradables y a los segundos no biodegradables. Las consecuencias son fáciles de imaginar y adelante insistiremos algo más sobre este problema.

El primer efecto de cualquier insecticida es la destrucción de una infinidad de insectos artrópodos y otros seres vivos; no olvidemos que son substancias tóxicas, y, aunque tengan una capacidad selectiva muy elevada, no lo es tanto como para evitar la destrucción de otros seres vivos, incluso de los humanos, en ciertas oportunidades. Desafortunadamente el problema fundamental reside en el hecho de que a la par de la eliminación directa de la plaga que se desea destruir, se destruyen simultáneamente infinidad de seres vivos de la que hemos venido llamando biota ligada.

Es así como desaparecen insectos predadores de las plagas, parásitos de los mismos, y otros cuyos efectos podrían ser beneficiosos para los intereses humanos. Desde luego existe grave alteración del equilibrio comunitario, que otros llaman alteración del equilibrio ecológico y algunos agresión ecológica, para dar a entender los efectos negativos que se provocan. Eventualmente se elimiman poblaciones completas de especies en particular; no es posible eliminar una población de un ecosistema sin que suceden trastornos de gravedad en él. La eliminación de parásitos y depredadores de éstas poblaciones, las plagas, las deja en libertad de desarrollarse aún más; pensemos, por ejemplo, en un ave insectívora; lo que esta ave elimina de insectos diariamente para nutrirse son cantidades muy grandes. Sin embargo, la capacidad de reproducción de ella, es inmensamente inferior a la capacidad de reproducción de los insectos de que se alimenta; no olvidemos que el insecto probablemente sea un consumidor primario, en tanto que el ave será un consumidor de orden superior y su biomasa en la pirámide trófica es mucho menor que la de los insectos. La relación que hay entre un nivel trófico y el sucesivo es bastante grande; por razones de simplificación podríamos asumir que es diez. Esto vendría a significar que para construir una libra de pájaro o de ave, tendría que comer 10 lbs. de insectos, pero para construir cada libra de insecto, hacen falta 10 libras de vegetales, o lo que vendría a ser lo mismo una libra de pájaro vendría a significar por la vía indirecta, 100 libs. de vegetales. No es difícil intuir el resultado; la eliminación de cada uno de los depredadores como las aves, deja en libertad de reproducirse a estos insectos cuyo potencial biótico es mayor, y la plaga se desarrolla aún más.

Otro de los problemas estaría constituído por la eliminación de innumerables especies en el ecotono de los cultivos; estas especies que mantienen una relación entre la vegetación circundante y la vegetación en cultivo, vienen a afectar severamente el equilibrio del ecotono.

Por otra parte, los biocidas son poderosos agentes selectivos artificiales. Si la acción de los biocidas se ejerce afectando los sistemas biológicos, la variación genética de cada población eventualmente presenta individuos cuya composición hereditaria es diferente a la de los demás y pueden metabolizar al biocida dado.

El resultado final es la desaparición de todos los individuos de aquella población que no son capaces de metabolizar al biocida y la sobrevivencia de solo aquellos individuos capaces de hacerlo; llamamos a los primeros susceptibles y a los segundos resistentes. A esta resistencia se le conoce como resistencia fisiológica. La consecuencia es que el nicho ecológico de la población susceptible en el ecosistema respectivo viene a llenarse con la descendencia de los sobrevivientes fisiológicamente resistentes. Como un resultado de ello la nueva población requiere de concentraciones cada vez mayores de biocidas o del empleo de biocidas diferentes. Los biocidas y muy en particular los hidrocarburos clorados, se disuelven con facilidad en los lípidos, grasas y aceites, del organismo en donde se inactivan en tanto la concentración no aumente a niveles tales que provoquen efectos tóxicos en el ser en el cual se están acumulando. Si la cantidad de insecticidas, o biocidas, en el ambiente es suficientemente alta, el resultado es la muerte de los individuos susceptibles. Si esta población es comida por el nivel de consumo siguiente, los materiales que constituyen su organismo, incluyendo las grasas, van a integrar los lípidos del organismo de nivel superior pero a su vez le transfieren los biocidas disueltos en ellos. El siguiente nivel entonces, contendrá la misma cantidad de biocida, pero mucho más concentrada porque, para integrar su propio individuo, ha debido consumir, al menos 10 veces más biomasa de los individuos del nivel que le ha servido de alimento; esto provoca una gran concentración del biocida en su organismo, como 10 veces más. Si estos organismos son consumidos por el siguiente nivel del consumo la concentración del biocida alcanzará, al menos, 10 veces más, o sea 100 veces más que el nivel precendente. Y es así como, de nivel en nivel trófico, se observa una acumulación de los biocidas, efecto que algunos han llamado de concentración y otros de amplificación. Es fácil comprender que los niveles elevados de consumo son los que van a sufrir las peores consecuencias por cuanto la concentración alcanza millares, decenas o centenas de millares de veces más elevadas que los niveles primarios Es así que los grandes predadores están desapareciendo. Desaparecen eventualmente niveles tróficos completos. El desastre en las comunidades biológicas no es difícil de comprender.

Pero el problema no concluye allí. Los insecticidas, y en general los biocidas del tipo no degradable, pasan de nivel en nivel trófico en la red alimentaria, por las vías más sutiles; van a parar al agua; en el

agua intervienen en todo el sistema hídrico, pasando de las algas al zooplacton y de éste al plancton consumidor. Permanecen estos biocidas sin destruirse por mucho tiempo en los suelos. Contaminan aire y agua, para ir a parar, finalmente, al mar en donde permanecen durante mucho tiempo contaminando a los seres hídricos.

Eventualmente estos insecticidas van a parar al hombre. Las grasas humanas tienen ya en todo el mundo una concentración conocida de DDT. Se sabe que diariamente todo humano consume en sus alimentos pequeñas cantidades de DDT. Se sabe también que el DDT es eliminado en las lípidos de la leche de las madres lactantes. La pregunta que se hacen los ecólogos es: hasta qué nivel de concentración de DDT podrán tolerar los humanos. Se dice que el DDT y otros biocidas tienen efectos mutagénicos, por una parte; por otra se niega que tales efectos sean una realidad.

## 5.5. La contaminación ambiental por causa de la ignorancia acerca de la disposición final de los agroquímicos.

Cuando se habla del uso de insecticidas no biodegradables, casi nadie imagina cuál será el destino final de los mismos; pocas personas saben que estos productos químicos pasan prácticamente inalterados en nivel trófico y eventualmente al hombre. ¿Qué se hacen finalmente? es una pregunta difícil de responder. Desde luego que permanecen mucho tiempo en el medio ambiente, lo están de hecho contaminando. Este fenómeno es el bien conocido de contaminación ambiental, lo que algunos llaman polución.

El uso indiscriminado de insecticidas, o biocidas, y en especial cuando se abusa de ellos, da por resultados tremendos problemas de contaminación ambiental, de desequilibrio en los ecosistemas, de toxicidad para los animales superiores incluso el hombre. No es un secreto, la cantidad de personas que año con año sufren de intoxicaciones casuales o involuntarias, en aquellos lugares agrícolas en que regularmente se emplean biocidas, es grande.

## 6. ECONOMIA BIOLOGICA, DESPERDICIO Y RECICLAJE. LA BIOETICA COMO POSIBLE ENFOQUE Y SOLUCION

### 6.1. Las necesidades energéticas humanas para su subsistencia.

El hombre necesita alimentos para conseguir los materiales y energía necesarios para su supervivencia. Desde luego que la población humana continúa creciendo, las necesidades de alimentos, crecen paralelamente. Como una consecuencia, las tierras dedicadas a la agricultura son cada día más y más extensas; las selvas y los pastizales retroceden para dar paso a los nuevos cultivos agrícolas. El disclimax agrícola continúa incrementándose, las comunidades bióticas continúan simplificándose y los biocidas, continúan contribuyendo a la destrucción de la biota.

Desafortunadamente, no hay un criterio unánime en cuanto al uso de la tierra para la consecución de la energía que el humano necesita para vivir. Lo más frecuente es que las tierras mejores se dediquen a cultivos, que no son precisamente aquellos que darán al hombre la energía alimentaria que con tanta urgencia requiere.

### 6.2. La producción agrícola de subsistencia y las divisas.

Es fácil dividir al mundo entre los pueblos consumidores primarios y aquellos que están en otros niveles de consumo. Se dice que el "tercer mundo" es un pueblo seminívoro, es decir constituído por comedores de semillas. En efecto los países americanos son comedores de maíz, los africanos, lo son de maicillo, los países mediterráneos, lo son de trigo, la India lo es de maní y otros países asiáticos como lo es la China, lo son de arroz. La producción de estos materiales alimentarios, por lo regular es trabajo directo del individuo en procura de su subsistencia, o de los niveles más primarios del campesinado, que no valoran su trabajo.

Por otra parte, los llamados cultivos industriales, o cultivos de importación, son los que se emplean para adquirir dinero internacional o divisas. Los países agrícolas cuya economía se basa en los productos de la tierra y su exportación para conseguir divisas, lo único que hacen es aumentar su relación de dependencia. Nos referimos a la dependencia económica cuando se

utiliza el dinero internacional para adquirir bienes de consumo o manufacturados, como se explica en el apartado siguiente.

## 6.3. La dependencia y el valor de los productos naturales y manufacturados.

El valor de los materiales de subsistencia, los productos primarios de la tierra, es inmensamente inferior al de los productos manufacturados, a veces hasta una relación de 200 veces más y aún mayor.

Es interesante ver cómo los productos de exportación se limitan a muy escasas especies: las fibras como el algodón, el abacá, el kenaf el cáñamo, el sisal y otros, productos alimentarios como la caña de azúcar la ganadería, el banano, el café, determinados frutos, etc.

## 6.4. El caso del algodón como ejemplo de problema socio cultural.

Mucho se ha dicho y escrito acerca del cultivo de esta importante planta. No soy enemigo de su cultivo; sin embargo, creo que hasta la fecha nadie ha emprendido un estudio analítico, riguroso y sincero acerca de la ventajas, de la ganancia real y de los costos sociales que significa su cultivo para los países en vías de desarrollo como es el nuestro. Guatemala.

Grandes extensiones de la selva tropical han sido taladas y arrasadas para utilizar las tierras en el cultivo del algodón. Es evidente que existen alteraciones severas y modificaciones al suelo y a los climas de las regiones algodoneras. La pérdida de la cubierta arbórea, modifica el impacto de las aguas pluviales sobre el suelo, que se ve afectado cambiando los valores de escurrentía. En la época seca, la falta de la cubierta vegetal ahora exclusivamente representada por los rastrojos del cultivo, sufre de la erosión eólica y de los efectos del clima sobre los horizontes superficiales. Los cursos de las corrientes modifican y alteran. Las aplicaciones de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, defoliantes, desecantes, y otras substancias agroquímicas, se efectúan de manera industrial, en gran número de aplicaciones sucesivas, las más de las veces por la vía aérea. Sin entrar a detallar los problemas de intoxicación humana directa tanto de los trabajadores que aplican a los agroquímicos, como la

de aquellos que están relacionados en regiones cercanas, fruto de descuido e ignorancia, el hecho cierto es que se gastan enormes cantidades, que ascienden a varios millones de dólares por año en las regiones algodoneras. El número de intoxicados por año asciende a cifras respetables y a numerosas muertes; los gastos en prevención, hospitalización, curación y los costos de los materiales de protección y el equipo para la aplicación de los insecticidas son sumamente onerosos. Por otra parte, existen los riesgos de intoxicación indirecta, cuando los insecticidas se aplican en los pastos circunvecinos a los campos algodoneros por descuido o error; desde luego, los insecticidas son ingeridos por el ganado y otros animales, o contaminan las plantaciones de vegetales que se utilizan directamente para la alimentación de los humanos.

Pero algo aún más grave que lo dicho, es que desafortunadamente, las plantaciones algodoneras se realizan en las áreas maláricas de los países centroamericanos. Desde 1,959, se sabe que los insectos vectores de la malaria desarrollaron resistencia fisiológica tanto al DDT como al dieldrín y, en la actualidad, a casi la mayoría de los insecticidas hidrocarburos clorados, y también a algunos órganofosforados.

El resultado es fácil de prever. Los programas de erradicación de la malaria, que han constado enormes erogaciones económicas a los gobiernos de la región, perdieron su eficacia, como resultado de la aparición de resistencia fisiológica de los vectores a los insecticidas que estaban empleando; es posible predecir que se aproxima, esperamos equivocarnos, grave riesgo epidémico para la región completa; algunos países centroamericanos ya están sufriendo nuevamente dicho azote. Las pérdidas por causa de la malaria ascienden a muchos millones de dólares al año; súmese ésto a las pérdidas causadas por el algodón, en la forma como en la actualidad se cultiva.

Los costos de maquinaria, equipo, combustibles, lubricantes y repuestos, alcanzan anualmente a cifras respetables, pero no pueden compararse al inmenso daño causado a la biota regional, ya sea por la deforestación total, ya por la supresión de infinidad de especies de la fauna silvestre, cuyo valor es imposible calcular en dólares. Es una pérdida irreparable del patrimonio genético de nuestros países. Entre los niveles

tróficos eliminados se cuentan también numerosas especies que ya estaban siendo utilizadas económicamente por el hombre. Valga para el caso el ejemplo de la supresión completa de la industria apícola en las regiones algodoneras. Esta pérdida significa para Guatemala algo más de cinco millones de dólares al año. Este fenómeno trae aparejado, además, otro conjunto de problemas como lo es el incremento de las falsificaciones de la miel, algunas de ellas nocivas para la salud, y, desde luego, la suprema escasez del producto en los mercados locales.

Desafortunadamente, no es solo la industria apícola la que sufre el embate de los biocidas algodoneros. Sabemos que estos biocidas que trasladan arrastrados por las aguas a los esteros y de ellos al mar; el efecto sobre la hidrobiota es catastrófico; moluscos, crustáceos y peces, al igual que otros numerosos grupos de animales son eliminados masivamente. La riqueza camaronera del Pacífico está sufriendo y sufrirá aún más en el futuro; además del problema de los biocidas debemos agregar la sobreexplotación pesquera, que no se ha logrado controlar y la tala inclemente de los manglares, sitio de desarrollo de muchas fases larvarias, para ampliar los campos de cultivo del algodón. Súmese esta que alcanza a no menos de 7.5. a 10 millones de dólares o más por año. Se señala frecuentemente, en la propaganda interesada, que numerosas personas del campesinado se movilizan contínuamente hacia las áreas algodoneras, en donde encuentran una rica fuente de trabajo; esta aseveración convendría someterla a un análisis. En Guatemala el movimiento anual de jornaleros alcanza a varios centenares de miles de días de trabajo al año. ¿Por qué se mueve el campesino de las tierras altas hacia las plantaciones de la costa? ¿Por qué hay migración de los países vecinos hacia estos campos en busca de trabajo?

Los indígenas del altiplano guatemalteco bajan a las costas, particularmente en la zona que el Centro Técnico de Evaluación Forestal de Guatemala, ha denominado "zona de desastre nacional," unos 14,000 kilómetros cuadrados de los suelos Sinaché en la región del Quiché y Totonicapán; bajan porque la energía que utilizan en sus siembras no la recobran en sus productos y esa diferencia negativa la suplen vendiendo su fuerza muscular en las plantaciones algodoneras. Esa marea humana que va de las partes altas no maláricas a las costas enfermizas, es otro grave problema de migraciones

internas que deben afrontar los Servicios de Malaria, porque todos estos laborantes ocasionales se constituyen en un reservorio de la enfermedad desde luego, que la capacidad económica de los servicios de Malaria no se extiende a las zonas no maláricas. Es lamentable decirlo, pero estos millares de personas se transportan a las costas olvidando su condición de seres humanos; se transgreden todas las regulaciones de tránsito, de policía, y los derechos humanos elementales. Se transporta en camiones descubiertos a familias enteras; los que se mueven en mejores condiciones lo hacen en autobuses hacinados y repletos. Desde luego no son los mejores vehículos de transporte público. Los accidentes están a la orden del día y con frecuencia nos duele ver en la prensa accidentes en que decenas de personas pierden la vida o salen gravemente heridas. Pero no termina allí el problema; el desarraigo material y contínuo de estos jornaleros crea problemas socio-culturales que aún no han sido debidamente evaluados; cuando ésto se haga, tendremos verdaderamente sorpresas desagradables. Mas el problema no concluye allí. Las condiciones de trabajo y vivienda de muchos de estos trabajadores, son primitivas e inhumanas; en Guatemala a veces simples techados, sin paredes en que se hacinan grandes grupos en condiciones lamentables; sin servicios sanitarios, sin la menor condición higiénica.

Muchas veces los cosecheros entran a los campos, pero se han olvidado los responsables de tomar en cuenta que han sido recientemente rociados eventualmente con biocidas peligrosos para la vida humana; y es así como muchos de ellos se intoxican.

Lo que he señalado de los problemas socio-económicos de algodón, son hechos que no abonan en contra del cultivo mismo, sino simplemente se suman a un complejo socio-cultural, que en nuestros países no ha sido debidamente evaluado y reglamentado. Es necesario que esta situación cambie y si no somos capaces de cambiarla, no amerita sembrar el algodón.

Debo advertir que no es mi deseo señalar ese cultivo como el niño malo de la agricultura. El problema radica en la formación de fuertes grupos de poder económico y no hay gobierno que tenga la capacidad de someterlos a un riguroso sistema de control. Talvez quepa aquí nuevamente nuestra expresión y credo de fé de la bioética, es decir la utopía que consiste en creer que el hombre

tiene una conciencia que, algún día, le hará comprender lo que es la solidaridad humana y que de esa condición depende su propia sobrevivencia. Recordando a Stroski en su famosa expresión repetiremos que "el humano necesita aprender a vivir para sobrevivir". A ello obedece el lema de la Asociación Guatemalteca de Historia Natural. "Por una conciencia ecológica nacional."

| FECHA DE DEVOLUCION | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Autor SEMINARIO REGIONAL SOBRE

Título INSECTICIDAS, FUNGICIDAS Y HERBICIDAS

| Fecha Devolución | Nombre del solicitante |
| --- | --- |
| | Rodolfo Ernul |