



# El manejo de plagas, un enfoque más racional al combate de las plagas agrícolas

JOSE R. LABRADOR\*\*

## RESUMEN

Aproximadamente durante el año 8.000 A.C., ocurrió el cambio cuando el hombre pasó de una vida nómada a una actividad sedentaria, esto aparentemente se llevó a efecto en la Cuenca del Eufrates y del Tigris y en Centro América.

Aunque el hombre primitivo sembraba sus cultivos sin mayores conocimientos y las plagas y las enfermedades formaban parte como de algo que posiblemente consideró de natural ocurrencia, inconscientemente implementó mecanismos naturales de selección, lo que favoreció razas de plantas resistentes a las plagas. A través de los años grandes cambios se han sucedido. La experiencia unida al trabajo de investigación ha permitido el desarrollo agrícola de que hoy se disfruta. Después de la Segunda Guerra Mundial, la necesidad de producir alimentos y el descubrimiento de pesticidas sintéticos, permitió que estos últimos se utilizaran intensivamente. A la larga, estas sustancias al ser utilizadas indiscriminadamente han ocasionado, en ciertas áreas, diversos problemas al medio ecológico. Recientemente el hombre ha comprendido la necesidad de un nuevo enfoque del combate de las plagas, en donde un manejo más racional de los pesticidas sea implementado a la vez que se haga un uso mejor de los factores naturales que controlan dichas plagas. Como consecuencia se han creado los conceptos de Combate Integrado y Manejo de plagas. Ambos conceptos estrechamente ligados hacen uso de todas las técnicas disponibles para ser integradas en un sistema de combate que permita minimizar el daño que una plaga puede ocasionar. El manejo de plagas requiere de una fuerte base ecológica y en el cual el conocimiento de la plaga y el medio se hace totalmente necesario. Los agroecosistemas por su propia estructura favorecen al incremento poblacional de organismos, permitiendo que los mismos se transformen en plagas.

Cuando la población y presencia de un organismo cualquiera ocasiona un daño de carácter económico, se requiere destruirla para evitar pérdidas. De esta situación se originó la necesidad de un límite de tolerancia que se alcanza con el "umbral económico", la determinación de los umbrales económicos para cada plaga en particular y en determinado cultivo, es absolutamente necesario; pero la falta de suficiente información bio-ecológica restringe actualmente su aplicación. El manejo de plagas al integrar medidas de combate utiliza sistemas como métodos culturales, control biológico, plantas resistentes, métodos autocidas, pesticidas y otras tácticas

---

\* Recibido para su publicación el 3 de Julio de 1975.

\*\* Ing. Agr. M. Sc. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo, Venezuela.

(uso de feromonas, hormonas, productos químicos, atrayentes, repelentes, antialimentarios, etc.). Para implementar el manejo de plagas, se requieren estrategias las cuales se aplican según las condiciones específicas, pero en sí, la filosofía del manejo de plagas descansa en la habilidad de incrementar al máximo los recursos naturales de las plagas, la utilización de variedades resistentes, y la utilización de cualquiera otra táctica, lo que conlleva a un mínimo de alteración y efectuar solamente en oportunidades acciones anticipadas, cuando la experiencia y el conocimiento permiten vaticinar posibles pérdidas. Aunque se reconoce la necesidad del Manejo de Plagas y que indiscutiblemente su uso será mayor en el futuro, es conveniente conocer que existen algunas plagas contra las cuales esta estrategia no se ajusta. Por otra parte existen limitaciones para su implementación, entre ellas, la falta de suficiente información sobre bioecología, tanto de la plaga como del cultivo y especialmente la falta de personal técnico idóneo y entrenado. Bajo condiciones tropicales, los huertos frutales, parecen presentar las mejores condiciones de trabajo, para el inicio de estudios y la implementación de este nuevo enfoque para el combate de las plagas agrícolas.

#### ABSTRACT

Around the year 8000 B.C. took place an important change took place in man's life when he changed his nomadic system of life for a sedentary way of living. This seems to have happened in the Euphrates basin and in Central America. For centuries great changes have come after. Hard work, research and experience brought about the actual world agricultural situation. After the Second World War, it was necessary to improve world agricultural production, therefore, the discovery and manufacturing of new synthetic pesticides found a fertile land for its intensive utilization.

Excessive and indiscriminate applications of those chemicals brought about bioecological alterations in some areas of the world. As a consequence it was necessary to design new approaches for pest control. These new methods to combat pests lead to a more rational use of pesticides and a better management of natural biological control resources. Two new concepts raised up: PEST MANAGEMENT and INTEGRATED CONTROL. Both concepts are very close related and they make use of all available technics to integrate them in a wide control system that would minimize the damage that a pest might do. These new concepts involve a very strong ecological structure where a very good knowledge of the pest, crop and the environment is required.

When pest population density reaches a level that becomes a menace for a crop, it is necessary to destroy the pest to avoid significant losses. From this situation derives the Economic Treshold Concept. This new concept includes an important parameter defined as "the density at which control measures should be applied to prevent an increasing pest population reaching economic injury level". Pest Management integrates control measures like Biological Control, Resistant Varieties, Autoicide Methods, use of Attractants, Pesticides, Antifeedings and any other available control measure.

Well oriented strategies are required in order to establish a Pest Management program. The Philosophy of Pest Management bases on the ability for utilizing the biocontrol resources integrated with other tactics, that procedure means a minimum of environmental alterations. Preventive measures are only applied when experience and knowledge permit to foretell possible losses. Lack of bio-ecological information of the pest and crop; the necessity of trained personal, technicians and scientists, are among those negative factors that limit the enforcement of a Pest Management program in Latin American countries. Under tropical conditions, at the present time, fruit plantations seem to be the best system for beginning this new approach to insect control.

## INTRODUCCION

El hombre cambió de una vida nómada a un sistema de vida más sedentario, en aquél momento cuando comenzó a producir en una superficie limitada el alimento que necesitaba. Este cambio seguramente sucedió alrededor del año 8.000 A.C., principalmente en dos regiones, una ubicada en la Cuenca del Eufrates y del Tigris y la otra en la América Central (2); posteriormente a esta actitud sedentaria se ha debido originar en consecuencia, la actividad agrícola actualmente existente.

Es indiscutible que factores de clima, suelo, población, etc., influyeron en tal cambio. Este hombre primitivo debió considerar a las plagas y enfermedades como algo integrante de los propios cultivos, sin embargo, de esas plagas los insectos seguramente eran los organismos más perjudiciales para sus cosechas.

En aquellos lejanos tiempos, la forma como el hombre pudo haber afrontado el problema de las plagas, ha debido ser casi inconsciente y ajeno a todo conocimiento; simplemente sembraba aquellos cultivos que le brindaban una aceptable cantidad de alimento, bajo las circunstancias para entonces existentes. Tal situación permitía inconscientemente la implementación de un mecanismo natural de selección, favoreciendo así razas de plantas resistentes a las plagas. Seguramente se desarrollaron variedades adaptadas al medio y suficientemente resistentes a los insectos y a las enfermedades.

Tal situación ha cambiado drástica y sustancialmente durante los últimos tiempos, contribuyendo a ello la distribución e introducción de cultivos en áreas en donde antes no existían. Cuando el hombre comprendió el motivo y reconoció la causa que disminuía sus cosechas, reaccionó entonces contra una situación que había considerado natural.

Consecuentemente, desarrolló entonces algunos medios de combate contra esas plagas y enfermedades, lo que le permitió una mayor independencia en relación a la presencia natural de esos factores bióticos negativos. A medida que sus conocimientos avanzaban, mejoró también las condiciones propias de sus cultivos con la aplicación de medidas favorables que eran el resultado de la experiencia, estudio e investigación, entre ellas, el fertilizar los suelos, buena preparación de los mismos, siembra de variedades mejoradas y naturalmente un mejor combate de plagas, lo que le permitió aumentar la producción y reducir significativamente las pérdidas ocasionadas por los insectos y otros organismos. Es por lo tanto factible considerar, que los exitosos resultados obtenidos se han reflejado en el desarrollo explosivo de la agricultura en los tiempos recientes, que ha conducido a lo que se ha denominado "Revolución Verde".

A partir del año 1950 la producción agrícola en los países altamente civilizados alcanzó un punto, donde la protección contra las plagas, sin dejar de ser absolutamente necesaria, se consideró de menor importancia en relación a las necesidades del cultivo, con respecto a otras medidas de carácter técnico que podrían permitir una mejor productividad. La facilidad de adquirir pesticidas baratos y de alta efectividad, permitió cambiar el enfoque que previamente se tenía con respecto al combate de las plagas y canalizar los esfuerzos hacia otros aspectos de la producción.

Antes de la fecha mencionada, el hombre se había preocupado por la utilización de sistemas más naturales, tales como la aplicación de medidas culturales, uso del control biológico y la utilización de variedades resistentes. Para entonces, los pesticidas se utilizaban cuando eran estrictamente necesarios y cuando la aplicación de otros medios de combate, no eran lo suficientemente buenos para contrarrestar el efecto destructivo de una plaga.

Lo antes expuesto deja ver, que a través de la historia, el hombre para poder alcanzar los niveles de productividad actualmente existentes, tuvo que utilizar su ingenio e inteligencia, para desarrollar e implementar todos aquellos factores positivos que le permitieron combatir los agentes negativos que limitaban su desarrollo y expansión. De esos agentes, las plagas indiscutiblemente estaban entre los más importantes.

Aún en la época actual, gran parte de la producción mundial de alimentos la toman dichas plagas, estableciéndose así una severa competencia por la subsistencia. De todas las pestes que afectan la producción agrícola, los insectos pueden ser considerados como la más perjudicial.

Según Pimentel (14), las pérdidas que las plagas agrícolas ocasionan, desde el punto de vista mundial, se consideran elevadas. En la actualidad esas pérdidas se estiman en un 35 por ciento (6) y las mismas incluyen daños causados por insectos, agentes patógenos, malas hierbas, mamíferos y aves. Las pérdidas que estos dos últimos grupos infligen son más severas en los trópicos, sin embargo, se pueden considerar menores al compararlas con aquellas que ocasionan los insectos, agentes patógenos y las malezas.

La tremenda explosión demográfica que viene sucediéndose a nivel mundial, permite vaticinar para un futuro no muy lejano, una peligrosa escasez de alimento que ya puede observarse en algunas regiones del planeta, como sucede en los continentes Asiático y Africano. Se estima que para el año 2.000, la población mundial estará cerca de los 7 mil millones de habitantes (5), por lo tanto durante el lapso de tiempo comprendido entre el año 1965 y el final de este siglo, la cantidad de alimento a producirse deberá ser cuadruplicado (7).

Después de la Segunda Guerra Mundial, el desarrollo de sustancias químicas capaces de destruir poblaciones de plagas y su posterior utilización en gran escala, originó la "era de oro de los pesticidas", y al basarse en una falsa seguridad de los mismos, el hombre los ha utilizado en forma indiscriminada y poco racional, por lo tanto, el mal empleo de esos productos ha ocasionado en ciertas áreas del planeta desequilibrios ecobiológicos, cuyas consecuencias se han comenzado a sentir.

Debido a este doble problema, por una parte la necesidad de combatir efectivamente las plagas y por la otra, la conveniencia de un uso más racional del combate directo con la utilización de pesticidas, al tener en consideración la finalidad de no alterar el equilibrio biótico natural y conservar al mismo tiempo los niveles de producción existentes, se motivaron iniciativas hacia nuevos enfoques para el combate de las plagas, lo que obligó a un mejor conocimiento no sólo de la peste en sí, sino también del huésped y su medio ecológico. Este nuevo enfoque tiende hacia un manejo de las plagas y a una integración racional de los sistemas de combate conocidos. De acá nacen dos nuevos conceptos estrechamente ligados entre sí, que son el MANEJO DE LAS PLAGAS y EL COMBATE INTEGRAL. Por lo tanto, en estos nuevos enfoques el concepto ecológico representado por el organismo y su medio ambiente, es la parte fundamental del proceso. Un conocimiento profundo de estos factores y de sus interrelaciones, permite el uso integral de todos aquellos métodos de combate conocidos, para utilizarlos de acuerdo con las posibilidades y necesidades, en forma racional y económica.

#### **Necesidad del uso de pesticidas**

Es indiscutible que el uso indiscriminado de los pesticidas realizado durante los últimos años, ha producido una repercusión negativa en el medio ecológico de muchas áreas del mundo. Pero es también indiscutible que los excelentes márgenes

de producción agrícola alcanzados en los países mas tecnificados, no solo se debe al mejoramiento genético de las variedades, o al uso de fertilizantes etc., sino que en gran parte esa producción se ha salvado debido a la defensa que con el uso de los pesticidas se ha efectuado. Según Smith (18), a pesar del concepto de negatividad que alrededor de los pesticidas se ha venido creando, debemos reconocer que éstos siguen siendo el arma mas poderosa con que se dispone en la actualidad para el combate de las plagas. Tales productos son altamente efectivos y su uso es económico para una aplicación inmediata, cuando se desea un impacto rápido contra la población de una peste que pone en peligro una cosecha, muy especialmente cuando el cultivo afectado cubre grandes extensiones. Cuando la densidad de población de una plaga alcanza niveles económicos, es poco lo que se puede hacer, excepto la utilización de los pesticidas para evitar pérdidas. La práctica de combate de plagas en la actualidad, depende casi totalmente del uso de pesticidas y mientras no se disponga de otros medios apropiados, esta práctica continuará utilizándose.

Durante las últimas décadas se viene observando una crítica progresiva dirigida hacia el uso de los pesticidas, lo que involucra no solo la utilización de ciertos productos, más aún, la manera como se han venido aplicando y el propio enfoque que se le dá al combate de las plagas agrícolas.

Al hacer un análisis de la situación, es razonable concluir que es dudoso pensar que el combate de las plagas agrícolas durante las últimas décadas, haya podido desarrollarse a lo largo de un enfoque más satisfactorio en comparación con el que se ha venido realizando, ya que debemos tener en consideración que ello ha sido el resultado de una necesidad. Inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial la producción de suficiente alimento y protección a la salud se hizo necesaria; sin embargo, para entonces se disponía de poco tiempo y limitados recursos para programas de investigación extensivos e intensivos que suplieran con sus resultados, las limitaciones de conocimientos de que se disponía, y bajo tales condiciones no hubo otra alternativa que la de utilizar las técnicas de combate de plagas con los pesticidas conocidos, las que sin lugar a dudas han sido altamente efectivas para los objetivos buscados y lo cual dió origen a nivel mundial, a una industria poderosa de productos químicos con una alta inversión de capital.

Como un resultado a la intensa crítica desatada en contra del uso de sustancias químicas por personas estrechamente vinculadas con tal problemática, en los Estados Unidos del Norte por disposición presidencial se fundó un Comité Científico Asesor que tendría la responsabilidad de hacer un estudio de la situación. Dicho Comité concluyó al informar, que el problema no radicaba directamente en la forma como se efectuaba el combate de las plagas, pero se observaban fallas enmarcadas dentro de ciertos tipos de pesticidas, así como del mal uso que de los mismos se hacía (10). Aunque los pesticidas no se incluyeron primariamente como los responsables de la contaminación del medio ambiente, ciertos pesticidas específicos pueden en ciertas regiones ocasionar serios problemas (7) tales como, a) desarrollo de razas resistentes a los pesticidas; b) efecto temporal en la población de las plagas, siendo necesario el repetir los tratamientos e incrementar las dosis; c) riesgo debido al tipo de pesticidas que se utilizan en los cultivos agrícolas; d) brotes de plagas que regularmente eran de secundaria importancia y las cuales quedan fuera de todo control debido a la destrucción de sus enemigos naturales; e) efecto negativo sobre los organismos beneficiosos tales como insectos parásitos, predadores y sobre la fauna natural, al destruir especies de pájaros, reptiles, peces y otros organismos; f) riesgo directo proveniente de la aplicación de los pesticidas y finalmente, la simplificación y reducción de los componentes bióticos del agroecosistema.

Es conveniente observar que a pesar de que los insecticidas han sido utilizados como la columna vertebral para el combate de las plagas, especialmente contra los

insectos, el hombre paralelamente ha desarrollado otras técnicas de combate, algunas de las cuales involucran un alto grado de conocimientos científicos para una tecnología aplicada y las que en algunas oportunidades han brindado resultados excelentes. Sin embargo, muchas de esas prácticas están aún en fase experimental y otras tienen aplicación contra un limitado número de plagas. De esas técnicas, algunas no son absolutamente recientes y pueden ser desconocidas para una gran mayoría de personas; las mismas, generalmente han quedado obscuras ante la imagen de efectividad y economía que ha presentado el uso de los pesticidas, muy especialmente los insecticidas. Tales métodos de combate, esencialmente vitales en su utilización para el nuevo enfoque que al combate de plagas se desea dar, serán discutidos más adelante en este mismo trabajo.

### Manejo de plagas y Combate Integral

El concepto de Combate Integrado se originó independientemente en California (17) y en Holanda donde se le conoció como Combate Armónico (9). De Wilde (7) define al Combate Integrado como un sistema estable de protección de plantas, basado en las relaciones ecológicas existentes entre el cultivo y el medio ambiente, el cual combina ciertos métodos efectivos de combate y cuya aplicación permite que las plagas ocasionen daño por debajo del nivel económico. Según Dennis (8) el Combate Integrado es el manejo de poblaciones de plagas, el cual utiliza todas aquellas técnicas disponibles, bien para reducir las poblaciones de dichas plagas y mantenerlas por debajo del daño económico, o bien para manejar esas poblaciones en tal forma que permitan prevenir que las mismas ocasionen daño. Por lo tanto, el término Combate Integrado, al englobar el concepto expuesto, permite armonizar técnicas en forma organizada al hacerlas compatibles en un sistema flexible y multifacético, al mismo tiempo que se minimiza el daño ecológico.

Es más difícil definir con exactitud el concepto Manejo de Plagas, el cual es relativamente nuevo; según Strickland (16) se originó del trabajo de investigación realizado por Ray F. Smith en Berkeley, California (USA), de B.P. Beirne y sus colegas en Canadá y de Hughes en Austria. Dicho estudio se realizó teniendo en cuenta como las diferentes especies de plagas se comportan bajo condiciones naturales. Esta idea original se amplió al incluirse el conocimiento del complejo de todas las plagas de los diferentes cultivos que se siembran en una área de producción agrícola determinada.

Este nuevo enfoque para combatir las plagas, el cual busca compatibilidad con los diversos medios de combates conocidos, ha tomado varios nombres. El nombre de Combate Integrado en un principio, incluyó el uso del Control Biológico junto con el Combate Químico (1), en la actualidad tiene una mayor significación, siendo también denominado Manejo Protectivo de especies perjudiciales y, finalmente el concepto Manejo de Plagas se impuso, en el cual todas las técnicas disponibles se evalúan y se consideran en un programa unificado para manejar las poblaciones de las plagas, así que el daño económico se evita y se minimiza todo perjuicio al medio ambiente. Dicho concepto tiene por lo tanto una base fundamentalmente ecológica, que es el marco sobre la cual descansa toda su estructura. Según Rabb (15) el Manejo de Plagas es la selección inteligente, y la utilización del combate de plagas, en forma tal que permita asegurar resultados favorables desde un punto de vista económico, ecológico y sociológico. Como se dijo anteriormente este concepto se originó fundamentalmente en el Canadá (4) y en Austria (15).

### Concepto de plaga

Las plagas deben considerarse como organismos vivos perjudiciales a las personas, a sus propiedades y al medio ambiente (5). En cualquier agroecosistema pueden existir muchos organismos que en oportunidades pueden transformarse en plagas;

por lo tanto, las especies de insectos que se desarrollan en un cultivo cualquiera pertenecen a la fauna natural del ecosistema. Tales insectos en su ambiente natural raramente ocurren en cantidades excesivas (7), sin embargo, cualquiera de estas especies puede en algún momento aumentar en número poblacional y tomar la condición de plaga. Generalmente el control natural de una población de organismos se altera debido a las prácticas agrícolas (8). Los agroecosistemas tienen su propia estructura, tal como el ser de limitada duración, baja densidad de vegetación con mínima competencia; además usualmente los cultivos disponen de procesos artificiales de fertilización, que aumentan el nivel nutritivo de las plantas haciéndolas más apetecibles. Esas y otras características, hacen que los brotes de plagas y de enfermedades, sean una cualidad común en ellos.

Debido también a las largas extensiones que los agroecosistemas cubren y a pesar de las medidas de combate que se aplican, los insectos pueden multiplicarse con tal rapidez que alcanzan altas densidades de población. Por lo tanto, la forma más común como una plaga en general o un insecto en particular, alcanza la condición de plaga, es simplemente con un incremento en su número poblacional (8), y como se expuso anteriormente, el control natural de las poblaciones, se altera debido a las prácticas agronómicas ya que un cultivo al ser sembrado, provee cantidades suficientes a veces casi ilimitadas de alimento, para el desarrollo potencial de un organismo que posteriormente se transforma en una plaga. Aunque la población en desarrollo continúa siendo atacada por sus enemigos naturales, tales factores naturales no actúan con la rapidez necesaria para que bajo tales circunstancias, se evite el incremento de la población que permite a ese insecto u a otro organismo cualquiera, transformarse en una plaga. Como es razonable comprender, cuando tal situación se presenta es necesario la utilización inmediata de medios de combate para evitar daño al cultivo y las pérdidas subsiguientes. En forma general, los siguientes factores pueden mencionarse como principales responsables de que un insecto alcance la condición de plaga.

- a.) La mayor parte de los insectos son oligófagos, es decir que se alimentan de una planta determinada o de algunas otras, incluidas en la misma familia botánica.
- b.) La siembra de monocultivos se lleva a efecto principalmente con plantas procedentes de variedades genéticamente seleccionadas y cultivadas, en tal forma, que las mismas ofrecen un substratum de características alimenticias óptimas.
- c.) Debido a las prácticas agrícolas intensivas que crean un medio ambiente muy específico, el cual es muy diferente a los ecosistemas naturales, la abundancia y efectividad de los parásitos y predadores es naturalmente menor.
- d.) A su vez, la mayoría de los insectos tienen una capacidad reproductiva alta y bajo condiciones tropicales, el ciclo es relativamente corto, el mismo se cubre en 4 ó 5 semanas, sucediéndose por lo tanto varias generaciones al año. Por tal razón, después que se efectúa una aplicación química para combatirlos, la población es capaz, si se carece de los factores naturales que contrarresten su desarrollo, de restaurarse en un período de tiempo relativamente corto, alcanzando a veces densidades mayores que las originales.

Según De Wilde (7), este problema del incremento poblacional se reduce a dos aspectos básicos: a) los insectos escogen nuestros cultivos como hospederos para alimentarse de ellos y b) usualmente su número de población alcanza tales proporciones que sobrepasan los niveles de tolerancia.

Cuando un insecto o un organismo cualquiera alcanza el nivel de plaga, siendo por lo tanto dañino a un determinado cultivo, el aspecto económico queda involu-



crado. Las pérdidas que puedan sucederse están relacionadas con la intensidad del daño que esta nueva plaga pueda causar. De la situación anterior deriva el concepto "umbral económico", el cual puede definirse, cuando a combate de plaga se hace referencia, como aquella situación cuando una especie cualquiera puede ser controlada a un costo menor del valor del producto en el mercado, valor relativo al incremento de la producción que se espera obtener, por lo tanto un organismo cualquiera perjudicial alcanza el estatus de plaga, cuando su densidad de población es tal, que el daño que ocasiona sobrepasa ese límite de tolerancia que se denominó como "umbral económico". Es por lo tanto conveniente recomendar que se apliquen las medidas de combate necesarias, antes de que se alcance esta situación, es decir, cuando el organismo potencialmente perjudicial ha alcanzado una densidad crítica (3). Naturalmente que para tomar una decisión oportuna, se requiere un buen diagnóstico y en general la falta de suficiente y adecuada información entre la densidad de población y su relación económica, es la principal desventaja para un diagnóstico técnico preciso.

### Tácticas para el Manejo de Plagas

Muchas de las técnicas que podrían ser utilizadas no son nuevas, ya que la mayoría de ellas eran prácticas de común utilización antes del año 1940 y cayeron en desuso después de la Segunda Guerra Mundial, como consecuencia de la aceptación y aplicación por parte de los entomólogos y agricultores del uso de los pesticidas.

Algunas de las tácticas a las cuales se ha hecho referencia se reducen a la mejor utilización de fenómenos que normalmente se suceden bajo condiciones naturales (variedades resistentes y control natural), otras por el contrario pueden considerarse como artificiales (culturales y químicas). A continuación se discuten algunas de esas tácticas, las cuales pueden incluirse en un programa de manejo de plagas.

### Métodos culturales

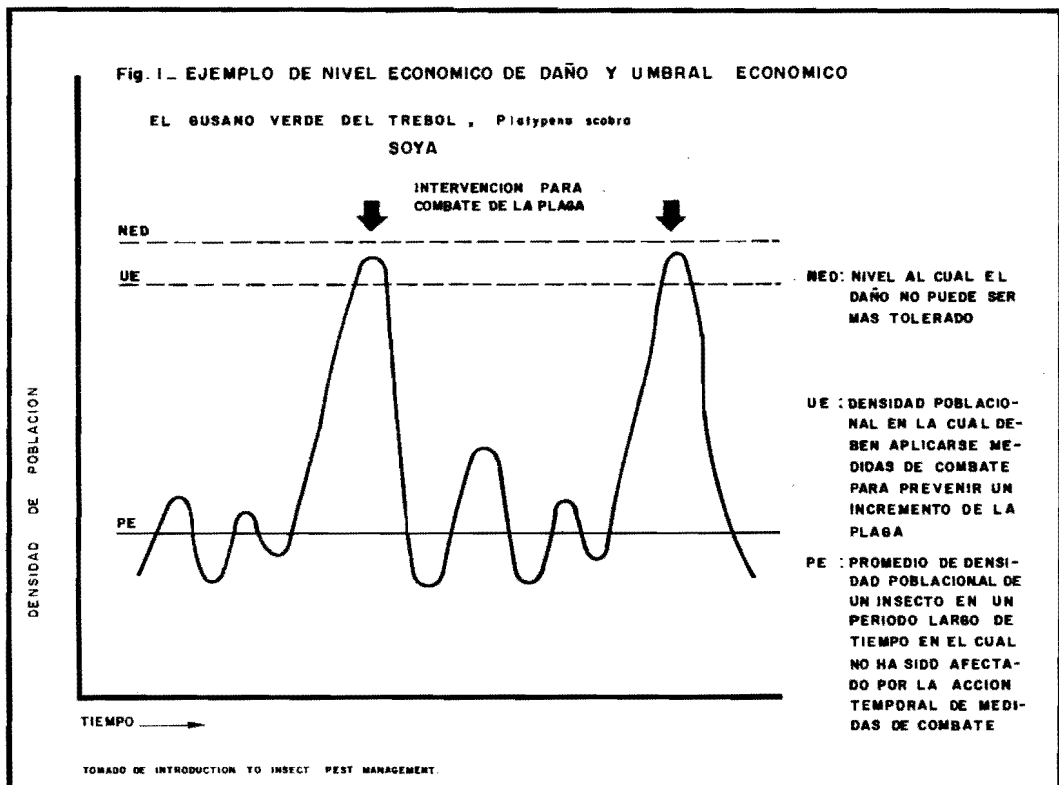
Es este uno de los métodos más antiguos utilizado para dar protección a las plantas; las mismas pueden ser consideradas como una actividad de rutina en el proceso agronómico de las haciendas, dirigidas a la destrucción de las plagas; más importante aún, la aplicación de ellas previenen que las mismas ocasionen daños, o también se usan con la finalidad de mejorar las condiciones que favorecen el desarrollo del cultivo. Entre las medidas culturales pueden mencionarse; uso de variedades resistentes, rotación de cultivos, destrucción de la soca, arado y cultivo adecuado, siembra y cosecha oportuna, poda y limpieza de árboles, recolección de frutos caídos, fertilización, riego adecuado, cultivos trampas y sanidad vegetal. Muchas de estas medidas habían sido abandonadas durante los últimos años como medios para combatir plagas, por otras medidas que se integraban mejor al proceso de protección. Sin embargo en la actualidad, esas mismas medidas están siendo reestudiadas para su posible utilización en programas integrales de manejo de plagas, ya que las mismas son compatibles y se integran con otros sistemas de combate.

Es conveniente conocer que cualquiera actividad de tipo cultural en un cultivo, puede influir favorablemente o desfavorablemente; por ejemplo, si se destruyen las malas hierbas que han crecido en un cultivo por la falta de medidas culturales "oportunas", los insectos que vivían a expensas de esas malezas, al no tener alimento atacan entonces al cultivo, así al destruir las malezas se está por una parte favoreciendo el daño al cultivo y por la otra, eliminando también una fuente de insectos beneficiosos. La aplicación de medidas de tipo cultural, puede tener mucha influencia en la población de las plagas y consecuentemente en el daño que puedan ocasionar (11). Por lo tanto, es recomendable disponer de conocimientos interdisciplinarios que al ser analizados por agrónomos especialistas, permiten efectuar un enfoque adecuado.



## Control Biológico

La importancia del papel que juegan algunos organismos como reguladores de la población de las plagas agrícolas, especialmente en el caso de los insectos perjudiciales, no se reconoció realmente hasta que la acción positiva de esos organismos fue minimizada o destruída, como consecuencia de la aplicación indiscriminada de pesticidas perjudiciales para esos organismos beneficiosos. Por ejemplo, la aplicación indiscriminada de insecticidas clorinados en los naranjales para el combate de algunas plagas, trae como consecuencia un aumento explosivo de la población de escamas, casi incontrolable. La gran importancia del control natural, como agente regulador de las plagas de los cultivos, debe reconocerse y tomarse muy en consideración a objeto de hacer todo lo posible en mejorar su proyección. Cuando a control biológico se refiere, la utilización de parásitos y predadores no es una panacea, a menudo no se toma en consideración que a los insectos beneficiosos no les conviene reducir la población de sus huéspedes a niveles muy bajos, lo que realmente les conviene es una explotación óptima de esos recursos. En ocasiones esta situación puede coincidir con la regulación del huésped, como sucede en el caso del conocido coccinelidae *Vedalia cardinalis*, exitosamente introducida en California (USA) para el control de las escamas de las cítricas hace más de 90 años; sin embargo, en otras oportunidades es necesario la aplicación de medidas adicionales para controlar la plaga. Entre algunos ejemplos de reconocida resonancia debido al éxito de su aplicación, se pueden mencionar: La mariposa del cocotero (*Leviana Iridescentes Betuner Baker*) que fué exitosamente combatida en Fiji, por medio de la introducción del Tachinido *Ptychomya remota* Aldrich. El Barrenador de la Caña de Azúcar *Diatraea saccharalis* F., ha sido exitosamente combatido en la Guayana Británica, La Isla de Sta. Lucía y en Venezuela con la introducción de la Mosca amazónica (*Metagonistylum minense* Towns).



## Plantas resistentes

Este es uno de los sistemas de combate mas efectivo y como en el caso del Control Biológico, en algunas oportunidades la introducción de una variedad o combinación de ellas, ha eliminado casi totalmente el problema creado por una plaga (7). Por lo tanto, el desarrollo y utilización de variedades resistentes o tolerantes a una o más plagas, luce económicamente conveniente (11). En USA existen algunas variedades de tabaco que son resistentes a un grupo importante de plagas que incluyen virus, bacterias y nemátodos. Variedades de trigo resistente a la mosca *Phytophaga destructor* (Say) son entre otros, ejemplos resaltantes. Debe conocerse que la obtención de variedades resistentes es un proceso largo y costoso que involucra investigación y gastos, sin que a veces se obtengan al final los mejores resultados. Por muchos años los geneticistas han intentado desarrollar variedades de papas (*Solanum tuberosum* L.) resistentes al coco colorado (*Leptinotarsa decemlineata* (Say)), sin llegar aún a obtener resultados satisfactorios.

## Métodos autocidas

Debemos tener en consideración que el control genético no es una alternativa con respecto al manejo de plagas, sin embargo, se han logrado sorprendentes resultados con el sistema contra algunas especies de insectos perjudiciales, con la utilización de individuos esterilizados, capaces de combatir con machos normales de su propio sexo para el apareamiento con hembras fértiles (1). La esterilidad inducida puede manifestarse en inhabilidad total, habilidad reducida para aparearse, producción de gametos no funcionales sin que se pierda la capacidad de apareamiento, y alteraciones genéticas que resultan en cigotos no viables después de fertilizados. Tres métodos son conocidos para inducir esterilización: a) por medio de radiaciones ionizantes, b) por medio de quimoesterilizantes radiométricos o metabólicos y c) exponiendo los organismos a la luz electrónica. El uso de radiaciones ionizantes ha demostrado ser efectivo contra ciertas especies bajo determinadas condiciones bioecológicas, siendo un método seguro y efectivo en tales casos; sin embargo, el alto costo de su implementación y lo sofisticado de la técnica, reduce la posibilidad de su uso. Los otros métodos presentan mayor flexibilidad, pero aún no se tienen experiencias prácticas en gran escala. De lograrse una real utilización práctica de los mismos, su costo es mucho más económico. El ejemplo mas notable del uso de la técnica de los machos estériles, fue la erradicación de la Mosca del Ganado (*Cochliomya hominivorax* Coquerel) de la Isla de Curazao y del Sur del Estado de Florida (USA). Recientemente el grupo de trabajo Integrado de Holanda finalizó exitosamente la fase piloto de un proyecto contra la Mosca de la cebolla (*Hylemia antiqua*) utilizando machos esterilizados.

## Pesticidas

Este método de control que ha sido intensivamente utilizado, es actualmente y continuará siendo aplicado en el futuro, ya que existen problemas insectiles y de otros organismos contra los cuales no se disponen aún de métodos alternativos de combate. El continuo uso de los pesticidas a su vez, como ha sucedido, crea los problemas ya mencionados, lo que obliga a un uso mas racional de los mismos. El problema mas grave es la resistencia que las plagas desarrollan contra los pesticidas, lo que lleva a un uso mas frecuente, usualmente con dosis más elevadas. La resistencia es un fenómeno que se viene observando también en plantas, semillas, microorganismos y en roedores. Por otra parte, la excesiva restricción en el uso de los pesticidas y la incertidumbre de disponer a corto tiempo de nuevos materiales de reemplazo, crea una preocupación general.

## Otras tácticas

En este capítulo podemos incluir al grupo que se denomina Agentes Químicos Bioracionales, que incluyen el uso de feromonas, hormonas, protectores químicos, atrayentes proteínicos o de tipo sexual, repelentes y antialimentarios y sus bioanálogos (7). Es conveniente también hacer mención de la Cuarentena Vegetal, erradicación y regulación como instrumentos para ser utilizados en cualquier programa de Manejo de Plagas. Debe recordarse que la mejor forma de combatir las plagas extranjeras, es el prevenir su introducción y en caso de que una plaga se haya introducido en un país, el proceso de erradicación de la misma podría ser el lapso inmediato necesario, si la especie se detecta oportunamente y la implementación del procedimiento se hace viable. En algunas oportunidades se ha logrado éxito con la erradicación, sin embargo, muchas veces se ha fallado. Por lo tanto es necesario un buen juicio y conocimiento de cada situación en particular, al momento de tomar una decisión.

## Estrategias a seguir

Según Glass (11) existen tres estrategias básicas para enfocar el problema de combate de plagas, 1) apoyarse totalmente en las condiciones naturales, es decir no hacer nada, 2) prevenir o erradicar y 3) corrección del problema. La primera situación no es la más recomendable a seguir, debido al alto grado de complejidad que se encuentra en cualquier aspecto agronómico, sin embargo, para ciertas especies dentro del complejo, tal estrategia podría ser la solución. La estrategia más recomendable depende y está determinada por condiciones específicas. En ocasiones el uso del combate químico como medida preventiva es la mejor, ya que esperar que la plaga esté presente para corregir la situación, se traduce en pérdidas y un alto uso de pesticidas para evitar mayores daños posteriormente. Por otra parte, para ciertas especies cuya presencia como plagas es irregular y tolerable a niveles relativamente bajos, es posible corregir exitosamente una situación de anomalía cuando se presenta. Muchos problemas que presentan especies de áfidos, ácaros y larvas de lepidópteros, así como algunas enfermedades, se pueden resolver satisfactoriamente por medio de esta última estrategia.

La filosofía que envuelve el Manejo de Plagas descansa en la estrategia de incrementar al máximo los recursos naturales de control, tales como son los enemigos naturales de las plagas y las variedades resistentes con la utilización de cualquiera otra táctica, lo que conlleva a un mínimo de alteración y solamente en oportunidades se efectúan acciones anticipadas, cuando la experiencia y el conocimiento permiten vaticinar posibles pérdidas.

Es aquí donde esencialmente radica el mayor problema del Manejo de Plagas referente a como pronosticar anticipadamente las pérdidas económicas y como determinar los "umbrales" (Threshold) respectivos para cada plaga. La elaboración de un "umbral económico" es un proceso complejo y complicado, requiriéndose mejor información de los aspectos agroeconómicos sobre combate de plagas, en especial, en relación a organismos beneficiosos, riesgos, estrategias sociales, etc. La integración de prácticas de combate deben basarse, en la consideración de que las plagas individuales son simples componentes del complejo agroecosistema y que la interacción entre los componentes, va por encima de las líneas artificiales creadas por orientadas disciplinas científicas involucradas en el proceso de protección de plantas. Por lo tanto, el camino para la implementación de un Programa de "Manejo de Plagas Integrado" requiere de enfoques disciplinarios e interdisciplinarios. Entomólogos, especialistas en malas hierbas, nematólogos, fitopatólogos, deben tener un concepto amplio sobre combate de plagas y deben todos orientarse hacia el concepto de integración.

Los modernos conocimientos sobre computadoras y sistemas de análisis resultan ser un medio a través del cual todo ese volumen de información disponible puede ser digerido y analizarse en estrategias viables prácticas. El análisis de los agroecosistemas y la formación de modelos tienen dos valores esenciales en el Manejo de Plagas. 1) el sistema de análisis ayuda a la identificación de áreas donde se requiere información adicional y 2) los modelos de predicción para los cultivos y las plagas permiten a los especialistas determinar con más exactitud los "umbrales económicos". Por lo tanto, la elaboración y uso de modelos desempeña un rol importante en el Manejo de Plagas; sin embargo, el desarrollo e implementación del Control Integrado, puede llevarse a efecto sin la necesidad de los complejos modelos que eventualmente son de tanto valor. El solo conocimiento de un agroecosistema, sus plagas y las complicadas interrelaciones que lo regulan, puede que no sea suficiente información para un programa de Manejo de Plagas, ya que en cierta forma se requiere una tecnología propia para poder ser implementado. La aceptación del Manejo de Plagas por los agricultores y otras personas ligadas a la actividad agrícola, no ha sido implementada con mayor eficacia debido a la falta de suficientes recursos económicos que permitan una actividad investigativa más eficiente, a la falta de suficiente personal idóneo bien entrenado y a conflictos de intereses y de tradición principalmente. Sin embargo, ante la necesidad de una acción más positiva, se puede predecir que en un futuro próximo, disminuirán los problemas que vienen entorpeciendo su implementación. A medida que el sistema se perfecciona y se difunde, será más aceptado por los productores y la sociedad lo reconocerá mejor.

### **Limitaciones**

Aunque en la actualidad se reconoce la potencialidad de este sistema para el combate de las plagas, como un medio para proteger la producción agrícola, no es nada fácil su implementación, existiendo muchas limitaciones, entre ellas las que podemos considerar como las más importantes; son la falta de suficientes conocimientos e información sobre las propias plagas y de los agroecosistemas en sí. Cualquier otro medio de combate es mucho más fácil llevarlo a la práctica. Por el contrario la integración de medios de combates en un Programa de Manejo de Plagas, requiere una amplia y profunda información sobre una serie de factores y de muy variada naturaleza, que en la mayoría de los casos se desconocen y lo cual puede conducir a errores y a un mal entendimiento de las tácticas de un programa. Otro de los aspectos negativos, es el tiempo y gastos que se requieren. Finalmente, debe hablarse con claridad al comprender que para ciertos problemas existentes, el Manejo de Plagas no parece ser la solución.

### **Proyección del sistema en el trópico**

En los países tropicales, la mayoría de los cuales están en proceso de desarrollo, el combate de las plagas tienen sus propias modalidades, lo cual está naturalmente ligado a las formas de cultivos y condiciones ecológicas. El enfoque de un problema de esta naturaleza debe cubrir numerosos ángulos y el aspecto socio-económico es muy importante. En tales países, salvo raras excepciones, el combate de plagas ha descansado mayormente en el combate directo, es decir la utilización de pesticidas con ayuda del combate indirecto, o sea la utilización de medidas culturales. La falta de estadísticas apropiadas, así como la información bio-agroecológica necesaria, limitan por los momentos su utilización. En los países ubicados en la zona tropical y lo cual es cierto para una mayoría, debido a su propia condición de sub-desarrollo, falta de recurso económico suficiente, escasez de personal entrenado e idóneo y la influencia del juego político nacional, ha motivado que la investigación ha estado y está aún en niveles de bajo rendimiento. Además la investigación nacional, está en su mayor parte en las manos de cada gobierno, y las Universidades usualmente con escasos recursos económicos, dirigen principalmente sus esfuerzos al proceso educa-

tivo. Las técnicas modernas de computación y análisis, de indispensable uso en el Manejo de Plagas, quedan mayormente restringidas a la actividad privada en el comercio y la industria, no siendo la computación un sistema regular de uso común y continuo, en todos los procesos de análisis en la investigación. Por lo tanto, la computación no está al alcance fácil de los investigadores, quienes además en su mayoría carecen de entrenamiento adecuado en este campo.

A pesar de los aspectos negativos descritos, es conveniente resaltar la necesidad de que los países tropicales inicien los estudios y trabajos de investigación preliminares; quizás la tarea de mayor importancia por los momentos, es la de formar el personal técnico necesario para la estructuración de los equipos de trabajo que darían los primeros pasos y sentarán las bases para una futura implementación del sistema. Momentáneamente con las disponibilidades y recursos existentes, suena mucho más práctico para los países tropicales, enfocar el problema aplicado del combate de plagas con un enfoque al Combate Integral, por ser esta forma más racional de resolver muchos de los problemas actuales, muy especialmente en lo que se refiere a plagas de frutales.

#### LITERATURA CITADA

1. BARLETT, B.R. *Natural Predators. Can selective insecticides help to preserve biotic control?* *Agron. Chemical* 11: 42-44, 107. 1956.
2. BRADER, L. *Integrated Control a New Approach in Crop Protection C.R. 5e Symp. Lutte Intégrée en verges. OILB/SROP*, 9-16. 1957.
3. BEIRNE, B.P. *Biological Control and its Potencial. World Review Pest Control*. 6: 7-19. 1967.
4. BEIRNE, B.P. *Pest Management. (Leonard Hill). London*. 1967.
5. CORBET, P.S. *Pest Management: objectives and Prospects on a Global Scale. CONCEPTS OF PEST MANAGEMENT (Proceeding of a Conference held at North Carolina State University at Raleigh, 1979)*, 190-204. 1970.
6. CRAMER, H.H. *Plant Protection and world crop production. Plansenschutznachricht* 20: 1-524. 1967.
7. DE WILDE, J. *Insect Population Management and Integrated Pest Control. AMBIO. Vol. 4(3): 105-111. 1975.*
8. DENNIS, S.H. *Agricultural Insect Pest of the Tropics and their Control. Cambridge University Press, London. 516 pp. 1962.*
9. FLUITER, T.H. *De Fruitteelt* 50, pp. 197. 1960.
10. GEIR, P.W. *Management of Insect Pest. Annual Review of Entomology. Vol. 11, 471-490. 1966.*
11. GLASS, E.H. *Pest Management: Principles and Philosophy. CONCEPTS OF PEST MANAGEMENT (Proceeding of a Conference held at North Carolina State University at Raleigh, 1970)*, 39-49. 1970.
12. LABRADOR, J.R. *Aplicación de los Radioisotopos en Entomología. ATOMOS Y AGRICULTURA. Facultad de Agronomía. LUZ. Maracaibo, Venezuela. pp. 35-52. 1963.*
13. METCALF, R.L. & LUCLMAN, W. *Introduction to Insect Pest Management. John Wiley & Sons. New York. pp. 4. 1957.*
14. PIMENTEL, D. *World Food Crisis: Energy and Pest. Bull. Ent. Soc. Amer. 33: 20-24. 1976.*
15. RABB, R.L. & GUTHREE, F.E. *Introduction to the Conference (CONCEPTS OF PEST MANAGEMENT). Proceeding of a Conference held at North Carolina State University at Raleigh, March, 1979) pp. 1-5, 1970.*
16. STRICKLAND, A.H. *Some Economic Principles of Pest Management. (CONCEPTS OF PEST MANAGEMENT). Proceeding of a Conference held at North Carolina State University at Raleigh, March, 1970)*, 20-43. 1970.
17. STERN, V.M. *et al Hilgardia* 29: 81. 1950.
18. SMITH, F.R. *Pesticides: Their use and limitations in Pest Management. CONCEPTS OF PEST MANAGEMENT. Proceeding of a Conference held at North Carolina State University at Raleigh, March, 1979)*, pp. 103-113. 1970.