

ELEMENTOS PARA LAS DECISIONES DE APLICACION

Enrique Castiglioni*

1. ANALISIS DE LA SITUACION

El análisis de una situación determinada de incidencia de plagas involucra, como fue discutido anteriormente, aspectos relacionados a la plaga, al cultivo y al ambiente en el cual los mismos interaccionan. La utilización de niveles de daño económico y de control de las especies que los causan en base a la información de estudios básicos de incidencia, en adición a un buen método de muestreo, es la orientación básica de la decisión de realizar una aplicación de insecticida.

Los elementos mencionados relativos a la plaga, cultivo y ambiente adecuan esa primera orientación hacia la definición de cada situación en particular. Gran parte de los elementos discutidos en el presente curso apuntan a establecer el nivel de conocimientos disponibles al respecto. Integra este conjunto de conocimientos la adecuada identificación de los insectos plaga y los principales enemigos naturales de los mismos.

El por qué de la vasta utilización de insecticidas está radicado en sus ventajas:

- Simplicidad de uso
- Disponibilidad y adaptación a diferentes situaciones
- Rapidez y eficacia de acción
- Son de bajo costo y a menudo altos retornos

La utilización de los mismos debe ser, sin embargo, lo más racional posible en función de sus desventajas:

- Determinan la aparición de resistencia
- Eliminan enemigos naturales
- Tienen efectos nocivos sobre polinizadores
- Provocan contaminación ambiental

- Se mantienen como residuos indeseables
- Provocan intoxicación

El uso racional de insecticidas comienza por la comprensión y aplicación de dos principios básicos:

1. Sólo se deben usar cuando es necesario.
2. No es necesario el control del 100% de los insectos plaga para evitar pérdidas económicas.

En definitiva, en un sistema de producción definido, cuando la presión de ataque implica pérdidas de magnitud económica y no hay un adecuado control natural, se justifica la utilización de medidas de control químico.

Una vez determinada la justificación de estas medidas, hay dos aspectos fundamentales que continúan involucrando un análisis de la situación en la que se emplearán los insecticidas: qué producto usar y de qué forma utilizarlo.

2. ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO A USAR

Existen dos criterios generales en la selección del producto a utilizar: el económico y el ecológico. Los productos por sí mismos y en función de la dosis en que se utilizan definen el costo de la aplicación. El criterio ecológico no solamente refiere a un compromiso obligado con el ambiente, sino que también involucra una óptima económica, desde que la no consideración de este criterio a menudo tiene como consecuencia la necesidad de realizar aplicaciones adicionales y aún en el mediano plazo la necesidad de aumentar las dosis para alcanzar el control deseado.

La totalidad de los productos insecticidas son tóxicos, desde que en grado variable producen envenenamiento o contaminación. No obstante, existen marcadas diferencias en cuanto al riesgo a que se expone quien los aplica o manipula, debido a su toxicidad, y al grado variable de agresión que infligen a diferentes grupos de seres vivos, en función de su composición, modo de acción y dosis de empleo.

Desde el punto de vista de modo de acción, pueden establecerse grandes grupos de insecticidas.

Los fosforados, en general, actúan a nivel del sistema nervioso, inhibiendo la acetilcolinesterasa (tanto en mamíferos como artrópodos). Se produce acumulación de acetilcolina en los receptores, las funciones se aceleran o acrecientan y se evita el restablecimiento de la sinapsis. Son hidrofílicos y se descomponen fácilmente en los organismos animales, eliminándose en la orina. Por lo tanto, no presentan mayores problemas de residualidad. Los carbamatos, como regla general, son de acción semejante a los fosforados. Los hay de alta toxicidad, aunque existen algunos de mayor selectividad.

Los organoclorados son también productos de acción neurotóxica, aunque su modo de acción es diferente al de los anteriores. Sus efectos conducen a la hiperactividad de los nervios y músculos no afectando las sinapsis, sino la membrana de los nervios (tanto a nivel central como en el SN periférico) desestabilizando el intercambio de Na y K. Su lipofilia determina su acumulación en las grasas, a la vez que solamente en parte pueden ser degradados vía hidrólisis.

Los piretroides son ésteres obtenidos por síntesis a partir del estudio de compuestos obtenidos de la flor de ciertas especies de *Chrysanthemum*. Hay cuatro componentes principales: piretrina I y II y cinerina I y II. Su estructura de éster, se asocia de inmediato a la posibilidad de hidrólisis. Su alta eficiencia insecticida con gran poder de noqueo ("knockdown") se une a la seguridad de uso por su baja toxicidad oral para mamíferos y otras especies animales, excluidos los peces. El canal de Na en la proteína de las membranas de los nervios es uno de los

sitios primarios de acción de los piretroides. Una vez ingresados en los tejidos, existe evidencia de que los piretroides son a menudo destruidos por oxigenación más que por hidrólisis.

Los compuestos inhibidores de la formación de quitina establecen una nueva alternativa de control químico, con expectativas de acción sobre un importante número de especies de insectos y un margen de seguridad muy interesante para mamíferos, para los cuales la toxicidad es, en efecto, muy baja. La inhibición de la síntesis de quitina por parte del diflubenzuron parece ser consecuencia de un rápido y completo bloqueo de la quitina-sintetasa, antes que de la activación de la quitinasa.

Los insecticidas de origen biológico son conocidos desde hace ya mucho tiempo, con la aparición de formulados de *Bacillus thuringiensis*. Los avances en este campo parecen ser alentadores, en función de la tecnología desarrollada para la formulación de insecticidas a base de virus y la incorporación de toxinas en plantas mediante el uso de ingeniería genética.

En la sanidad animal ha tenido un desarrollo importante el uso de abamectina e ivermectina, derivados de las avermectinas, producidas por el actinomicete *Streptomyces avermitilis*.

Recientemente se ha registrado el Spinosad, proveniente de una toxina de la bacteria de suelo *Saccharopolyspora spinosa*, y que ha demostrado una importante acción insecticida sobre varias especies de insectos plaga en dosis muy bajas, que le confieren una elevada selectividad entre artrópodos.

Las relaciones entre dosis, toxicidad, selectividad y residualidad constituyen la base del manejo racional de los productos insecticidas con el objetivo de maximizar eficiencia de control minimizando los riesgos de aparición de resistencia.

La selectividad y la residualidad de los insecticidas dependen, además de las características biocidas propias, de la sensibilidad diferencial entre plagas, parásitos y predadores y de la dosis en la cual son empleados.

En contraposición a las ventajas de utilización que presentan los piretroides, éstos en general son productos de amplio espectro de acción. Su alto poder insecticida por unidad de principio activo determina altas probabilidades de aparición de resistencia con su uso discriminado.

Debe enfatizarse que la resurgencia de plagas es una consecuencia del empleo de medidas químicas de control. Cuando se eliminan enemigos naturales, se aumenta la necesidad de realizar nuevas aplicaciones. Por otro lado, el aumento de genes de resistencia en una población dada, determina la necesidad de aumentar las dosis de control.

Para minimizar la incidencia de la resistencia a los insecticidas mantiene vigencia la necesidad de integrar medidas de control alternativas a los métodos químicos y, dentro de esta práctica, la rotación de productos con modo de acción diferente.

La tendencia actual es evaluar dosis menores de los productos que mantienen buenos niveles de eficiencia de control y estudiar su acción sobre las plagas objetivo y sus principales enemigos naturales.

En adición a la acción tóxica de los distintos grupos de productos, su modo de acción es un aspecto fundamental en la selección del producto a utilizar para el control de las distintas especies problema, y para emplear el criterio de adecuada rotación de insecticidas.

Para los insecticidas en general puede clasificarse su modo de acción en: ingestión, contacto, inhalación y repelencia. Más de una forma de acción puede combinarse en un mismo producto.

Como propiedades adicionales de los insecticidas, se destacan la acción sistémica y la acción traslaminar o de profundidad. A través de la acción sistémica los tóxicos circulan desde la parte de la planta donde ingresan hasta partes más nuevas, actuando sobre insectos que succionan la savia o ingieren esas partes nuevas. La acción de profundidad permite controlar eficientemente insectos protegidos en el envés de las hojas a pesar de que el producto contacte sólo el haz, aunque no son translocados dentro de la planta.

Debe seleccionarse en forma adecuada el modo de acción del producto en función del objetivo perseguido. Para el control de insectos expuestos puede lograrse buena eficiencia de control con productos que tengan buena acción de contacto. Los insectos defoliadores pueden ser eficientemente controlados con productos de acción de ingestión.

Cuando los insectos están protegidos por las estructuras foliares (cartucho de las hojas, brotes en crecimiento, dentro de las vainas de las hojas) existen bajas eficiencias de control con productos de acción de contacto o ingestión. Esto determina la necesidad de complementar la acción con propiedades fumigantes (inhalación), de profundidad, o de dosis o caudales de agua para acceder al lugar donde el insecto se protege (lagarta cogollera en maíz).

La consideración de la selectividad del tratamiento y su incidencia en las posibles resurgencias de plagas es otro factor de selección del producto a utilizar. Los pulgones en algunos cultivos pueden estar relativamente expuestos y posibles de ser bien controlados con productos de acción de contacto. Los productos con acción sistémica son, sin embargo, ideales para el control de pulgones, que generan su dosis letal a través de la concentración del tóxico que van filtrando con la savia que consumen. Para estos productos es posible ajustar la dosis de manera de disminuir su acción de contacto y así aumentar su selectividad para insectos no picosuctores. Como contraparte la mayoría de los insecticidas sistémicos son fosforados o carbamatos de alta toxicidad para el hombre.

La acción sistémica de los productos, por otra parte, no resulta eficiente para el control de insectos que se alimentan de lugares de la planta donde la concentración del producto por traslocación es despreciable. Tal es el caso de la lagarta de la espiga en maíz (*Heliothis zea*) o las chinches alimentándose de grano. Para este último caso, normalmente se logran mayores eficiencias de control con productos de contacto, ya que las chinches se van contaminando al caminar por la planta y cuando se limpian sus patas y cuerpo.

La selectividad del tratamiento siempre es deseable, en la consideración global del agroecosistema definido por un esquema de producción dado. En el corto plazo, o en el período de un cultivo, tiene relación importante con el momento de ciclo en el que se define la aplicación.

Cuando el tratamiento se define para el control de una plaga que ataca sobre fin de ciclo y no hay riesgos importantes de una nueva generación, la selectividad tiene importancia relativa menor.

Cuando el ataque se produce en etapas iniciales de un cultivo, se torna realmente importante la posibilidad de evitar la aplicación o, si es necesaria, que la misma sea selectiva, debido a la probabilidad de nuevas aplicaciones en etapas posteriores.

El manejo de la selectividad, en términos prácticos, puede realizarse a través de la selección del producto o de la selección de la dosis de productos de más amplio espectro. Estas dosis reducidas de productos de amplio espectro pueden incrementar su selectividad por disminución del daño a parásitos y predadores. Además, implica disminución de los costos de producción, directos en la misma e indirectos si la acción del control natural evita aplicaciones posteriores. Estas consideraciones son indispensables, por ejemplo, cuando se dan ataques de pulgones en etapas iniciales de los cultivos.

3. SEÑALES DE APARICION DE RESISTENCIA

La confirmación de poblaciones de plaga resistentes a los insecticidas sólo puede realizarse a través de trabajos en laboratorio. No obstante, aún cuando se estén realizando aplicaciones en la forma correcta, pueden aparecer señales a campo de la aparición de resistencia.

Normalmente estas señales están relacionadas a infestaciones extraordinariamente persistentes, o ineficacia de las aplicaciones de productos.

Los principales mecanismos a través de los cuales los insectos adquieren resistencia a los insecticidas son:

- Aumento en la capacidad de degradación (resistencia metabólica)
- Menor sensibilidad al tóxico del sitio de acción
- Penetración reducida
- Cambios en el comportamiento

El aumento en la capacidad de degradación es sumamente difícil de sobreponer, debido a que se trata de la mejora de un sistema enzimático que puede descomponer productos no relacionados con el tóxico que la generó.

La forma de conocer los procesos enzimáticos involucrados en esta resistencia es a través de estudios bioquímicos que determinen cuáles son los metabolitos en los que se interrumpe el proceso. Una de las formas que se ha empleado para tratar de superar el problema de la degradación es el uso de sinergistas, que pueden inhibir el sistema enzimático que provoca la degradación.

La menor selectividad del sitio de acción es la resistencia al efecto fulminante (knockdown). Se descubrió en 1957 en moscas frente al DDT. Está causada por un gene recesivo denominado *Kdr*. La resistencia que adquieren los insectos a los piretroides es muy parecida a la provocada por el tipo *kdr*, bajando la eficiencia de noqueo de estos productos.

La penetración reducida es un proceso que normalmente se asocia al aumento de la degradación. La tasa de penetración disminuye, permitiendo que las fracciones de tóxico que ingresan al insecto sean más fácilmente degradadas.

Las modificaciones de comportamiento están relativamente comprobadas aunque no son muy importantes y requieren ser estudiadas en laboratorio.

Son muchos los factores que influyen en la velocidad de la evolución de la resistencia y normalmente se agrupan en tres categorías: genéticos, biológico/ecológicos, y tácticas de control utilizadas (Apéndice).

Existen estimaciones que indican que la resistencia en USA determina gastos adicionales de U\$S 40 millones en insecticidas, según Pimentel, 1991, citado por Whalon, 1995.

Debe tenerse presente que la resistencia es un fenómeno general y que no hay prácticamente ninguna estrategia de supresión de plagas conocida que no ejerza cierta presión sobre los insectos. Cualquier estrategia de manejo, aún cultural, puede ser sobrepuesta por las plagas, que son capaces -por ejemplo- de generar biotipos con diapausa durante dos años, a fin de adaptarse a un esquema de rotación de cultivos. El manejo de la resistencia, tal como cualquier estrategia hábil de control de insectos involucra la integración de medidas, dentro de las que el correcto uso de los agroquímicos es crucial.

Para el manejo de la resistencia antiguamente se sustituían los productos. Esta estrategia no sólo es eficiente en el mediano plazo sino que cada vez es más difícil y más caro obtener nuevos radicales de buena acción insecticida (aumento de exigencias a los productos en su registro).

Actualmente se busca mantener el criterio de alternancia de productos y es muy discutido el método de mezclar productos.

Además de la alternancia el énfasis se coloca en complementar con:

adecuada utilización de los productos seleccionados (reservar los insecticidas denominados "hard" o difíciles de degradar para plagas polífagas y los "soft" o fáciles de degradar para específicas - los piretroides son intermedios entre soft y hard)

- mantener las poblaciones de controladores naturales
- mantener los refugios de los individuos susceptibles (regiones o cultivos donde los mismos no son problema importante)
- introducción de individuos susceptibles
- uso de sinergistas
- definición de dosis mínimas y padrones de aplicación

disminución de la presión de selección (reducción de frecuencia de tratamientos,

reducción del área tratada, limitar el uso de insecticidas muy persistentes, controlar los estados de desarrollo más susceptibles de la plaga, e integrar diferentes métodos de control).

El problema del manejo de la resistencia es que la misma debe ser monitoreada, desde que las señales de resistencia pueden ser motivadas en realidad por ineficacia de la medida de control.

Entre esas causas se destacan:

- aplicación no realizadas en momento oportuno
- errores en la dosis de empleo o mezclas sin observar las instrucciones del fabricante
- alteraciones de la formulación por almacenamiento incorrecto u otros
- maquinaria inadecuada, mal ajustada o en malas condiciones
- procedimiento incorrecto de aplicación
- condiciones climáticas inadecuadas durante la aplicación
- baja calidad del agua utilizada como vehículo.

4. CARACTERISTICAS INHERENTES A LA APLICACIÓN

En función de lo anteriormente citado, merecen realizarse algunas apreciaciones sobre la operativa de las aplicaciones de productos químicos.

Una buena aplicación de plaguicidas se define como la aplicación en el momento oportuno, con una adecuada cobertura, la cantidad de ingrediente activo requerido sobre un blanco bien definido con la correcta calibración del caudal y el ajuste adecuado del tamaño de partícula.

Existen seis aspectos resaltables para la aplicación:

- a. Momento oportuno de aplicación
- b. Cobertura y tamaño de partícula
- c. Dosificación y depósitos
- d. Blanco de la aplicación
- e. Caudal

El momento oportuno de aplicación tiene relación con la eficiencia de la aplicación. Los umbrales de daño económico integran generalmente número de individuos de la plaga y una estimación del daño causado. Esto se debe a que el estado de desarrollo de la plaga no sólo tiene incidencia en su capacidad de daño sino también en su susceptibilidad al producto aplicado.

El objetivo de la aplicación es el insecto que quiere ser controlado y, a lo sumo, la superficie de la planta huésped. Una buena cobertura expresa una determinada densidad de gotas por unidad de superficie.

Normalmente se expresa el tamaño de la gota por su diámetro en micrones. Un mismo volumen de agua puede ser dispersado en forma de gotas más grandes o más pequeñas. Las gotas grandes tienen la ventaja de descender rápidamente y estar menos expuestas a la deriva y la evaporación. Su principal desventaja es la falta de deposición y adherencia a la superficie vegetal. Las gotas pequeñas mejoran la cobertura ofreciendo una mejor penetración en el follaje del cultivo, aumentando la posibilidad de llegar al envés de las hojas, tallos, etc. Como contrapartida, están más expuestas a ser transportadas por el viento o sufrir evaporación antes de depositarse. En general, se considera que sólo el 25% del volumen aplicado llega a las plantas.

El tamaño de las gotas se regula con el tipo de boquilla y la presión con que se impulsa el caldo a través de ellas. La relación entre el tamaño de gotas y la cobertura es tal que al reducir a la mitad el diámetro de la gota, el número de gotas se multiplica por 8. De una gota de 400 μ de diámetro se obtienen ocho de 200 μ .

Trabajando con agua como dispersante, gotas menores a 150 μ están muy expuestas a la evañoración y deriva, mientras de mayores a 350 μ no proveen una adecuada cobertura pues caen al suelo con facilidad. Un adecuado balance se obtiene con un diámetro en torno a las 200-250 μ . Estos valores evidentemente son promedio, ya que un tamaño único de gotas es un concepto ideal. Es común hablar del diámetro volumétrico medio (DVM) que es el tamaño de gota que divide la aspersión en dos volúmenes iguales.

Las boquillas de tipo abanico plano, usadas en aplicaciones terrestres para herbicidas, son ideales para superficies planas, como coberturas de suelo. Las de cono hueco, generan una aspersión de mejor penetración en los follajes y son recomendables para la aplicación de fungicidas e insecticidas.

Las gotas de mayor tamaño tienen dirección predominantemente descendente, en tanto que las gotas pequeñas permanecen más tiempo suspendidas y pueden entrar en turbulencia dentro de la masa de follaje.

Cuando se aplican productos de contacto se requiere menor tamaño de gota y en mayor número, para aumentar las posibilidades de penetración en el follaje. Cuando los productos son sistémicos, como se necesita contacto sólo con parte de la superficie, puede emplearse un menor número de gotas mayores.

La aplicación de herbicidas debe ser más uniforme, exigiéndose menores coeficientes de variación en el número de gotas por unidad de superficie. En fungicidas e insecticidas es más importante la penetración en el follaje.

Varios factores inciden en la deriva y evaporación del caldo con el producto. En primer lugar los factores climáticos: viento, temperatura y humedad. Estas condiciones son de particular incidencia en las aplicaciones aéreas, donde en términos generales las condiciones límites para una correcta aplicación se establecen en temperatura menor a 25-30° C, humedad relativa mayor a 60% y viento menor a 10 km/hora.

Cuando el vehículo es agua la evaporación es mayor que cuando se utilizan vehículos oleosos (gasoil). Por otro lado ciertos disolventes empleados en la formulación de los productos también inciden en su volatilidad.

La altura óptima para aplicaciones aéreas es de 1.5 a 2m, y debe cuidarse que la proporción de gotas pequeñas (menores a 100 μ) no supere el 5% del volumen total.

En equipos terrestres, la acción de la deriva no es tan importante y principalmente si se tiene la posibilidad de proteger la barra de aplicación con pantallas.

Si bien es necesario lograr una cobertura con un número determinado de gotas de cierto tamaño, se plantea comúnmente con qué volúmenes de agua deben ser realizadas las aplicaciones. En teoría, es posible obtener las coberturas deseables con caudales tan bajos como 5 l/ha, mediante la utilización de equipos de ultra bajo volumen.

Etiennot, citado por Leiva (1996) utiliza una fórmula de cálculo que permite traducir los impactos de un tamaño de gota determinado a litros por hectárea. A través de la utilización de esta fórmula, Leiva determina un rango de caudal para fungicidas sistémicos (aplicable a insecticidas sistémicos) de entre 15 y 25 l/ha de agua como dispersante. El mínimo volumen debiera emplearse en condiciones de mínima deriva (baja temperatura, alta humedad relativa, poco viento y tamaño de gota uniforme). Cuando cualquiera de estos factores determina condiciones mayores de deriva, debería incrementarse el volumen de la aplicación en ese rango.

Mediante el uso de tablas es posible calibrar el volumen de aspersión en los diferentes equipos, de acuerdo al caudal que corresponde al tipo de boquillas y presión utilizadas, y las hectáreas tratadas por minuto en función de la velocidad y ancho de trabajo del equipo (Ferrazini, 1996).

Un aspecto adicional se relaciona con la necesidad de acceder con el producto aplicado a insectos que están ocultos en las estructuras vegetales. Un ejemplo claro de esto es la cogollera en maíz. La mayoría de los trabajos de evaluación de tratamientos insecticidas para el control de este insecto se realizan con equipos terrestres, usando boquillas de abanico plano, dirigidas al cogollo de la planta y con caudales de agua en torno a los 300-400 l/ha.

También los equipos terrestres brindan la posibilidad de realizar tratamientos localizados cuando los ataques se dan en focos (pulgones) o comienzan en los bordes de chacra (pulgones, chinches). De esta forma se logran aplicaciones más baratas, a la vez que se protege en mayor medida la población controladores naturales y sus lugares de refugio.

5. BIBLIOGRAFIA

1. **BULL, D. & HATHAWAY, D.** 1986. Pragas e Venenos. Agrotóxicos no Brasil e no Terceiro Mundo. Vozes. OXFAM, FASE. 237 p.
2. **CAMPANHOLA, C.** 1988. Resistencia de insectos a insecticidas: mecanismos. Curso de Posgraduación en Entomología: Técnicas experimentales en entomología. ESALQ/USP Piracicaba, SP.
3. **COMPREHENSIVE INSECT PHYSIOLOGY, BIOCHEMISTRY AND PHARMACOLOGY.** 1985. Insect Control. In KERKUT, G.A. & GILBERT, L.I. (Eds.). Pergamon Press. 849 p.
4. **DE BATISTA, G.C.** 1983. Toxicología de insecticidas. Curso de perfeccionamiento en entomología. ESALQ/USP-Facultad de Agronomía, Montevideo.
5. **FERRAZINI, H.** 1996. Apuntes de charla en Seminario Técnico sobre Manejo de Insectos Plagas en Cultivos y Pasturas. INIA, La Estanzuela, 12-13 de noviembre de 1996.
6. **HASSALL, K.A.** 1982. The Chemistry of Pesticides. Their Metabolism, Mode of Action and Uses in Crop Protection. The MacMillan Press Ltd., UK. 372 p.
7. **HERNÁNDEZ ROMERO, C.** 1996. Parámetros de aplicación de plaguicidas químicos y biológicos para el combate de plagas. In Curso Internacional de Sanidad Vegetal. CISAV, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. La Habana, Cuba.
8. **LEIVA, D.** 1996. Calidad de aplicación de plaguicidas. 13 p. (Mim.) (Material presentado en el Seminario de Actualización Técnica Control Químico de enfermedades en Trigo y Cebada. INIA, La Estanzuela, 29 de julio de 1997).
9. **LÓPEZ, P. & ARES, M.I.** 1987. Algunos aspectos sobre manejo de plagas en soja. MGAP-DSV. 79p.
10. **MATTHEWS, G.A.** 1984. Pesticide Application Methods. Longman Group Limited, England. 336 p.
11. **OLIVERA, E.B.; GAZZONI, D.L.; CORSO, L.C.; VILLAS BOAS, G.L.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.** 1988. Pesquisa com inseticidas em soja. Sumário de Resultados 1975-87 EMBRAPA/cnpso. 260 p.
12. **PAVAN, O.; FERNANDES, O.D.; SCHMIDT, W.; DE FERRAN, M.** 1997. Atividade do Spinosad, inseticida de origem biológica, no controle de *Spodoptera frugiperda*, (Lepidoptera:

Noctuidae) em milho. Resumos do 16º Congresso Brasileiro de Entomologia, Salvador BA, 2 a 7 de marco de 1997. p 168.

13. UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA, Facultad de Agronomía. 1976. Curso de Entomología. Tomo2. (Mim.)

14. VALÉRIO, M.A.; MARTINS, J.C.; SHINOHARA, M.; MATHEUS, A.; SANTIN, A. 1997. Diferentes inseticidas e doses no controle da lagarta

do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em cultura do milho. Resumos do 16º Congresso Brasileiro de Entomologia, Salvador, BA, 2 a 7 de marco de 1997. p 157.

15. WHALON, M.E. 1995. Introduction to Pest Resistance Management. **In:** Taller Regional sobre Manejo de Resistencia de Plagas, Enfermedades y Malezas. INIA, Las Brujas, 27 de marzo a 1 de abril de 1995.

APENDICE

Factores conocidos o hipotéticos que influyen la selección de la resistencia a insecticidas en poblaciones de campo (Georghiou & Taylor, 1986).

A. GENÉTICOS

- a. Frecuencia de alelos R
- b. Número de alelos R
- c. Dominancia de alelos R
- d. Penetrancia, expresividad e interacciones de alelos R
- e. Selección previa por otros productos
- f. Grado de interacción del genoma para resistencia con factores de adaptabilidad

B. BIOLÓGICOS/ECOLÓGICOS

1. Bióticos

- a. N° de generaciones por año
- b. N° de individuos nacidos por generación
- c. Monogamia/poligamia, partenogénesis

2. Comportamental/ecológico

- a. Aislamiento, movilidad, migración
- b. Monofagia/polifagia
- c. Supervivencia casual, refugio

C. OPERATIVOS

1. Insecticida

- a. Naturaleza química
- b. Relación con insecticidas previamente utilizados
- c. Persistencia de residuos, formulación

2. Aplicación

- a. Umbral de aplicación
- b. Umbral de selección
- c. Estadio del ciclo biológico de la plaga
- d. Técnica de aplicación
- e. Aplicación localizada
- f. Alternancia de insecticidas