



JUNIO						
D	L	M	M	J	V	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Nº 153

El extraño mundo de los insectos

Resistencia a los insecticidas

Jean-Michel MAES
Museo Entomológico
S.E.A. - A.P. 527
León
NICARAGUA

Casi siempre se ha considerado a los insecticidas como el arma todopoderosa contra los insectos... Desde algún tiempo se constata que algunos insecticidas dejan de tener efectos sobre algunos insectos. Estos insectos presentan resistencia, que es lo que pasa ?

Cuáles insectos son resistentes.

El primer caso citado de resistencia a insecticida fue el de la mosca doméstica (*Musca domestica*) resistente al DDT. Desde aquel entonces se han reportado muchísimos casos alrededor del mundo, en 1988 ya se habían reportados 504 especies diferentes de insectos resistentes a algún insecticida.

Podemos citar en Nicaragua o en la región varios insectos que han adquirido resistencia, el picudo del algodón (*Anthonomus grandis*), la cucarachita germánica (*Blattella germanica*), la palomilla del repollo (*Plutella xylostella*), el pulgón del tabaco (*Myzus persicae*), el mosquito de la malaria (*Anopheles albimanus*).

Cada uno de estos insectos tiene su historia y sus razones para ser resistente a uno o varios insecticidas.

Cómo adquieren resistencia.

Se pueden distinguir tres vías de obtención de resistencia a un insecticida: por vía comportamental, fisiológica y bioquímica.

El comportamiento de un insecto puede cambiar de tal manera que si siente la presencia de un insecticida, deja de comer o se va del lugar. Un ejemplo típico es la huida desesperada de las cucarachas cuando se fumiga. Usted puede ver llegar a su casa cantidad de cucarachas si el vecino fumiga su casa.

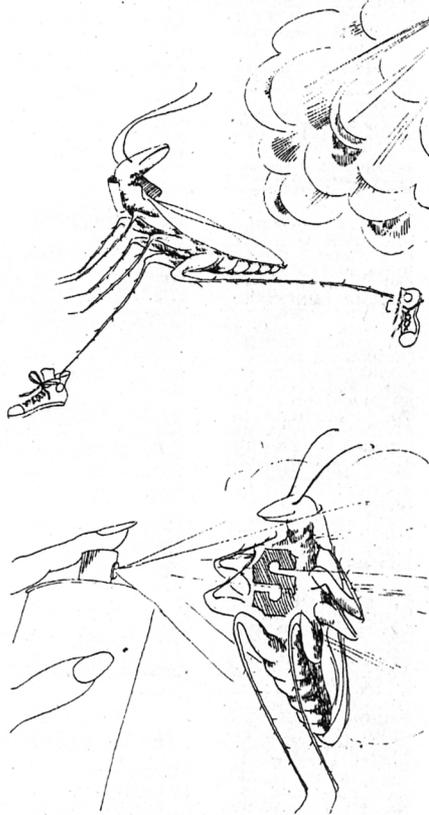
La resistencia por vía fisiológica puede efectuarse de dos maneras, impedir la entrada del insecticida, por impermeabilización del exoesqueleto. La segunda vía es de aumentar sus capacidades de excreción o de almacenamiento de toxinas. El insecto come el veneno, pero no lo asimila sino que lo pone fuera de circuito y lo bota.

La resistencia por vía bioquímica es la más conocida. Se puede realizar por aumento de la actividad de las enzimas de detoxificación o por modificación del modo de acción de algunas enzimas. De cualquier manera, el insecto, fisiológicamente, reconoce la molécula de insecticida y la destruye.

Resistencia comportamental.

La resistencia a un insecticida por modificación del comportamiento se ha encontrado en el pulgón del tabaco (*Myzus persicae*) con los insecticidas Dimetoato, Demeton-s-metyl y Deltametrina. El pulgón reconoce el insecticida y trata de escapar.

El caso también se conoce para el gorgojo de la harina (*Tribolium castaneum*) contra el DDT; para el gusano sunia (*Spodoptera sunia*) contra Carbaryl; para el picudo del algodón (*Anthonomus grandis*) contra Deltametrina; la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) contra Chlordimeform y para el bellotero (*Heliothis virescens*) contra la Permetrina.



Dos casos de cucarachitas germanicas escapando al veneno. El primer caso, resistencia comportamental, la cucaracha escapa a la nube del veneno. Segundo caso, resistencia bioquímica, la cucarachita no se preocupa del todotito del veneno.

En la mosca doméstica (*Musca domestica*) se ha logrado identificar un gen responsable de la penetración reducida del insecticida a través de la cutícula.

En el caso de un gorgojo de los granos (*Rhyzopertha dominica*) se constata la excreción sin transformación biológica del bromuro de metilo y fosforo de aluminio, ambos insecticidas potentes.

Resistencia bioquímica.

La mayoría de los insecticidas tienen por blanco principal el sistema nervioso de los insectos.

Como hemos dicho, la resistencia bioquímica puede hacerse por modificación de los sitios de acción de las enzimas de detoxificación o por la modificación de los sistemas de detoxificación.

En el primer caso, podemos citar como ejemplo la mosca doméstica (*Musca domestica*), la mosca de establos (*Stomoxys calcitrans*), la cucarachita germánica (*Blattella germanica*), el gusano sunia (*Spodoptera sunia*) y el bellotero (*Heliothis virescens*), todos ellos han sido capaz de modificar sus enzimas para responder a los insecticidas.

La enzima que cambian es la acetilcolinesterasa, que es la responsable de la formación y regeneración de la acetilcolina, principal transmisor nervioso. Los insectos cambian la estructura de la acetilcolinesterasa de manera que no esté tan fácilmente accesible para el insecticida.

En el segundo caso, podemos citar los

organo-fosforados y los pyretroides. Es decir que un insecto que destruye los carbamatos por este sistema, rápidamente será también resistente a los organo-fosforados y a los piretroides.

Con resistencia por esterases podemos citar a la chinche de cama (*Cimex lectularius*), la mosca doméstica (*Musca domestica*), el pulgón del tabaco (*Myzus persicae*), el bellotero (*Heliothis virescens*), el gusano sunia (*Spodoptera sunia*), la polilla de frutas secas (*Plodia interpunctella*), el gorgojo de la harina (*Tribolium castaneum*), el gorgojo de granos (*Rhyzopertha dominica*) y muchos otros.

La glutatona-transferasa es un grupo de enzimas capaz de catalizar un gran número de reacciones de detoxificación de organo-fosforados y carbamatos. No se conoce muy bien todavía cómo funciona.

En este grupo podemos citar dos gorgojos de granos almacenados (*Tribolium castaneum*) y (*Oryzaephilus surinamensis*).

Las Monooxigenasas son un grupo de enzimas de función múltiple que atacan a los insecticidas usando oxígeno molecular. Estas reacciones detoxifican el DDT, los piretroides, los organo-fosforados, los carbamatos, los analogos de hormonas juveniles y los inhibidores de síntesis de quitina (estos dos últimos pertenecen a la llamada nueva generación de insecticidas).

En este grupo podemos citar a la mosca doméstica (*Musca domestica*), al bellotero (*Heliothis virescens*), al gusano sunia (*Spodoptera sunia*) y dos gorgojos de granos almacenados (*Tribolium castaneum*) y (*Oryzaephilus surinamensis*).

Varias herramientas.

Podemos ver que algunos insectos son citados varias veces, de hecho algunos insectos tales como el pulgón del tabaco o la mosca doméstica presentan varios tipos de detoxificación al mismo tiempo lo que les asegura prácticamente una inmunidad total a los insecticidas.

¿De dónde adquieren resistencia?

Básicamente se puede decir que algunos insectos por su modo de vida están bien armados para detoxificar las sustancias tóxicas, es el caso de los insectos que comen plantas tóxicas, ejemplo el pulgón del tabaco, ataca varias plantas de la familia del tabaco, que tienen follaje tóxico.

La otra manera de obtener la resistencia es por exposición repetida a los insecticidas. Lógicamente los insectos caseros, los insectos de importancia médica, los insectos de granos almacenados son los que más son expuestos a los insecticidas y son los que más rápidamente van a lograr desarrollar una resistencia a los insecticidas.

Algunas plagas agrícolas también son atacadas a cada rato con insecticidas y también tienen oportunidad de desarrollar este tipo de resistencia.

De manera muy interesante, las zonas de agricultura intensiva son las zonas donde

bellotero (*Heliothis virescens*) contra la Permetrina.

Resistencia fisiológica.

El caso de la resistencia fisiológica se conoce en algunos insectos. El bellotero (*Heliothis virescens*) y el gorgojo de la harina (*Tribolium castaneum*) han desarrollado modificaciones de la cutícula (exoesqueleto) para impedir la penetración del insecticida.

En el bellotero (*Heliothis virescens*) la reducción de la penetración del insecticida se debe a una cutícula más esclerotizada la que presenta más cantidad de lípidos y proteínas.

de manera que no este tan fácilmente accesible para el insecticida.

En el segundo caso, podemos citar los insectos que son capaz o adquieren la capacidad de detoxificar el insecticida.

Detoxificar un insecticida.

Existen tres maneras de detoxificar un insecticida en los insectos, por esterasas, por monooxygenasas o por glutathiona-transferasa, todas a base de enzimas que de alguna manera destruyen la toxicidad del insecticida.

Las esterasas, son un grupo complejo de enzimas que intervienen a nivel de la digestión en el insecto. Esta enzima puede destruir por hidrolisis los carbamatos, los

De manera muy interesante, las zonas de agricultura intensiva son las zonas donde más se reportan casos de insectos resistentes. El ejemplo típico en Nicaragua es la resistencia a organo-fosforados por el zancudo de la malaria (*Anopheles albimanus*), esta resistencia la adquirió en los algodones donde vivía, en el transcurso de la guerra de 1960-1980 contra el picudo del algodón (*Anthonomus grandis*).

El caso de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es similar, la mosca blanca es un problema más que todo en las zonas de agricultura intensiva.