

## RESISTENCIA EN BARATAS GERMANICAS (*B. germanica*)

La resistencia de las baratas a los insecticidas es un tema ampliamente discutido a nivel de investigadores en universidades y centros entomológicos a nivel mundial. Sin embargo, es un tema muchas veces poco entendido y subvalorado por los técnicos y profesionales aplicadores de pesticidas en nuestro país. En un gran número de oportunidades es posible observar a aplicadores que al encontrar una “supuesta” resistencia a algún insecticida por parte de una población de baratas, decide controlarla mediante el mismo insecticida pero con mayor dosis, situación que esconde un desconocimiento que puede ser muy grave para el futuro de ese cliente, esa empresa aplicadora y para el resto de las empresas del rubro.

Muchas de las drogas llamadas “milagrosas” como el DDT y clordano, ya no están disponibles debido a que su efecto es bueno sólo a un nivel de dosis que llega a ser peligroso para el operario y el medio ambiente, mientras que otros insecticidas ya sencillamente no funcionan a ningún nivel de dosis.

Si bien es cierto, la identificación de baratas resistentes a nivel de terreno es difícil de realizar, se ha identificado en laboratorios norteamericanos muchas poblaciones o cepas resistentes en donde la presión de selección ha sido alta (1), situación que en nuestro país no es común debido a la poca periodicidad de los tratamientos.

El entendimiento de los conceptos básicos de resistencia y manejo para evitarla, ya no son conceptos sólo académicos o de interés para investigadores, sino que por el contrario, deben ser conceptos manejados y entendidos por todos aquellos que participan de una u otra manera en el tema de control de plagas, especialmente urbanas. Así como los conceptos elementales de administración, marketing y operaciones son comunes a toda empresa controladora de plagas que desee permanecer y crecer en el mercado, es fundamental manejar algunos conceptos técnicos, en especial la resistencia, para lograr sobrevivir en este competitivo entorno.

El objetivo de esta revisión, basada en un artículo del Dr. Mike Holcomb, es el informar sobre la resistencia de las baratas a los insecticidas y los procedimientos que deben realizarse para evitar (o mejor dicho, retardar) su aparición.

(1) Presión de selección: promover mediante algún método, el paso de una generación a otra de determinados genes que determinan una condición favorable para la especie y la población.

## RESISTENCIA

De acuerdo a la definición de la OMS (Organización Mundial de la Salud), la resistencia es definida como la habilidad de una cepa de insectos a tolerar dosis de un compuesto tóxico, el cual le ocasionaría la muerte a la mayoría de los individuos de una población normal de la misma especie. Dicho en palabras más simples, una cepa de insectos (población de baratas de un casino por ejemplo) son realmente resistentes cuando ellos son capaces de sobrevivir a una aplicación de insecticidas que en alguna oportunidad, en tiempo anterior, fue efectiva: “Lo que antes funcionaba, ya no”.

La definición de la OMS, es en realidad una simplificación máxima de un proceso biológico extremadamente complejo: la evolución. Generalmente pensamos en evolución de especies como un mecanismo de sobrevivencia a través de millones de años, y en realidad esa es la manera que la naturaleza actúa. Sin embargo, en el ambiente normal de trabajo (casinos, restaurantes, hospitales, viviendas, etc.) la presión por la supervivencia de estos animales es un tanto diferente a la naturaleza, aunque los mecanismos básicos son los mismos : optimas condiciones permiten a una población crecer; recursos escasos o malas condiciones hacen que una población se autolimite.

Los insectos-plaga comensales (como la barata alemana), escapan un poco al común de los animales regulados por la “Madre Naturaleza” debido a que la barata alemana vive en un ambiente con una relación de dependencia con el hombre que es imposible de romper. Es tan dependiente, que no es posible su sobrevivencia sin el ambiente protector que el hombre en forma involuntaria le ofrece. Por este motivo, sólo es posible dar algunas recomendaciones de manejo para evitar resistencia luego de conocer la biología/ecología de la barata germánica en este medio artificial que tan exitosamente ha sido empleado por las baratas. Sólo después de conocer dichos tópicos es posible recomendar un plan de manejo adecuado, de buena relación costo/beneficio y que asegure una integridad del actual y futuro arsenal químico para el control de barata germánica.

Dos teorías sobre el manejo en la prevención de la resistencia en barata germanica se han planteado a través del tiempo: rotación de pesticidas y mezcla de pesticidas. En el plano teórico, ambas aproximaciones son correctas bajo todas las condiciones de trabajo. Cualquiera de las teorías funciona bien retardando la aparición de la resistencia. En Norteamérica, la teoría o escuela con mayor número de adeptos es la rotación de pesticidas, esto es debido a que la legislación de la mayoría de los estados es tremendamente exigente e impide asociar libremente insecticidas, situación muy distinta a la que se observa en nuestro país.

Como resultado de esto, la escuela de la mezcla de insecticidas no es la más seguida en Estados Unidos (si en Chile). A través de esta revisión, se pretende demostrar que ésta, con algunas pequeñas modificaciones, es más práctica que la simple rotación.

## MECANISMOS DE RESISTENCIA

Previo a desarrollar este tema, es imperativo señalar que contrariamente a la creencia generalizada, los fenómenos de resistencia a los insecticidas tienen su base en los genes del individuo y no en su sistema inmunológico, vale decir, la resistencia no se basa en la generación de anticuerpos (o cualquier otro producto celular o células pertenecientes al sistema inmune del individuo). Por lo tanto, conceptos tales como el “acostumbramiento” e “inmunidad frente a insecticidas” están fuera de cualquier vocabulario técnico del tema.

Para entender el concepto de resistencia, se puede hacer la analogía con una población (cepa) de baratas tratadas con un agente IGR (regulador del crecimiento de insectos). Esta población, luego de un tiempo, aparecerá con una serie de cambios morfológicos como alas dobladas, actividad anormal durante el día, alteraciones reproductivas, deficiente formación del exoesqueleto, etc. Estos cambios morfológicos fácilmente detectables no son los más importantes. Lo fundamental es que esa población no será capaz de procrear ya que el IGR ocasionó serios daños a nivel de los órganos reproductivos del insecto. Situación similar ocurre con el tema de la resistencia, si bien es cierto no puede ser “visualizada”, el aplicador tiene una pista visual al respecto: la población tratada y sobreviviente.

La población de baratas que murió debido a la aplicación se conoce como **susceptible**, aquellos individuos que vivieron y pasan a su descendencia la habilidad para no perecer por los insecticidas se llaman **resistentes**. La sobrevivencia, tal como el caso de alteraciones morfológicas en los insectos tratados con un IGR, es una característica visible de cambios internos de gran importancia. Estos cambios internos, de tipo genético, significan resistencia.

Los genes son parte de cada célula viviente, y su función es el control de la producción de enzimas y proteínas que le dan al organismo características especiales. Los genes son los responsables de la herencia, la mayor parte de lo que Ud. es, la forma de su cuerpo, el color de su pelo, la susceptibilidad a enfermedades como diabetes y otras, es el resultado de la información de los genes que sus padres le entregaron. La resistencia a pesticidas en una población de insectos se desarrolla de la misma forma.

En el caso del ser humano, hay poblaciones en África en donde los padres han transmitido a sus hijos los genes para sintetizar una proteína especial constituyente de sus glóbulos rojos que lo hacen capaces de sobrevivir un ataque de malaria. Similar cosa sucede en poblaciones de baratas. Las baratas sobrevivientes a un tratamiento con pesticidas tienen genes que han heredado de sus padres que de alguna u otra manera son capaces de producir ciertas enzimas y proteínas que preparan al individuo de antemano a sobrevivir al contacto con pesticidas.

Debido a que muchos pesticidas tienen el mismo mecanismo de acción, muchas baratas pueden ser resistentes a una clase completa de insecticidas (resistencia cruzada, Ej. piretroides) incluso pueden ser resistentes a insecticidas aún no desarrollados comercialmente.

La resistencia a insecticidas se manifiesta de diversas maneras, dependiendo del modo de acción de los insecticidas. Por ejemplo, algunos insecticidas son reducidos e inactivados a sustancias no tóxicas mediante enzimas circulantes en la hemolinfa del insecto. La producción de dicha enzima detoxificante es controlada por un gen. Una barata sin ese gen especializado probablemente viva una vida normal, pero no será capaz de producir la enzima detoxificante necesaria para contrarrestar los efectos del insecticida. Los individuos resistentes sobreviven a la acción del insecticida y pasan el gen a su descendencia.

Bajo una presión de selección constante de un insecticida o grupo químico de insecticidas, los individuos resistentes, o mejor dicho, los genes resistentes, muy pronto llegan a ser los genes predominantes de la población, mientras que los individuos susceptibles pasan a ser la minoría. Debido a esto, con el tiempo los individuos resistentes pasan a ser la regla más que la excepción. La detoxificación como fenómeno de resistencia, no es más que una de las “estrategias heredadas” del insecto para hacer frente a los insecticidas, llamada resistencia.

Otros tipos de resistencia a los insecticidas son los siguientes

**1) Resistencia debido a la conducta:** Se refiere a los cambios de hábitos o patrones de comportamiento de los insectos como la migración hacia sectores más seguros, selección de diferente tipo de alimentación, etc. que lo hacen dejar de exponerse y por lo tanto, sobrevivir a los distintos insecticidas. Si el comportamiento que le permite al insecto cambiar de hábitos para sobrevivir está controlado genéticamente (lo cual es cierto ya que el comportamiento de los insectos es netamente controlado por la genética y no por la imitación o aprendizaje como en los animales superiores) ese comportamiento es transmitido a las generaciones siguientes.

**2) Insensibilidad en el sitio de acción:** Los insecticidas que funcionan a nivel de las terminaciones nerviosas deben localizar un sitio exacto neuronal para ser efectivos. Algunos insectos tienen la capacidad de alterar ese sitio y el efecto de los insecticidas se reduce considerablemente o bien, dejan de ser efectivos. Debido a que la bioquímica del sistema nervioso de los insectos es muy poco comprendida, no se conoce con exactitud como opera este mecanismo, lo que si se sabe es que es controlado genéticamente y por lo tanto es transmisible a su descendencia.

**3) Reducción en el ingreso del insecticida:** Algunos insectos tienen la capacidad de impedir con gran eficiencia el ingreso de insecticidas a través del exoesqueleto. El insecticida de esta forma no puede ingresar a los sitios de acción: nervios, tracto digestivo, glándulas, células epidermales, etc.

**4) Almacenaje de pesticidas:** Algunos insectos, con la capacidad genética de hacerlo, tienen la capacidad de almacenar insecticidas en un reservorio orgánico llamado el cuerpo graso, el cual no tiene contacto con los sitios de acción del insecticida.

**5) Excreción acelerada:** Algunas poblaciones de insectos tienen la habilidad, genéticamente controlada, de excretar vía fecal el insecticida ingerido o absorbido.

La regulación genética es el común denominador de todas las formas de resistencia indicada. Por ese motivo pasan la habilidad de una generación a otra a través de la “herencia genética”. Si la presión de selección es alta, cada vez habrá menos genes susceptibles a insecticidas y por lo tanto, a través del tiempo, la población resistente se hará más evidente: los tratamientos de desinsectación serán inefectivos. En la mayoría de las especies de insectos toma entre 5 y 50 generaciones para que la resistencia se haga aparente.

Una pregunta que generalmente se realiza es ¿Por qué preocuparse de la resistencia si una vez que aparece se puede cambiar de insecticida? La respuesta es compleja pero en términos simples existen 3 razones para desechar esa práctica:

- a) El elevado costo del desarrollo y registro de nuevos pesticidas, con diferentes mecanismos de acción, no permite que se desechen fácilmente los insecticidas actualmente en uso.
- b) La resistencia cruzada es un tema importante ya que es posible que un producto totalmente nuevo tenga resistencia aún antes de ser usado masivamente.
- c) Resistencia es un cambio adaptativo que no puede ser fácilmente reversado. Luego de años de haber dejado de emplear un tipo de insecticida la vuelta a la susceptibilidad normal es muy transitoria y reducida, basta un poco de presión de selección para volver a la resistencia adquirida.

BTS - INTRADE  
LABORATORIOS