

Análisis de sensibilidad y resistencia de lepidópteros asociados al cultivo de algodón transgénico

- **Generar información sobre los mecanismos de resistencia del gusano bellotero, uno de los grandes beneficios que aportó el proyecto**
- **Inducir resistencia en laboratorio sirvió para concebir y perfeccionar mejores estrategias de control de plagas**

El algodón representa alrededor del 40% de la fibra natural a nivel mundial y es cultivado comercialmente en 78 países. Pero puede ser el blanco de más de 1,300 especies de plagas de insectos. Para combatirlos, se utilizan tradicionalmente insecticidas sintéticos que tienen la limitante de ser inespecíficos, es decir, afectan no sólo a los insectos dañinos, sino también a la fauna silvestre y al ser humano. Por esta razón, la estrategia de contención se ha ido modificando con el uso de organismos enemigos naturales de las plagas, entre los que se encuentra la bacteria *Bacillus thuringiensis (Bt)*. Algunos tipos o cepas de este organismo no atacan a todos los insectos, sino que produce sustancias tóxicas sólo hacia ciertos grupos, como los lepidópteros (larvas de palomillas y mariposas), es decir, es altamente específica, y bajo dos estrategias de aplicación, se ha convertido en el insecticida biológico de mayor uso.

Estas dos estrategias de aplicación, que se explican más adelante, consisten en que los cultivos a ser protegidos pueden ser rociados con extractos de la bacteria; o bien, utilizar cultivos genéticamente modificados (GM) a los que se les ha transferido información para producir esta proteína bioinsecticida.

Sin embargo, a pesar de los importantes resultados obtenidos con esta última estrategia de cultivos *Bt*, se ha reportado la aparición de resistencia por parte de algunos insectos como *Pectinophora gossypiella* (gusano rosado), o a *Helicoverpa zea* (gusano bellotero), dos de las principales plagas del algodón que han afectado gravemente su producción y causan cuantiosas pérdidas año con año en las zonas algodoneras del país como Mexicali, BC, la Comarca Lagunera, en la confluencia de Coahuila y Durango; Sonoyta en Sonora, así como en Delicias, Chihuahua y algunas zonas de Tamaulipas.

Así lo expuso el Dr. Benito Pereyra-Alfárez, Investigador Titular en el Instituto de Biotecnología de la Universidad Autónoma de Nuevo León, y líder del proyecto de investigación denominado “Análisis de sensibilidad y resistencia de lepidópteros

asociados al cultivo de algodón transgénico”, apoyado con recursos provenientes del Fondo-Cibiogem y cuya duración fue de dos años.

El objetivo general del estudio fue analizar varios aspectos fisiológicos, bioquímicos y genéticos de los insectos que desarrollan tolerancia a las proteínas que produce el bioinsecticida *Bt*. Desde hace varios años, algunos grupos de investigación trabajan para generar información sobre los mecanismos de resistencia, de modo que se puedan disponer de estrategias efectivas y duraderas para el manejo y control de plagas, así como para ampliar las actuales condiciones y usos del algodón genéticamente modificado en México. Este ha sido uno de los grandes beneficios que aporta el proyecto, afirmó el Dr. Pereyra-Alfárez, quien también es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel I.

El investigador explicó que *Bacillus thuringiensis (Bt)* es una bacteria del suelo que cuando se enquistada (esporulación), produce una proteína (toxina) que forma un cristal en forma de rombo, observable al microscopio. Cuando una larva del gusano rosado o del bellotero se comen a la bacteria (o a los cristales presentes en las plantas) esta proteína se modifica dentro del intestino del insecto y se adhiere a las células de su interior; forma unos “poros moleculares” por donde las dreña, causándoles una fuerte deshidratación y, en consecuencia, la intoxicación y la muerte de la larva.

La utilización biotecnológica de este microorganismo consistió, en principio, en pulverizar su cristal-espora y mezclarlo con talcos y otras sustancias, para rociarlo sobre el follaje de los cultivos; de esta manera, su proteína (toxina) actúa como bioinsecticida en la agricultura convencional y la orgánica. Pero se fue más allá, explica el investigador: “A alguien se le ocurrió introducir el gen —esto es, el material genético que codifica para la producción de estas toxinas de la bacteria—, en el genoma de la planta; entonces, ahora las plantas así transformadas generan las mismas toxinas, un poco modificadas, pero igual de efectivas, de modo que cuando la larva mastica el follaje, la larva muere apenas salida del huevo. Ahora la planta se auto protege y hace innecesario el uso de insecticidas sintéticos.”

A decir del Dr. Pereyra-Alfárez, la conformación de esta estrategia ha sido considerada como una “revolución enorme” que se dio en el campo de la biotecnología a mediados de la década de los 80, utilizando primero plantas de tabaco y luego el algodón y otros cultivos. “De esta manera, ya no se necesita asperjar el polvo con *Bt* y, lo más importante, es que esta forma de administrar el bioinsecticida sigue siendo inocua para los organismos benéficos (caterinas, abejas), para fauna silvestre como ratas, ratones, conejos y, por supuesto, para el ser humano.”¹

¹ Todas las variedades de cultivos que utilizan la estrategia *Bt*, han sido autorizados por la Cofepris-SALUD, para consumo humano y como fuente de alimento para especies animales consumidas por la sociedad.

El proyecto del Dr. Pereyra-Alfárez se llevó a cabo a nivel de laboratorio con dispositivos para el manejo, reproducción y observación de poblaciones de gusanos plaga, para lo cual el equipo de investigación estableció colonias de la especie de gusano bellotero —colectadas en campos algodoneiros— de las cuales se fueron seleccionando poblaciones con resistencia inducida a las proteínas del *Bt*. Aunque estas larvas podían crecer aún en concentraciones de 15 veces mayores a las consideradas letales en condiciones normales (20 microgramos en cada mililitro de la dieta preparada), encontraron que, a la tercera o cuarta generación, el vigor sexual o fisiológico de ese grupo se veía severamente afectado, por lo que la probabilidad de éxito de los organismos resistentes, o parcialmente resistentes, era menor en condiciones de cultivo. Incluso, a las larvas que fueron sometidas a esta presión selectiva, el costo en aptitud biológica, podía representar la presencia de malformaciones en distintos estadios de desarrollo (larva, pupa, adulto volador).

Un objetivo particular al inducir la resistencia al *Bt* en insectos colectados en la zona algodoneira, fue documentar la frecuencia y nivel con que ésta puede ser adquirida y estimar el lapso de tiempo que pudiera tardar en generarse resistencias a una o varias toxinas en campo.

Estudiar la resistencia al *Bt* en laboratorio —explicó el Dr. Pereyra-Alfárez—, sirvió para concebir y perfeccionar las mejores estrategias de control de plagas en los cultivos de algodón a campo abierto. Por ejemplo, la expresión de altas dosis de toxina, la producción de múltiples toxinas en las plantas, pero sobre todo el establecimiento de refugios (conformados por áreas sembradas de algodón convencional alrededor del cultivo genéticamente modificado), son métodos efectivos para retrasar drásticamente la resistencia que las poblaciones de plagas puedan generar. Y es que el refugio favorece la cruce de insectos resistentes que pudieran aparecer en la zona con cultivos *Bt*, con aquellos otros insectos susceptibles originados allí, de modo que su progenie resultará sensible a este insecticida biológico o bioinsecticida, haciendo menos probable que estos mutantes pudieran heredar y dispersar la resistencia. Esa ha sido una de las mejores estrategias que se ha integrado al manejo integrado de plagas.

El investigador añadió que con esta nueva tecnología, desde 1996 se pudo volver a sembrar algodón en la Comarca Lagunera y que, asimismo, se extendieron las capacidades en Chihuahua y en Mexicali. Hay que decir que en La Comarca Lagunera, más del 90% del algodón que se cultiva es biotecnológico. “La tecnología está funcionando; hemos ido en tres ocasiones distintas y no hemos encontrado gusano rosado ni bellotero en el algodón biotecnológico, a diferencia del cultivo convencional que sí es atacado por el gusano bellotero.”

El Dr. Benito Pereyra-Alfárez presentó estos resultados en el marco del Ciclo de Seminarios en Biotecnología y Bioseguridad de OGMs 2018, que organiza la Secretaría Ejecutiva de la CIBIOGEM, y ante una audiencia conformada por estudiantes, investigadores y funcionarios relacionados con el tema, quienes participaron de manera presencial y vía remota, concluyó afirmando: “la

biotecnología funciona y funciona bien; este tipo de herramientas tecnológicas puede ayudar mucho a nuestro país, hay que hacerla extensiva a otros cultivos [de la forma similar, efectiva, segura, accesible], no sólo para el algodón”.