



¿Pueden los transgénicos evitar la desaparición de 3000 pequeños productores algodoneiros santiagueños?

Mario MONDINO¹

Sumario: 1. Introducción. 2. Importancia económica del picudo del algodoneiro. 3. Consideraciones vitales para el control de la plaga. 4. Caracterización del pequeño productor algodoneiro santiagueño. 5. OGM en algodones argentinos. 6. Experiencias locales en el uso de transgénicos con pequeños productores algodoneiros. 7. Conclusiones. 8. Referencia Bibliografica

81

Resumen: El *picudo del algodoneiro* (*Anthonomus grandis* Boheman) representa la principal plaga del cultivo de algodón y sus efectos son devastadores. Su control se basa en numerosas aplicaciones de insecticidas a intervalos cortos de tiempo y con productos y dosis onerosas. Los pequeños productores algodoneiros son los más afectados debido a su baja capacidad de respuesta por falta de maquinaria y recursos económicos. Experiencias en el Dpto. Figueroa, Santiago del Estero han demostrado que estos productores son capaces de adoptar semillas OGM cuando representa beneficios sustanciales en su sistema productivo. Desarrollar un cultivar de algodón OGM con resistencia al *picudo* facilitaría el control de este insecto lo que permitiría que los pequeños productores permanezcan en el sistema productivo

Abstract: The *boll weevil* (*Anthonomus grandis* Boheman) is the major pest of cotton cultivation and its effects are devastating. His control is based on many insecticide applications at short intervals of time with onerous dose and products. Small cotton producers are the most affected due to its low responsiveness due to the lack of equipment and financial resources. Experiences in the Department of Figueroa, Santiago del Estero (Argentina) have shown that these producers are able to adopt GMO seeds when them represent substantial profits in its production system. Develop a GMO cotton *weevil* resistance would facilitate the control of this insect which would allow small farmers to remain in the productive system

Palabras clave: picudo del algodoneiro - *Anthonomus grandis* Boheman – cultivo de algodón – control del picudo

Keywords: boll weevil - *Anthonomus grandis* Boheman – cotton crops – weevil's control

1. Introducción

De una u otra forma, la agricultura implica generalmente un fuerte proceso de transformación del paisaje, cambios en el flujo energético, homogeneización de especies y de hecho, desplazamiento o pérdida de la biodiversidad.

La llegada de los organismos genéticamente modificados (OGM) y su paquete de tecnologías asociadas significó un cambio tecnológico radical en la agricultura mundial. Sin embargo, su uso y efectos en contextos de pequeños productores han sido, por ahora, poco estudiados y comprendidos.

Uno de los mayores aportes del algodón GM a la rentabilidad está asociado a la disminución en los costos de producción, fundamentalmente, por el menor uso de pesticidas debido a

¹ Magister Scientiae en Producción Vegetal – Universidad Nacional de Mar del Plata. Profesor Asociado en Sistemas Productivos de Cultivos Industriales – Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Coordinador INTA Proyecto Específico de manejo y calidad de algodón (PNIND-PE 1108083)- Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Correo: mondino.mario@inta.gov.ar

que las semillas son resistentes a cierto tipo de herbicidas e insectos, aunque no a la principal plaga de la región, el picudo del algodón.

El Picudo del Algodonero (*Anthonomus grandis* B.) es la plaga más importante del cultivo de algodón en toda América y causa graves daños a la producción. Nicaragua, Costa Rica, Paraguay y Venezuela eran países en donde la producción de algodón estaba en manos de pequeños productores y la aparición del picudo produjo la desaparición del algodón como cultivo en dichos países. En cambio en Brasil la introducción del picudo provocó la transformación del estrato productivo desapareciendo los pequeños productores y quedando la producción en manos de grandes productores y grandes superficies.

El algodón se presenta como un cultivo con un alto nivel de arraigo en la provincia de Santiago del Estero. Para el estrato de los pequeños productores es una **tradicción** que se traslada de generación en generación y con un importante rol en la estructura económica y social de la provincia.

Una grave amenaza se cierne sobre los pequeños productores algodoneiros de Santiago del Estero al detectarse recientemente la presencia del picudo en sus lotes, lo que podría causar la desaparición del algodón como principal fuente de sustento de la familia campesina por su gran poder destructor.

Debemos aprender de la experiencia negativa de los países latinoamericanos de no poder controlar la plaga y tener que cambiar por otro cultivo o migrar a las ciudades por no poder cambiar. Hasta hoy el control más efectivo lo representa la aplicación sucesiva de insecticidas de alto costo que de prolongarse compromete la economía del estrato productivo.

El caso de los pequeños agricultores algodoneiros santiagueños del Dpto. Figueroa ofrece un ejemplo para demostrar que el uso de los OGM pueden ser beneficiosos para la producción. Sin embargo el contexto de su uso es importante ya que existen factores técnicos, culturales, económicos, sociales y políticos que influyen en la forma en que las tecnologías funcionan.

Cabe entonces preguntarse: puede el desarrollo de un cultivar de algodón OGM con resistencia al picudo ser la solución para mantener productivos los lotes de los pequeños productores de algodón e impedir que desaparezcan del sistema productivo algodoneiro santiagueño?.

2. Importancia económica del picudo del algodón

El Picudo del Algodonero (*Anthonomus grandis* B.) es la plaga más importante del cultivo siendo las características más importantes del insecto, las siguientes:

- Ciclo de vida corto. Desde huevo hasta adulto varía de 18 a 23 días.
- Alta tasa de reproducción. Una hembra ovipone en promedio 150 huevos durante su ciclo de vida.
- Coexisten hasta tres generaciones al mismo tiempo.
- Alta eficiencia reproductiva. Presenta en promedio, de 6 a 10 generaciones por año.
- Gran capacidad migratoria, adaptación y supervivencia en el ambiente.
- Ataca todas las formas reproductivas del algodón, pimpollos, flores y pequeñas cápsulas con gran capacidad de daño, tanto por oviposición como por alimentación.
- Provoca pérdidas económicas importantes que pueden llegar incluso al 100%.

Su impacto sobre el sistema productivo puede analizarse según los siguientes aspectos (COSAVE, 2011):



- **Económico:** disminución de rendimientos y calidad, menor actividad industrial en los polos de procesamiento (industria textil, producción de aceite) por disminución de materia prima, aumento de los costos de producción por mayor utilización de agroquímicos y menores ingresos.
- **Social:** abandono de la actividad algodonera de los productores de minifundios, agricultura familiar y otros estratos productivos pequeños, provocando el éxodo rural hacia las ciudades por falta de rentabilidad frente al incremento de los costos de producción.
- **Ambiental:** la presencia en la región del picudo del algodonero conduce a una mayor utilización de agroquímicos, provocando desequilibrio en la entomofauna, desestabilizando el equilibrio agroecológico con aparición de plagas secundarias y primarias (resurgimiento).

El picudo puede sobrevivir a climas invernales rigurosos pasando a un estado de diapausa reproductiva, pero si el ambiente es adecuado, como sucede en el norte de Argentina, el picudo nunca entra en diapausa y en presencia de plantas rebrotadas de algodón o plantas hospederas alternativas durante la temporada en que no se cultiva el algodón (entrezafra), el insecto logra sobrevivir y continua multiplicándose hasta alcanzar una densa población de individuos que estará disponible en forma temprana para atacar el algodón en la próxima temporada de cultivo.

3. Consideraciones vitales para el control de la plaga

En el momento actual el picudo es la principal plaga del cultivo de algodón en Argentina, Brasil, Colombia, Paraguay, México y parte de EE.UU. En zonas rurales productoras de algodón de los estados de Paraná y San Pablo en Brasil no se le prestó atención a la plaga, desapareció el cultivo y con él todos los pequeños productores que migraron mayoritariamente a los grandes centros poblados, salvo aquellos que pudieron iniciar otros emprendimientos. Hoy el algodón en Brasil es producido en una región aislada (Mato Grosso) cercana al Amazonas por un reducido grupo de productores agrupados en grandes empresas y en grandes superficies.

Existen diferentes métodos de control pudiéndose mencionar al biológico, etológicos, culturales y químicos.

La experiencia colectiva de los países afectados por el picudo demuestra que los métodos de control biológicos no han tenido mucho éxito. En los Estados Unidos, por ejemplo, existen muchos predadores y parásitos endémicos del picudo, incluidos: *Solenopsis invicta*, *Bracon mellitor*, *Bracon compressitarsus* y *Catolaccus grandis*. Sin embargo, se presentan inconvenientes en su uso como lo son: importantes dificultades en la recría artificial; algunos son polípagos y no persiguen a los picudos con suficiente empeño, por lo que en algunas ocasiones brindan un control adecuado y en otras no y por último, el uso extensivo de insecticidas contra otras plagas que disminuyen las poblaciones de estos benéficos.

El método etológico a través del empleo de trampas de feromonas ha demostrado ser muy eficaz para determinar la presencia del insecto aunque no tanto para su control. La feromona atrae a ambos sexos del picudo adulto ya que por su constitución brinda información acerca de las fuentes de alimentación y además, atrae a las hembras dispuestas a aparearse. La atracción de la feromona es proporcional a la fuerza del olor que desprende, pero algunos datos indican que se logra atraer picudos desde una distancia de hasta 150 metros, complementándose con el color verde brillante del cuerpo principal de la trampa que funciona como atracción visual para los picudos. Su utilidad principal es la de ser un instrumento de monitoreo, o sea detectar la presencia del insecto, pero como los picudos atrapados por la trampa mueren por efecto del insecticida que acompaña a la feromona, indirectamente reducen la población del insecto, aunque en una proporción muy baja.



El *Tabo Mata Picudo (TMP)* producido por una compañía privada radicada en Texas y que recientemente ha comenzado a fabricarse en Argentina por otra compañía privada, se ha empleado a escala comercial en muchos países, incluidos Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia y Paraguay.

La combinación de fechas de siembra, rotaciones con otros cultivos, distanciamientos estrechos de los surcos y destrucción temprana de rastrojos pueden mencionarse como métodos de control cultural empleados en la lucha contra el picudo, complementarios de otros métodos.

Sin embargo hasta la fecha, el control químico ha sido la piedra angular de la estrategia para intentar controlar el picudo del algodón. Las larvas del picudo se alimentan dentro de las estructuras fructíferas del algodón y quedan protegidas contra la aplicación de insecticidas, mientras que los picudos adultos tienen una piel muy dura y cuentan, además, con una cabeza alargada en forma de “pico” con la cual son capaces de perforar las duras cápsulas.

La experiencia de muchos países demuestra que el control con insecticidas no ha logrado eliminar el picudo. El uso continuo de insecticidas ha multiplicado la necesidad de utilizarlos. La resistencia genética del picudo a los insecticidas es el mayor impedimento para el control económico a largo plazo de esa plaga. Se ha confirmado en los Estados Unidos, México y América Central que el picudo de la región se está haciendo cada vez más resistente a los hidrocarburos clorados, los organofosfatos y los piretroides. Es necesario repetir cada 4 o 5 días las aplicaciones en forma sucesiva pudiendo mencionarse como normal hasta 17 pulverizaciones por campaña en Brasil (Miranda, 2013).

No existe ningún algodón biotecnológico resistente al picudo y las nuevas líneas OGM en proceso de aprobación para la producción comercial en los próximos años, parecen indicar que aún no se dispone de un gen con resistencia al picudo del algodón. Mientras la ciencia no encuentre un algodón biotecnológico resistente a esa plaga, los productores deberán seguir empleando otras medidas de control que encarecen notablemente los costos de producción.

4. Caracterización del pequeño productor algodónero santiagueño

Los pequeños productores representan un sector importante en el sistema productivo algodónero de Santiago del Estero por el alto porcentaje que ocupan en el total del conjunto de productores. Según datos generados por Mondino (2011) en la provincia de Santiago del Estero, los pequeños productores son aproximadamente 2813 lo que representa el 87% del total de productores algodóneros; sin embargo la escasa superficie que siembran (13.890 has) representa apenas el 7,2% del total provincial, lo que se traduce en una superficie promedio para este estrato productivo de 4,9 has por productor.

Paz (2006) menciona que la pequeña explotación campesina se distingue dentro de la estructura agraria por diferentes aspectos de su particular funcionamiento:

- a) producen en situaciones de escasez de recursos naturales y capital,
- b) utilizan principalmente mano de obra familiar en el ciclo productivo,
- c) generan productos de origen animal y vegetal tanto para el sustento del grupo familiar a través del autoconsumo como para la venta.

Las fuentes de ingresos de los pequeños productores se basan por un lado en aspectos no monetarios representado por la producción de bienes que consumen (autoconsumo) y por otro, a los ingresos monetarios procedentes de las ventas de productos agropecuarios excedentes, principalmente algodón y, los extra-prediales productivos (peones golondrinas) y no productivos (subsidios y aportes estatales no reintegrables) (Garay, 2014).



Este vínculo emocional entre los productores de la región y el cultivo de algodón refuerza el sentido de pertenencia y construye identidad, a la vez que motoriza el deseo de continuar con la actividad en el futuro. Estos comentarios se escuchan constantemente en las reuniones de productores:

“El que es algodonero va a sembrar siempre vaya bien o mal. Yo hace 40 años que siembro algodón”.

“Toda la vida sembramos algodón. Mi padre fue algodonero y yo también me hice con el algodón”

“Los changos decían de sembrar otra cosa, pero mi cabeza está siempre con el algodón”.

“Somos tradicionalistas, por eso sembramos el algodón”.

Adicionalmente, los productores señalan que el algodón se caracteriza por ser un cultivo “rústico”, ideal para su producción en las condiciones climáticas de la región, y de menor riesgo frente a otras alternativas productivas. Este factor alienta su producción, principalmente entre perfiles de productores más conservadores y con menor propensión al riesgo.

Además estos productores presentan una problemática compleja desde el punto de vista tecnológico caracterizada por manejos inadecuados de suelos y riego, escasez de información básica de los recursos naturales, dificultades de acceso a mercados, y baja adopción de tecnologías apropiadas. Además, la comercialización de la producción presenta ineficiencias por falta de información de precios, dificultad de acceso a los mercados y escasez de acceso al crédito rural, a lo que se suma la imposibilidad de tener acopios prolongados, lo que obliga a estos productores a una venta rápida del algodón a bajos precios para el pago de deudas con los proveedores de insumos utilizados en los cultivos (INTA, 2009).

La resolución de estos problemas es compleja, dada la realidad socio-económica en que los pequeños productores desarrollan su actividad y por lo tanto, deberá tenerse en cuenta en el abordaje de las posibles soluciones, todos los aspectos ecológicos, económicos y sociales de la comunidad. Un punto a favor importante a tener en cuenta, lo brinda el hecho de que estos pequeños productores están integrados en comunidades que en general se organizan para analizar sus problemas y generar propuestas y gestiones para resolverlos.

Sin embargo los pequeños productores no van a superar sus condiciones de pobreza si continúan haciendo las cosas en la forma tradicional como las han hecho por centurias, o si siguen esperando a que alguien las haga por ellos (Perry, 2004). Únicamente podrán mejorarse el nivel y la calidad de vida si adoptan nuevos modelos, sistemas y enfoques de producción, si toman en sus manos el liderazgo de sus procesos de desarrollo, y si para ello utilizan en forma conjunta los saberes tradicionales y los conocimientos y avances científicos, tecnológicos y organizativos de la humanidad.

5. OGM en algodones argentinos

Monsanto es la única empresa que introdujo semillas de algodón genéticamente modificadas (GM) en la Argentina a través de una empresa mixta (*joint venture*), Genética Mandiyú, creada en 1997 entre Monsanto, la semillera internacional Delta & Pine (luego adquirida por Monsanto) y Ciagro, la principal distribuidora de insumos químicos en el noreste argentino. En 1998, Monsanto obtuvo la aprobación del Ministerio de Agricultura para comercializar una variedad de algodón BT (resistente a insectos lepidópteros) que se conoció con el nombre de NuCot 33B y en 2001, para comercializar una semilla RR tolerante al glifosato —un herbicida de amplio espectro— cuyo fondo genético proviene de una variedad originalmente desarrollada por el INTA y que denominó Guazuncho 2000 RR. Luego de varios registros de variedades BT, finalmente en el 2009 obtuvieron aprobación comercial dos variedades que llevan los genes BT y RR de Monsanto (dicha combinación de genes se denomina evento apilado “BT/RR” o “BR”).



Vale decir, se obtuvieron semillas que son a la vez resistentes a lepidópteros y tolerantes al glifosato. Una, de ciclo corto, se comercializó en dicho año (DP 402 BR), mientras que la segunda, de ciclo largo, se promovió comercialmente en 2011 (NUOPAL RR).

Con la introducción de las semillas de algodón transgénico se transformó el mercado de semillas de algodón. Hasta comienzos de la década de 1990, toda el área sembrada con algodón correspondía a variedades desarrolladas por el INTA. La difusión de semillas OGM, especialmente las variedades con los eventos apilados, fue acelerada y, dado su carácter autógamo (que permite la auto-fertilización), la semilla pudo ser multiplicada de manera informal, sin autorización de Genética Mandiyú ni control de calidad por parte del Instituto Nacional de Semillas (INASE), expandiéndose muy rápidamente. Según comentarios no registrados de la industria, las semillas de algodón GM no certificadas —conocidas como “bolsa blanca”— representaban más del 80% de las semillas de algodón plantadas a partir de 2010. Actualmente el 100% de la superficie sembrada con algodón en Argentina se siembra con variedades OGM.

6. Experiencias locales en el uso de transgénicos con pequeños productores algodone- ros

Como ocurre con cualquier otra tecnología, el funcionamiento y los efectos de los OGM no son iguales entre todos los usuarios, por ejemplo, no tienen el mismo impacto entre los pequeños productores algodoneiros que entre otros grupos de agricultores más grandes, que viven y producen en condiciones más favorables. Tomar en cuenta estas diferencias es entender que las tecnologías son configuraciones socio-técnicas y que los factores culturales, económicos, sociales y políticos inciden sobre sus modos y velocidades de adopción y difusión, así como sobre sus impactos

A partir de la campaña 2009/2010, la EEA-INTA Santiago del Estero a través de su Unidad de Minifundio Figueroa en forma conjunta con el Ministerio de la Producción del Gobierno de la Provincia y la Facultad de Agronomía y Agroindustrias de la UNSE desarrollan el proyecto “Prácticas agronómicas innovadoras para mejorar la productividad sustentable de las familias de pequeños productores algodoneiros en Santiago del Estero, Argentina con el objetivo general de generar, adaptar y difundir prácticas innovadoras de manejo de suelo y de cultivos en los actuales sistemas agrícolas de minifundio en Santiago del Estero que permitan mejorar la productividad, optimizar el uso del agua y mantener la fertilidad de los suelos. El mismo se implementó en un reducido grupo de pequeños productores de algodón de la localidad de Colonia San Juan en el Departamento Figueroa de la provincia de Santiago del Estero.

En los estudios de situación previa de la localidad bajo estudio, se detectaron tres problemas principales:

1) los manejos tradicionales que no propician el mantenimiento de la fertilidad y la conservación y almacenamiento del agua en el suelo (mala preparación de lotes y en forma muy tardía que provocan avance de la salinidad, presencia de diferentes relieves, compactación de capas superficiales y subsuperficiales, siembras tardías, a lo que se suma el monocultivo algodoneiro y el bajo aporte de materia orgánica) y

2) la falta de adaptabilidad de las tecnologías desarrolladas para los diferentes cultivos a la realidad socio-económica del estrato productivo, que genera una importante falta de adopción de las mismas.

Este conjunto de problemas que traían como consecuencia un bajo rendimiento de los cultivos y por lo tanto bajos ingresos genuinos, obligaban al productor a obtener fuentes de ingresos adicionales, lo que pudo ser comprobado por el incesante aumento en los ingresos



extraprediales que se registraba y que podía conducir en un plazo muy corto, a un proceso de “descampesinización”.

El fundamento productivo del proyecto fue la introducción de técnicas de manejo de cultivo desarrolladas originalmente para otros estratos productivos, las que fueron adaptadas para permitir su aplicabilidad al estrato productivo minifundista, en especial el uso de semillas OGM seleccionadas, el sistema productivo en surcos estrechos, la siembra semidirecta, el control de malezas en tiempo y forma, la regulación mecánica del crecimiento del algodón y la rotación con maíz.

Este conjunto de innovaciones permitió mejorar la productividad del algodón en 1500 kgs por ha (de 1000 a 2500 kg ha), que al ser vendido en un sistema cooperativo generó mayores ingresos no solamente por cantidad sino también por mejoras en el precio al realizar venta directa, evitando la comercialización a intermediarios. La productividad del maíz aumentó en 3000 kgs por ha (de 2500 a 5500 kg ha). El grano fue cosechado “enchalado” y almacenado en trojas aéreas. El almacenamiento del maíz en óptimas condiciones permitió su utilización en la alimentación de la familia y en la alimentación de animales domésticos (cerdos, ovinos, caprinos, pollos y gallinas ponedoras) y permitió por primera vez, la comercialización de carne y huevos que originaron importantes ingresos adicionales a las familias.

Como aspecto positivo del cultivo de algodón se señala un importante avance tecnológico, basado especialmente en las herramientas disponibles para llevar adelante la producción como lo son el avance de la siembra directa, el estrechamiento de los surcos y el desarrollo de los transgénicos. Todos estos factores son percibidos como facilitadores de la producción y aportantes para el rendimiento y calidad de cultivo.

Sin embargo la evaluación de los beneficios de los cultivos transgénicos por parte de los agricultores es un tema complejo, en el que inciden muchos factores, incluyendo el cultivo, los precios, el tamaño del predio, la severidad de la plaga de insectos, y el clima. También hay que considerar factores no económicos.

Se pueden aportar algunos comentarios vertidos por los productores en las numerosas reuniones que se conformaron a lo largo del proyecto:

“Hoy hacer algodón es mucho más fácil que hace 5 años atrás o 10 años atrás y ni que hablar de 20 años atrás... porque tenemos un montón de tecnología y fundamentalmente, tenemos semillas BT y tenemos también las RR”.

“El cambio más importante que encontramos nosotros, es el transgénico, ese fue uno de los más importantes, nos ayudó un montón a tener los algodones limpios y sanos”.

“El tema del rinde, el mejoramiento de semilla RR y BT fue muy bueno. Hoy la siembra y las cosecha del cultivo son más factibles de lograr”. También favorece el haber achicado los surcos y la siembra directa”.

A consecuencia del éxito alcanzado con este proyecto, a partir de la campaña 2013/2014 se reformula el mismo dando origen al “Programa de Reactivación de la producción de algodón en pequeños productores del departamento Figueroa, el que se amplía a 4 comunidades alcanzando un total de 580 has y 60 productores, el que continua en la actualidad.

En síntesis, el contexto en el que se desarrolla el cultivo de algodón en la región presenta fuerzas que motivan su continuidad, tales como la rusticidad del cultivo, la tradición, el “saber hacer”, el poseer una estructura y equipamiento necesarios para su desarrollo y ciertas ventajas de manejo y de tecnología asociadas a su producción.

Podemos concluir que la introducción de cultivares OGM ha sido ampliamente aceptada por los pequeños productores de algodón

Es posible adoptar variedades transgénicas para combatir el picudo en pequeños productores

En la actualidad dos problemas principales amenazan la estrategia de producción algodonera de este estrato productivo: los precios oscilantes del producto y la presencia del picudo del algodonero en sus campos.

Ninguna de las semillas GM disponibles en Argentina es resistente a la principal plaga que afecta al cultivo en el país, el picudo del algodonero. El picudo afecta especialmente a los pequeños productores porque, a diferencia de los grandes, no tienen recursos para realizar las prácticas de control. Como es una plaga que afecta fundamentalmente a la región, y aunque la tecnología ya existe, las empresas transnacionales no han tenido hasta el momento interés comercial para ofrecer una semilla resistente al picudo.

Sin embargo tanto Brasil como Argentina han considerado el uso de la transgénesis como una alternativa para el control efectivo de este insecto en donde se complementan diversas tecnologías que van desde la integración selectiva de genes Cry con genes productores de biomoléculas tóxicas para este coleóptero como lo son los inhibidores de proteasas, α -amilasas y colesterol oxidasa (Monnerat *et al.*, 2015)

En el año 2009 el INTA celebra un convenio de vinculación tecnológica con las provincias algodoneras de Chaco, Santiago del Estero, Formosa y Santa Fe para la generación de conocimientos y tecnologías para el control del picudo del algodonero cuyos objetivos principales implica las siguientes líneas de trabajo:

- Caracterización bioquímica, toxicológica y molecular de cepas de *Bacillus thuringiensis* efectivas contra el picudo del algodonero.
- Evaluación de una estrategia para el control del picudo basada en la interferencia de ARN que induzcan el silenciamiento génico
- Identificación y secuenciación de genes con propiedades insecticidas contra coleópteros a fin de ser usados en un futuro para la transformación genética del algodón
- Desarrollo de metodología para la transformación genética del algodón utilizando genotipos modelo

Y paralelamente también se trabaja en otras estrategias secundarias no biotecnológicas como lo serían:

- Búsqueda y diseño de bioinsecticidas basados en hongos entomopatógenos y cepas de *B. thuringiensis*.
- Evaluación de mutantes de algodón con potencial tolerancia al picudo.
- Evaluación de nuevos atrayentes para el picudo del algodonero.

Luego de cinco años de trabajo se pueden presentar los siguientes resultados:

- Mediante pirosecuenciación se obtuvo información genómica inédita de genes que podrían emplearse en la lucha contra el picudo, de los que se seleccionaron algunos genes blanco de silenciamiento que fueron amplificados y clonados en vectores que permitieron la síntesis de ARN doble cadena (ARNdc). Al realizarse ensayos sobre larvas y adultos de picudo mediante ingestión de ARNdc aplicado sobre dieta artificial o sintetizado en plantas se pudo observar mortalidades de hasta el 60%. Se busca en la actualidad incrementar la síntesis de ARNdc para mejorar los niveles de control.

- Puesta a punto de un protocolo para la obtención de plantas transgénicas de algodón basado en la comparación de tres protocolos de transformación mediante embriogénesis



que se están ajustando. A partir de la próxima campaña se comenzaran a transformar genes de interés para el control del picudo empleando el protocolo desarrollado.

- Clonado y expresión del gen *Cry1Ia*, *sip*, *vip1/vip2* de *Bacillus thuringiensis* y la valoración de su toxicidad en larvas de picudo

Dado que el control del picudo está basado en la aplicación de insecticidas cuya efectividad está limitada por factores económicos, ambientales y sociales, el desarrollo de variedades de algodón transgénicas se presentan como una herramienta interesante para auxiliar en la mitigación de los daños, proporcionando una opción de control altamente eficaz, reduciendo la población de picudo a niveles muy bajos y al mismo tiempo, disminuyendo la dependencia de la pulverizaciones con insecticidas.

7. Conclusiones

El picudo representa la principal plaga del cultivo de algodón y sus efectos sobre el cultivo son devastadores.

Si bien existen numerosas posibilidades de control que pueden complementarse, la más empleada es el control secuencial con productos químicos.

Estos controles requieren, por la biología reproductiva del insecto, un gran número de aplicaciones a intervalos cortos de tiempo y con productos y dosis de uso muy onerosos económicamente.

Los pequeños productores algodoneros son los más afectados por esta plaga debido a su baja capacidad de respuesta en cuanto a la frecuencia de control como así también a la falta de recursos económicos para afrontar el costo de los mismos.

Numerosos antecedentes en toda America han demostrado que los pequeños productores no han podido permanecer en el sistema productivo debido a los importantes daños que esta plaga les ocasiona.

Experiencias en el área productiva de algodón del Dpto. Figueroa en la provincia de Santiago del Estero han demostrado que el pequeño productor es capaz de adoptar semillas OGM cuando la misma representa beneficios sustanciales en el sistema productivo.

El desarrollo de un cultivar de algodón OGM con resistencia al picudo del algodonero facilitaría el control de este insecto lo que permitiría que los pequeños productores permanezcan en el sistema productivo.

8. Referencia Bibliografica:

- COSAVE. 2011. Programa Regional de Control del picudo del algodonero (*Anthonomus grandis* Boheman). En: www.cosave.org/sites/default/files/AnexoR114_PRPicudo_4.pdf. Acceso: 21/09/15
- Garay, F. 2014. Análisis de dos sistemas productivos algodoneros (tradicional versus innovador) de pequeños productores del Departamento Figueroa, Santiago del Estero, 132 pag. Tesis para la obtención del título de postgrado de la Maestría en Desarrollo de Zonas Áridas y Semiáridas (MADEZAS)
- INTA. 2009. Proyecto Regional: Contribución al Desarrollo Territorial del Centro de la Provincia de Santiago del Estero. EEA-INTA Santiago del Estero, Centro Regional Tucumán-Santiago del Estero, República Argentina. 92 pag.
- Miranda, J.E. 2013. Perdas por pragas e impacto sobre o custo de produção do Algodão brasileiro nas safras 2011/2012 e 2012/2013. In: IX Congresso Brasileiro do Algodão. Brasília, DF, Brasil. Resumos ABRAPA.



- Mondino, M.H. 2011. La producción de algodón en Santiago del Estero. Revista de la Cámara Algodonera Argentina, Diciembre 2011, pp 56-60.
- Monnerat, R.; dos Santos, R.C.; Nóbrega Pinheiro, M.P.; da Silva, C.R.C. y Soares, C.M. 2015. Uso da transgenia para controle do bicudo-do-algodoeiro. In: Belot, J.L. (Ed. Tec.) O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: biología y medidas de controle, Cap 5.5, pag 183-211. Instituto Mato-grossense do Algodão (IMAmt), Cuiaba (MT) Brasil. ISBN 978-85-66457-07-0.
- Paz, R.; 2006. “El campesinado en el agro argentino: ¿repensando el debate teórico o un intento de reconceptualización?”, en revista European Review of Latin American and Caribbean Studies. Ámsterdam, Holanda. Ed. Centro de Estudios y Documentación Latinoamericanos (CEDLA).
- Perry, L. 2004. Innovación con pequeños productores: El caso de la corporación para el desarrollo participativo y sostenible de los pequeños productores en Colombia .En: El Caso del programa de manejo integrado de plagas de Centroamérica en Córdoba, M; Gottret, M. V.; López, T.; Montes, A.; Ortega, L. Perry, S. (Eds.) Innovaciones participativas: experiencias con pequeños productores agrícolas en seis países de América Latina: Serie: 159. Edit: Naciones Unidas- CEPAL-. Santiago de Chile, Chile. 62: 27-41. ISBN: 92-1-3222600-4. ISSN Versión impresa: 1020-5179 y Versión electrónica: 1680-8754.