

# FONDO COMUN PARA PRODUCTOS BASICOS

Reporte Técnico n° 16

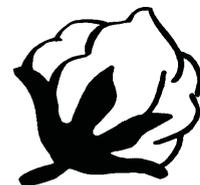
## Manejo Integrado del Picudo del Algodonero en Argentina, Brasil y Paraguay

CFC/ICAC/04



Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria



International Cotton  
Advisory Committee

This report has been produced by the project. The Common Fund for Commodities does not necessarily share the views expressed herein.

© Common Fund for Commodities, October 2001, [www.common-fund.org](http://www.common-fund.org)

The contents of this report may not be reproduced, stored in a data retrieval system or transmitted in any form or by any means without the prior written permission of the Common Fund for Commodities, except that reasonable extracts may be made for the purpose of comment, review or non-commercial use, provided the Common Fund for Commodities is acknowledged.

ISBN: 950-818-015-3

Author: Teodoro Stadler

Institutional Author: Common Fund for Commodities

Publishing Agency: SENASA

**MANEJO INTEGRADO DEL PICUDO DEL ALGODONERO EN  
ARGENTINA, BRASIL Y PARAGUAY  
CFC/ICAC/04**

**Proyecto Informe Técnico**

**(Versión en español)**

## Consideraciones generales y objetivos del proyecto:

Los miembros del ICAC han considerado prioritarios a los proyectos que tienen como objetivo la investigación sobre la pérdida en el rendimiento de algodón, mejoramiento en la calidad y reducción en los costos de producción. El ICAC considera a las plagas del algodón como el factor limitante más importante para el aumento de calidad en la producción algodonera. Considerando los costos y los problemas ambientales derivados del control de las plagas con productos químicos, el ICAC ha enfatizado cada vez más el control por el Manejo Integrado de Plagas.

Dado el hecho que la mayoría de los productores de algodón tecnológicamente actualizados tienen la intención de tener en cuenta estos objetivos, el ICAC ha reconocido la importancia del intercambio de información técnica entre países miembros del Proyecto y la necesidad de una mayor cooperación en la solución de los problemas comunes.

El Proyecto de Manejo Integrado del Picudo del Algodonero es un ejemplo para priorizar el MIP y para enfatizar la cooperación internacional. La propuesta del Proyecto fue inicialmente sometida al Fondo Común de Productos Básicos por el ICAC, fue revisada dos veces y finalmente aprobada en 1994 por el Comité Ejecutivo del Fondo Común de Productos Básicos.

El picudo del algodonero *Anthonomus grandis* se considera la plaga del algodón más destructiva en los EEUU; fue encontrado por primera vez en Texas en 1892 y en los siguientes 30 años ya había infestado la parte Sudeste de ese país, expandiéndose posteriormente a Venezuela en 1949 y a Colombia en 1950. Algunos especialistas consideraron que el picudo del algodonero no podría expandirse hacia el sur por la presencia de la selva Amazónica, la cual actuaría como una barrera. Sin embargo, en 1983 el picudo del algodonero fue detectado en el Brasil. Se estima que el 90% del área algodonera de Brasil está actualmente infestada por esta plaga que también se ha expandido a lo largo de la zona cultivada con algodón de la región de Paraguay y se estima que 35,000 ha. de algodón están ahora afectas. En 1993 el picudo del algodonero fue detectado por primera vez en Argentina en la zona limítrofe con el Paraguay y se ha expandido a la provincia de Formosa, lindante con la provincia de Chaco, que alberga la principal área algodonera en el país.

Argentina, Brasil y el Paraguay constituyen los principales países productores de algodón en América Latina. Allí, el control del picudo del algodonero se mantiene con la ayuda de insecticidas químicos, que implican riesgos biológicos y ecológicos. Estos productos no solamente contaminan el ambiente, sino que también conllevan al desarrollo de resistencia en poblaciones de insectos plaga, y a la destrucción de agentes naturales de control biológico. Una exitosa introducción de las prácticas de Manejo Integrado de Plagas para el control del picudo del algodonero tendrá un impacto económico sustancial sobre la economía de los tres países

La pérdida económica directa como consecuencia de la infestación por el picudo del algodonero quizá puede ser cuantificada, pero el impacto ambiental es, a pesar de su relevancia, difícil de expresar en términos monetarios. La amenaza de

salud asociadas con la aplicación de insecticidas químicos para el control del picudo del algodón es conocida especialmente en el ámbito de los pequeños productores quienes confían la labor a la familia y no tienen adecuadas condiciones de seguridad. Además, está comprobado que la aplicación de insecticidas como única herramienta no provee una solución a largo plazo para el control del picudo. A través de la introducción de Manejo Integrado de Plagas el uso de insecticidas puede ser racionalizado representando un ahorro en costos de producción y un aumento del ingreso como consecuencia del incremento en las cosechas. Este aumento en las cosechas y la disminución en los costos de producción, hace que el presente Proyecto sea un instrumento para estimular el aumento en la producción de algodón, así como de su procesamiento y eventual exportación.

El conocimiento adquirido para el control del picudo del algodón en América del Norte y Central se evaluó para su aplicación dentro del marco de las condiciones socio - culturales, los sistemas agrícolas y las características ecológicas dentro de las que el algodón es producido en Argentina, Brasil y Paraguay. Esta estrategia se utilizó para asegurar el desarrollo de métodos de control de plagas efectivos localmente y con un limitado impacto ambiental.

El objetivo del proyecto fue desarrollar e introducir un sistema de manejo Integrado de Plagas que permita una producción económicamente rentable del algodón en presencia del picudo del algodón y que a su vez, minimice el efecto de la aplicación de insecticidas tanto para la salud de los productores como para el medio ambiente. Esto se logró mediante la investigación básica de la bionomía de la plaga, mediante el desarrollo y mejora de prácticas de control biológico y cultural, validando medidas de control existentes y desarrollando nuevas técnicas. El proyecto también hizo hincapié en el correcto uso de insecticidas de forma de lograr un cambio gradual hacia productos de control menos tóxicos, en el monitoreo de la plaga y en la diseminación del conocimiento adquirido.

El proyecto se compuso de 5 componentes dentro de los cuales se desarrollaron diferentes actividades en el marco del proyecto:

**Componente 1:** Adquiriendo y transfiriendo conocimiento avanzado del picudo del algodón y caracterizando los elementos funcionales de las tácticas y estrategias exitosamente probadas en el contexto de los agroecosistemas de Argentina, Brasil y Paraguay.

Los directores de los distintos grupos de trabajo evaluaron las tecnologías existentes para el control del picudo del algodón. Sobre la base de esta información se desarrollaron los estudios en el marco de los demás componentes y actividades del proyecto. En el marco de este componente se realizaron distintas conferencias y seminarios para lograr un acercamiento entre los distintos grupos de trabajo.

**Componente 2:** Estudio del picudo del algodón y de los agroecosistemas a los que está asociado en áreas subtropicales de Argentina, Brasil y Paraguay.

- Resistencia genética al picudo del algodón en variedades de algodón.
- Hospederas alternativas y comportamiento alimentario del picudo del algodón
- Fenología y dinámica de la dispersión de adultos de *A. grandis*

- Uso de insecticidas- Monitoreo de resistencia a insecticidas
- Control Biológico

Componente 3: Adaptar la tecnología adquirida y desarrollada a sistemas de producción locales y regionales.

- Evaluación de dispositivos de trampeo y captura.
- Sistemas de información geográfica (SIG).
- Validación del ciclo de vida y características poblacionales de *A.grandis*.
- Sistemas de manejo asistidos por computadora.

Componente 4: Transfiriendo la tecnología e información a agricultores y profesionales agrónomos para minimizar los costos sociales y el impacto ambiental sobre recursos naturales.

- Difusión y transferencia de tecnología a productores y extensionistas/técnicos.

Componente 5: Manejo, control y evaluación del Proyecto.

La agencia de ejecución del proyecto (PEA) se planteó objetivos claros y desarrolló indicadores claros de la evaluación del proyecto. Se han establecido estos indicadores para cada actividad y los objetivos de cada componente se han re evaluado en función de las habilidades y preocupaciones de cada grupo de trabajo en los diferentes países. El uso adecuado de los recursos disponibles es una de las principales actividades de la PEA. Para lograrlo, ha mantenido una constante evaluación del desarrollo y resultados de los participantes del proyecto.

La PEA fue impulsada para centralizar la administración de las instituciones y grupos de trabajo, lo cual tuvo un efecto positivo en la organización general del proyecto. La PEA desarrolló sus actividades en el marco de un número de programas bien definidos para lograr los siguientes objetivos:

- Mantener e incentivar investigaciones de excelencia en el marco del proyecto.
- Asistir a las instituciones e investigadores para que cuenten con la infraestructura necesaria para realizar sus estudios.
- Promover, desarrollar y coordinar la cooperación multidisciplinaria y multi-institucional en las actividades de investigación.
- Establecer, reforzar y explotar el contacto y la colaboración científica.
- Evaluar los informes y programas de los participantes así como de sus resultados.
- Utilizar de manera óptima los fondos disponibles para lograr los objetivos mencionados anteriormente.

El proyecto se desarrolló bajo la responsabilidad del SENASA-Argentina en colaboración con instituciones de Argentina, Brasil y Paraguay. El CFC fue la principal agencia donante, ayudado por la contribución de contrapartes en los tres países participantes. El ICAC supervisó el proyecto.

### **Nota aclaratoria**

Las actividades “Sistemas de manejo asistidos por computadora” y “Resistencia genética al picudo del algodón en variedades de algodón”,

consideradas en el proyecto original, no fueron desarrolladas. La razón por la cual no se desarrollaron estudios sobre estos temas fue la falta de grupos de investigación con apoyo de un aporte de contraparte.

## Actividad: Hospederas alternativas y comportamiento alimentario del picudo del algodónero

- ☑ **RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:** Algunas especies de las familias Malvaceae, Compositae, Solanaceae, Euphorbiaceae y Leguminosae proveen de polen como alimento para el picudo adulto en ausencia del algodónero. Se ha demostrado la estacionalidad y selectividad en la ingesta polínica del picudo, independientemente de los lugares de muestreo. Especies introducidas de la familia Malvaceae (*Hibiscus tiliaceus*, *Hibiscus schizopetalus*, *Hibiscus sabdariffa*, *Abelmoschus esculentus*, *Hibiscus rosa-sinensis*) no actúan como hospederas alternativas de *A. grandis* en condiciones naturales.
- ☑ **BENEFICIOS:** La información sobre la estacionalidad en la floración, las preferencias alimenticias del picudo y el clima puede ser utilizada para anticipar acciones de control en aquellos ambientes que, de acuerdo a sus características, pudieran actuar como reservorios naturales de la plaga.

Con el objetivo de entender como y donde el picudo del algodónero sobrevive al invierno y la dinámica de la dispersión entre los distintos ambientes que le proveen las regiones algodonereras de Argentina, Brasil y Paraguay, se realizaron algunos trabajos en el marco del Proyecto Trinacional.

Por un lado se verificó el ciclo biológico de huevo a adulto del picudo del algodónero para las siguientes especies introducidas de Malvaceae; *Hibiscus pernambucensis*, *Hibiscus schizopetalus*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Hibiscus sabdariffa*, *Abelmoschus esculentus* y *Gossypium hirsutum* (testigo). Por otro lado determinó la longevidad de los adultos criados en esas especies y alimentados con botones florales del algodónero.

Los resultados indicaron que en las condiciones del ensayo, oviposición artificial, todas las especies evaluadas permitieron el desarrollo del picudo. *Hibiscus rosa-sinensis* e *Hibiscus schizopetalus* presentaron el mejor desempeño con respectivamente, 34 % y 16,7 % de adultos emergidos, mostrando la primera especie un porcentaje superior que el propio *Gossypium hirsutum* (21 %), la hospedera preferencial.

El mejor ciclo biológico medio se obtuvo para picudos criados en *Hibiscus rosa-sinensis* (23,8 días) y el mayor para aquellos criados en *Hibiscus sabdariffa* (34 días), especie que también presentó el menor porcentaje de picudos emergidos (1,5%). Para los insectos criados en *Hibiscus schizopetalus*, *Hibiscus pernambucensis*, *Abelmoschus esculentus* y *Gossypium hirsutum* el ciclo biológico medio casi no difirió oscilando entre 25,2 y 26,8 días.

La longevidad fue respectivamente, 84, 54, 63, 72 y 66 días para los picudos criados en *Hibiscus schizopetalus*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Hibiscus pernambucensis*, *Abelmoschus esculentus* y *Gossypium hirsutum* y alimentados con botones florales de algodónero después de la emergencia. En estudios posteriores se evaluaron las especies *Hibiscus rosa-sinensis*, *Hibiscus schizopetalus*, *Hibiscus tiliaceus*, *Hibiscus sabdariffa*, *Malvaviscus arboreus*, *Abelmoschus esculentus* y *Gossypium hirsutum* (testigo) en condiciones de oviposición natural.

Los resultados obtenidos mostraron una respuesta natural negativa del picudo a esas especies indicando incapacidad de las mismas para la reproducción del picudo. La oferta de polen alternativo provee al picudo del algodón de energía y nutrientes que aumentan la supervivencia durante los períodos de entre-cultivo y esto es una causa determinante de infestación en las siguientes campañas. Por lo tanto el conocimiento de las plantas que le proveen alimento en las diferentes épocas del año, es de utilidad en los programas de control de esta plaga. Para ello se determinaron las plantas alimenticias del “picudo del algodón” (*Anthonomus grandis* B.) en el período junio 1995-diciembre 1999. La determinación se llevó a cabo mediante la identificación de los granos de polen aislados de los tractos digestivos de picudos capturados en trampas con feromonas ubicadas en las provincias infestadas de la República Argentina: Formosa (1995-1997), Misiones (norte 1995-1997, sur 1997-1999), Corrientes (1999). La provincia de Misiones, no cultiva algodón desde hace cinco años, pero mantiene importantes poblaciones de picudo durante todo el año.

Se disecaron 647 insectos en Formosa; 2300 en Misiones y 346 en Corrientes, aislándose 9.000 granos de polen asignados a 61 especies pertenecientes a las familias Malvaceae, Compositae, Solanaceae, Euphorbiaceae y Leguminosae. Solo se utilizaron las especies que presentaron porcentajes superiores al 1%. Los análisis de agrupamiento y ordenamientos realizados, reflejaron que hay estacionalidad en la ingesta polínica, variando géneros y especies pero pertenecientes a las mismas familias, independientemente de los lugares de muestreo.

#### FUENTE:

**Cuadrado G.A. & S.S. Garrala, 1999.** Plantas alimenticias alternativas del picudo del algodón (*Anthonomus grandis* Boh.) en la provincia de Formosa, Argentina. Análisis Palinológico del Tracto Digestivo. An. Soc. Entomol. Brasil 29(2):245-255.

**Cuadrado, G. A., 2000.** - “Alimentación de *Anthonomus grandis* b. (Coleoptera, Curculionidae) en la provincia de Misiones, Argentina. Análisis palinológico.” Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 45-56.

**Cuadrado, G. A., 2001.** - “Alimentación de *Anthonomus grandis* b. (Coleoptera, Curculionidae) en la provincia de Misiones, Argentina. Análisis palinológico.” Progress Report: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay (CFC-ICAC/04). Reporting Period: July, 2000 to December, 2000. pp. 21-23.

**Gabriel, D., 2000.** “Biología del picudo del algodón *Anthonomus grandis* Boh., 1843, en hospederas alternativas a través de la oviposición artificial”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 59-62.

**Krapovickas, A., 2000.** “El género *Cienfuegosia* y “el picudo del algodón” al sur del trópico, en Sudamérica”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 43.

## Actividad: Fenología y dinámica de la dispersión de adultos de *A. grandis*

☑ **RESULTADOS:** Los adultos de picudo sobreviven durante los meses de entrefa aún en ausencia del algodón. La lluvia abundante y la presencia de polen de especies alternativas hacen posible la sobrevivencia de los adultos de *A. grandis*.

Al comienzo de la temporada algodonera el ataque de la plaga en el cultivo comienza desde el perímetro de los lotes haciéndose más importante a partir de los 100 días de edad de las plantas. Luego de la cosecha, el manejo de rastrojos con arranque y quema parece ser el método más eficiente para evitar o retardar la reinfestación con esta plaga.

☑ **BENEFICIOS:** El conocimiento de la dinámica poblacional y hábitos alimenticios del picudo permitirá restringir el ataque al cultivo y su dispersión. Se ha demostrado que el uso de cultivos trampa, el tratamiento de la bordura y la destrucción de rastrojo resultan clave para el manejo de la plaga.

En diferentes zonas productoras del Paraguay fueron instaladas trampas de feromonas. Para la localización de las trampas fueron consideradas las zonas de infestación de picudo, campos y centros experimentales dependientes del Ministerio de Agricultura y Ganadería, distribuyéndose 1100 trampas en un total de 9 zonas de trapeo. La feromona de las trampas fue renovada cada 15 días, y el insecticida cada 30. Las observaciones y registros de capturas se realizaron semanalmente. Los datos meteorológicos también fueron registrados.

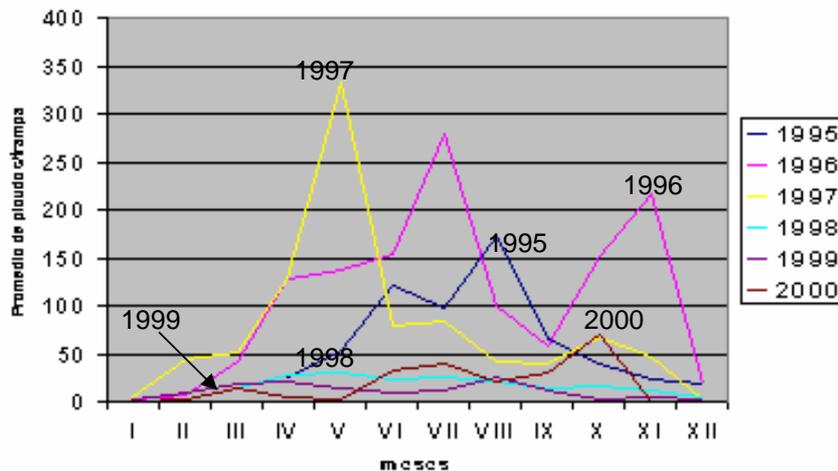


Figura 1. Fluctuación poblacional del picudo del algodón en el Paraguay (Promedio de picudos capturados en trampas de feromona) 1995/ 1996/ 1997/ 1998/ 1999/ 2000). IAN- Caacupé, Paraguay.2000

La figura 1 muestra la fluctuación poblacional del picudo a través de los años. Se observan picos poblacionales: el mes de agosto de 1995, el mes de julio de 1996 y mayo de 1997; la mayor población de picudo fue detectada en el año 1996. Las capturas disminuyeron a partir de 1997 en gran proporción (Figura 2) y esta tendencia decreciente se mantiene hasta la fecha. Esta tendencia podría deberse a la

estrategia de prevención del picudo a través del uso del “Baits Stick” (Tubo Mata Picudo) implementada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Además, en investigaciones en el marco de este proyecto se observaron factores de mortalidad natural, como la deshidratación de botones florales con larvas caídos debido a las altas temperaturas del suelo y el parasitismo en larvas.



Figura 2. Sumatoria de promedios de capturas de picudos a través de trampas de feromonas(1995/ 1996/1997/ 1998/ 1999/ 2000). IAN. Caacupé, Paraguay. 2000

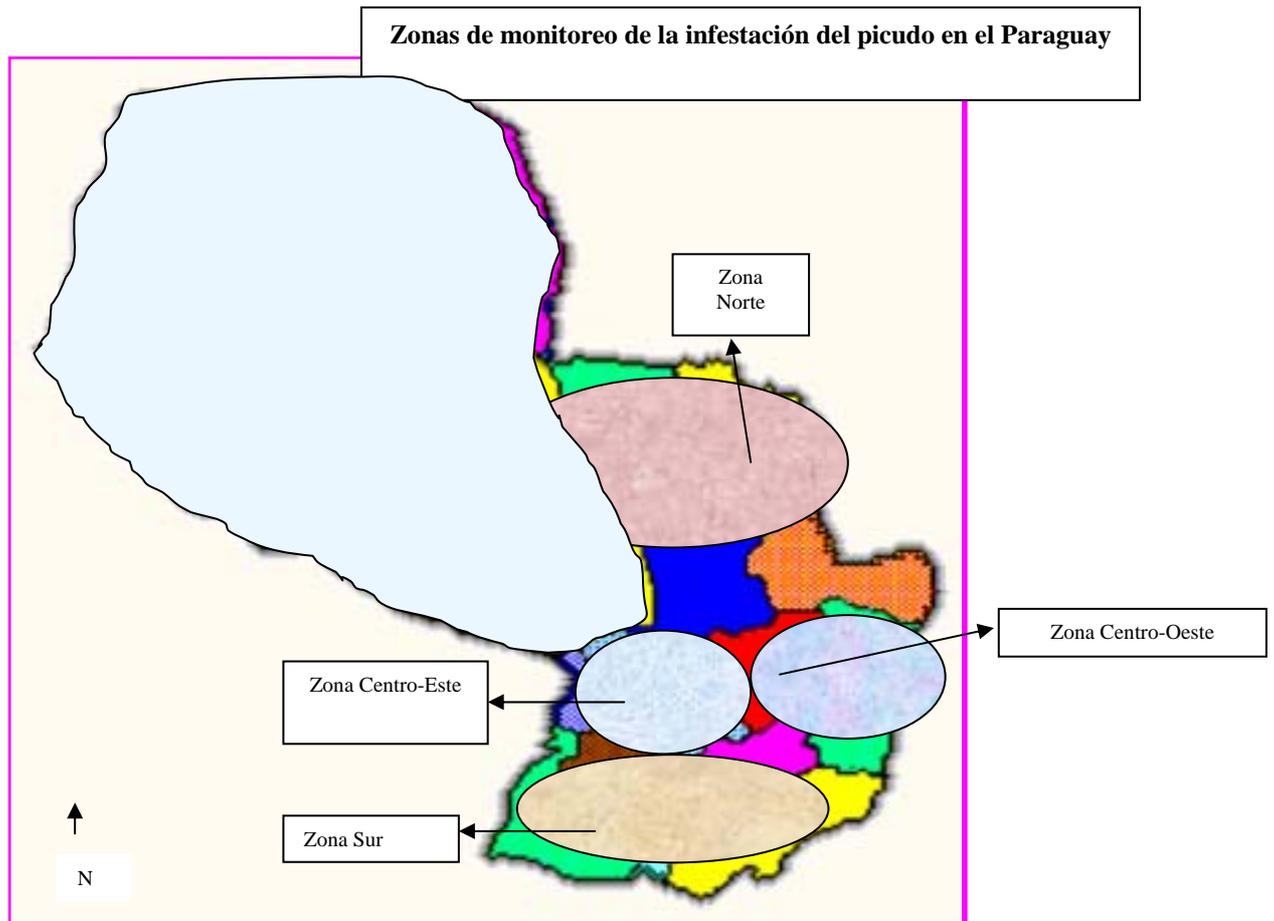
Según los datos obtenidos en las diferentes zonas de monitoreo de infestación en Paraguay (ver Mapa), la zona sur del país continúa con una mayor actividad y movimiento de picudo, seguido por la zona norte y luego la zona centro-este.

Después de la cosecha del algodón un porcentaje de adultos de picudo sobrevive en los ecosistemas alimentándose de polen de plantas existentes durante el período de entre-zafra. Las condiciones de alimento y climáticas determinarán el mayor o menor grado de supervivencia de especies en los diferentes períodos de entre-zafra.

Para identificar los niveles de supervivencia de los adultos de picudo durante ese período se instalaron trampas con feromona sexual “grandlure” en 10 municipios de Brasil productores de algodón e infestados por el picudo. Los conteos fueron realizados semanalmente durante los meses de mayo a octubre de 1999.

Durante la cosecha de 1999/2000, fueron realizados conteos en campos de algodón del Estado de Paraná para evaluar los niveles de infestación del picudo. Para los muestreos los lotes fueron separados en dos estratos denominados borde y central.

Se registraron capturas de adultos de picudo a través de las trampas con feromona “grandlure” durante todo el período de mayo a octubre, siendo más altas las capturas registradas en los meses de junio a septiembre. En condiciones de lluvias constantes y presencia de polen como alimento alternativo (choclo, avena, trigo, etc.), los adultos de picudo presentan un gran período de sobre-vida aún en ausencia del algodón. Al comienzo de la temporada algodonera el ataque de la plaga en el cultivo comienza desde el perímetro de los lotes. A partir de los 100 días de edad de las plantas, los niveles de ataque crecieron significativamente.



MAPA DEL PARAGUAY, ZONAS DE MONITOREO CON TRAMPAS DE FEROMONA.  
IAN-CAACUPE.2000

La supervivencia del picudo en los campos puede estar determinada por métodos de cosecha, de labranza, de desecho de residuos de la cosecha y otras prácticas culturales. Se realizaron estudios en Paraguay para verificar la incidencia de diferentes formas de destrucción de los rastrojos sobre las poblaciones del picudo del algodón y otras plagas del algodón. Para ello se compararon parcelas con diferentes tratamientos de los rastrojos:

- 1) Sin destrucción de rastrojos
- 2) Con destrucción por corte (rotativa)
- 3) Con arranque y quema de rastrojos

Antes y después del tratamiento del rastrojo de cada una de las parcelas se realizó un relevamiento de plagas en 10 puntos elegidos al azar, tomándose 5 plantas por punto.

Los resultados obtenidos indican que las poblaciones de picudo (*Anthonomus grandis*) permanecen en los rastrojos en pie durante todo el mes de Julio, aun después de las heladas en tanto que en la parcela con cobertura muerta de algodón desaparece toda la población de la mencionada plaga, pero a su vez permanecen poblaciones de la broca del tallo (*Eutinobothrus brasiliensis*) en promedios superiores a la parcela con rastrojos en pie.

**FUENTE:**

**Delgado, R., Vera, A., Cáceres, J., 2001.**- “Estudio de la interacción rastrojos-plagas”. Progress Report: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay (CFC-ICAC/04). Reporting Period: July, 2000 to December, 2000. pp. 130-133.

**Gómez, V., Pessolani, D., Gómez, E. & Sanabria, M., 2000.**- “Movimiento poblacional del picudo del algodón en zonas del Paraguay”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 87-92.

**Gómez, V., Pessolani D., Gómez, E. de, Duarte, O., Sanabria, M., Cáceres, J. Vera, A., Montania, B., Sosa, J., Medina, O., Benitez, O., Soria, V. & Cáceres, F., 2001.**- “Movimiento Poblacional”. Progress Report: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay (CFC-ICAC/04). Reporting Period: July, 2000 to December, 2000. pp. 141-146.

**Santos, W. J., 2000.**- “Ocorrência e distribuição do bicudo, *Anthonomus grandis*, em áreas cultivadas com o algodoeiro”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 45-56.

## Actividad: Uso de insecticidas – Monitoreo de resistencia a insecticidas

### Sub-actividad: Uso de insecticidas

☑ **RESULTADOS:** La evaluación a campo de distintos productos comerciales, permitió determinar los principios activos (Etofemprox, Alfametrina, Methamidophos, Endosulfán, y betaciflutrina) y formulación (suspensión concentrada) más eficaces para el control del picudo.

☑ **BENEFICIOS:** El conocimiento obtenido proveerá beneficios a los extensionistas y agricultores ya que su aplicación llevará a un control más eficiente de la plaga y como consecuencia, a la reducción de los costos del control de plagas y a la disminución del impacto ambiental.

Las poblaciones de *A. grandis* son difícilmente controladas a través de sus enemigos naturales, hecho por el cual el control químico aún resulta el método más utilizado para el control de esta plaga. En Argentina, Brasil y Paraguay el control del picudo del algodón se realiza principalmente a través de insecticidas químicos.

En el marco del Proyecto Trinacional (CFC-ICAC/04) se realizaron evaluaciones a campo de eficacia de distintos productos comerciales para el control del picudo del algodón.

En Brasil se realizaron ensayos comparativos de diferentes insecticidas, formulaciones y dosis recomendadas para el picudo del algodón. El diseño del ensayo fue de bloques con cuatro repeticiones. Las parcelas fueron delineadas con un área útil de 36 a 40 m<sup>2</sup>. El nivel inicial de infestación fue de 10 a 15%. Las aplicaciones de insecticida fueron realizadas con pulverizador manual, dotado de manómetro y provisto de pico X<sub>2</sub>. El volumen de aplicación varió de 100 a 120 l/ha. La evaluación de daño se hizo sobre 10 botones florales y 10 frutos por parcela.

Los insecticidas evaluados fueron los indicados para el control del picudo y en las dosis recomendadas. Se ensayaron diferentes formulaciones para cada principio activo (suspensión concentrada, concentrado emulsionable, emulsión, aceite en agua).

Los resultados obtenidos mostraron que los principios activos con mayor eficacia de control de *A. grandis* son el endosulfán, la betaciflutrina y la deltametrina aunque el resto de los insecticidas evaluados mostraron buena eficiencia, con excepción del fenvalerato. En cualquier nivel de infestación, la formulación con mejor performance es la suspensión concentrada (SC).

La utilización de Enxofre no mejoró la performance de los insecticidas evaluados.

Por otro lado, diversos insecticidas utilizados en el control de plagas del cultivo del algodón fueron probados para el control del picudo del algodón en las localidades de Caagazú, Concepción y Yhovy (Paraguay). Para los ensayos se adoptó el método de bloques al azar con 6-7 tratamientos y 5-6 repeticiones. Cada parcela

experimental estuvo integrada por 10 hileras de 12 metros de largo totalizando una superficie de 4200 m<sup>2</sup> a 4320 m<sup>2</sup>.

La preparación del suelo realizada de acuerdo a las prácticas agronómicas convencionales.

Los niveles de daño se utilizaron como parámetro para la aplicación de insecticidas. En cada parcela tratada, dos hileras del borde quedaron sin pulverizar, a fin de crear focos de infestación y valorar mejor la eficacia de los productos.

La eficacia para el control de *A. grandis* fue evaluada mediante las siguientes observaciones de daño:

**Daños en órganos fructíferos:**

- Ataque a botones florales
- Cápsulas con picaduras

La cosecha se realizó en la cuarta y quinta hilera de cada parcela elemental.

Todos los productos probados para el control del picudo presentaron una efectividad similar, con una tendencia a menor daño en cápsulas para Etofemprox, Alfametrina y Methamidophos, lo que representó un aumento en la productividad reflejado en el rendimiento.

**Sub-actividad: Monitoreo de Resistencia a Insecticidas:**

**RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:** Se desarrolló una nueva tecnología para el monitoreo de resistencia a insecticidas a campo que permite diagnosticar in situ, de forma rápida y sencilla, posibles focos de resistencia a insecticidas en poblaciones de picudo del algodónero y tomar las medidas adecuadas para su manejo. Este nuevo desarrollo tecnológico patentado para Argentina y Paraguay, constituye una herramienta para el manejo de la resistencia a través de su detección temprana y de la implementación de la alternancia de productos.

**BENEFICIOS:** Este nuevo método de diagnóstico de resistencia a insecticidas representa un avance en las estrategias de control y erradicación de plagas, ya que al utilizarse in situ, al menos en una primera etapa, proporciona un diagnóstico inmediato acorde con la urgencia para la aplicación de un insecticida, con el consiguiente ahorro de tiempo, aumento de la eficiencia del manejo y reducción del impacto ambiental.

La utilización de insecticidas sintéticos no sólo contamina el ambiente, sino que también conlleva al desarrollo de resistencia en poblaciones de insectos plaga y a la destrucción de agentes naturales de control biológico con la consiguiente aparición de casos de resurgencia y explosión poblacional de plagas secundarias.

La intensa y constante aplicación de insecticidas en la lucha contra *A. grandis* en EEUU, provocó el rápido desarrollo del fenómeno de resistencia, relevada tempranamente en ese país. Para identificar las causas de los fenómenos de resistencia se requiere de un estudio de los mecanismos bioquímicos que la confieren, así como del grado de selección de los mismos. Sobre la base de esta información, los factores operacionales tales como tipo de insecticida, dosis y modo de aplicación, pueden seleccionarse para conformar una estrategia que permita

retrasar el desarrollo de la resistencia y prolongar la vida útil de los insecticidas en uso.

Monitorear resistencia a insecticidas permite detectar a tiempo la aparición de focos de resistencia a insecticidas evitando el fracaso de una medida de control y los inconvenientes derivados de su detección tardía, especialmente la reducción de la eficacia de una familia de productos insecticidas.

Se ha desarrollado un método que permite diagnosticar en campo, de forma rápida y sencilla, posibles focos de resistencia a insecticidas en poblaciones de picudo del algodónero y tomar las medidas adecuadas para su manejo. Este método de diagnóstico de resistencia a insecticidas representa un avance en las estrategias de control y erradicación de plagas, ya que al utilizarse in situ, al menos en una primera etapa, proporciona un diagnóstico inmediato acorde con la urgencia para la aplicación de un insecticida, con el consiguiente ahorro de tiempo, aumento de la eficiencia del manejo o alternancia de productos y reducción del impacto ambiental. El método ha sido patentado en Argentina, bajo solicitud del Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), en INPI, 9 de Diciembre de 1999, P990106270 con el nombre de “Método para el diagnóstico a campo de resistencia a insecticidas químicos y biológicos en poblaciones de insectos plaga (artrópodos) de la agricultura y parásitos o vectores de enfermedades humanas y animales”. Rivadavia 1906, 3<sup>er</sup> Piso “F”, Dirección de vinculación Científico-Técnica. También fue patentado en Paraguay, Registro n° 807/2000. Hasta ahora, la determinación de los fenómenos de resistencia se realizaba mediante ensayos en laboratorio demorando días, semanas o meses, ya que los insectos debían ser transportados hasta los laboratorios especializados.

Los beneficios de la aplicación de este nuevo método de diagnóstico son evidentes:

- Control más eficiente de la plaga.
- Reducción del número de aplicaciones insecticidas.
- Reducción de la contaminación ambiental.
- Ahorro de insecticida.
- Aumento de la vida útil de productos insecticidas.

Este nuevo método de diagnóstico a campo podría ser inmediatamente incorporado al Programa Nacional de Prevención y Erradicación del Picudo del Algodonero que está llevando a cabo el SENASA en Argentina. También es de beneficios en el control convencional que se realiza en otros países donde la plaga está instalada, siendo compatible con el Manejo Integrado de Plagas. Los resultados obtenidos a las 24 horas de la aplicación de este método permitirán diagnosticar in situ el fenómeno de resistencia y determinar qué insecticida o técnica de control conviene utilizar (fig. 1).

El método consiste en exponer insectos adultos recolectados del campo a la concentración discriminante (CD) del insecticida aplicada en viales (frascos) de vidrio. Si se presentan algunos casos de supervivencia puede sospecharse la presencia de fenómenos de resistencia en la población estudiada. La concentración discriminante se ha establecido en estudios previos y se define como el doble de la concentración que ocasiona la muerte del 95 % de los insectos (concentración letal 95).

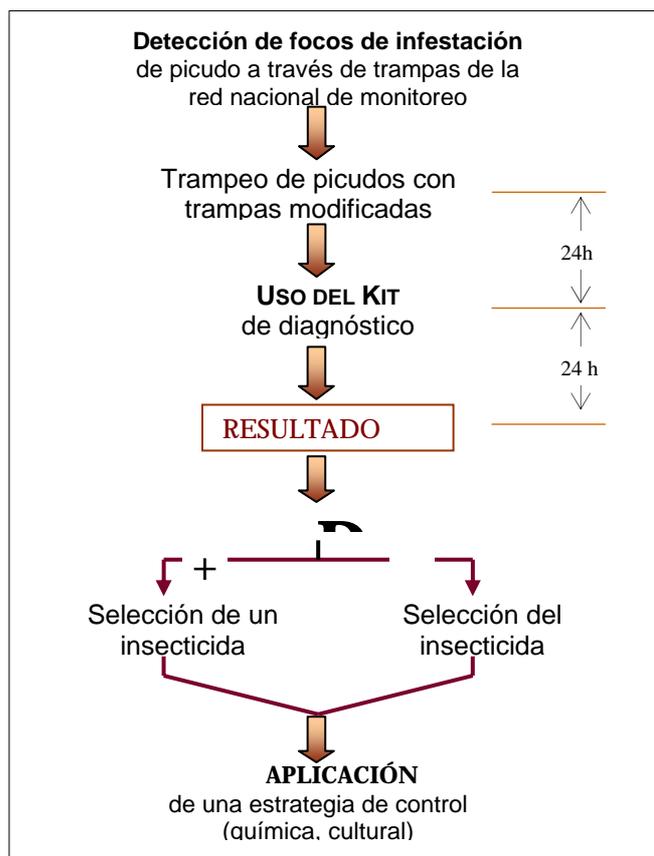
El método consta de:

- ✓ Trampa para recolección de picudos (Fig 2).
- ✓ Dispositivo para la preparación de viales con la concentración discriminante del insecticida (Fig. 3 y 4).
- ✓ Kit de diagnóstico (Fig. 5).
- ✓ Planilla a completar con datos y resultados.

Los pasos a seguir para la aplicación del método de diagnóstico de resistencia a insecticidas son los siguientes:

En primer lugar se instalan las trampas SCOUT modificadas para recolección de picudos adultos en la zona donde se haya detectado infestación de picudo y se vaya a proceder con la aplicación de insecticidas para la erradicación o control de la plaga.

Una vez que se hayan recolectado picudos en número suficiente para completar el kit (se recomienda un mínimo de 20 insectos en casos de baja infestación) se procede a introducir los insectos en los viales siguiendo cuidadosamente las instrucciones de uso detalladas en las etiquetas de los lados de la caja del kit. Es conveniente completar en ese momento la información de identificación de la caja y zona de muestreo.



**Fig. 1.** Diagrama de flujo para las operaciones a realizar desde la detección de un foco de infestación de picudo hasta la aplicación de una estrategia de control y tiempo estimado en la ejecución de las mismas.

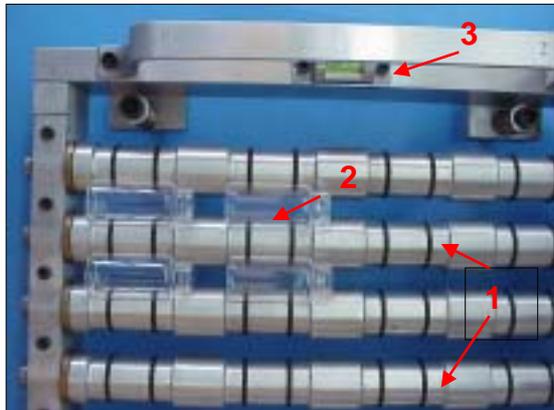
Transcurridas 24 horas desde la introducción de los picudos en los viales, se han de anotar los resultados (número de insectos vivos y muertos) en la planilla que acompaña el kit.



**Fig. 2.** Trampa modificada para la recolección de adultos.



**Fig. 3.** Estufa y dispositivo para impregnar los viales con insecticida. La temperatura se mantiene a 30 °C y ventilación constante.



**Fig. 4.** Detalle de los rodillos del dispositivo (1) y de uno de los niveles (3) para asegurar la horizontalidad de los rodillos y la uniformidad del secado del insecticida en las paredes del vial (2).



**Fig. 5.** Kit para el diagnóstico de resistencia a insecticidas. Las instrucciones se detallan en las etiquetas de la caja.

### **Sub-actividad: Efectos del agua dura sobre la eficacia de dos formulaciones del insecticida piretroide $\beta$ -cipermetrina.**

☑ **RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:** Se observó que el agua dura produce una pérdida de eficacia de dos formulaciones del piretroide  $\beta$ -cipermetrina (concentrado emulsionable y líquido floable) en ensayos de laboratorio. De las evidencias obtenidas puede concluirse que la reducción de la eficacia insecticida en ensayos de film se debe a la menor biodisponibilidad del tóxico por la presencia de formaciones cristalinas sobre la superficie tratada y la distribución del principio activo alrededor de las mismas. Estas formaciones cristalinas se agrupan formando una plataforma que disminuye la disponibilidad biológica del insecticida al afectar la frecuencia de contacto del cuerpo del insecto con el insecticida cuando el insecto se desplaza sobre la superficie tratada

☑ **BENEFICIOS:** El estudio previo de la dureza de los acuíferos disponibles para prácticas agrícolas y sanitarias permitiría realizar el tratamiento del agua en caso de ser necesario, o seleccionar la fuente de agua menos salobre, para utilizarla en la aplicación de los insecticidas. La preselección del acuífero o tratamiento del agua dura permitirá evitar la pérdida de eficacia de los insecticidas y reducir el número de aplicaciones minimizando el impacto ambiental.

La calidad del agua es un factor importante del que depende la performance de los plaguicidas en condiciones de campo. Es conocido el efecto adverso que los cationes, especialmente los divalentes, tienen sobre la estabilidad de las emulsiones debido a su influencia sobre la fisico-química de los surfactantes. Por lo tanto, es importante conocer la concentración de los cationes divalentes en el agua utilizada para las mezclas de tanque.

Hoy en día, muchas de las formulaciones de plaguicidas están diseñadas para ser aplicadas utilizando agua como "carrier" o diluyente. Desafortunadamente, las condiciones del agua varían mucho de una región a otra con significativas diferencias en los niveles de dureza, contenido de minerales y pH. Algunas condiciones como la alcalinidad, afectan negativamente la performance de los plaguicidas. Un pH alto (alcalino) provoca en algunos plaguicidas una degradación llamada "hidrolisis alcalina". La mayoría de los plaguicidas pueden sufrir este tipo de descomposición y unos pocos pueden también ser susceptibles a "hidrólisis ácida". El pH del agua puede variar con la temperatura, contenido de sales y minerales tales como hierro, magnesio y calcio. Existen diversos productos en el mercado que permiten revertir estos efectos y maximizar la eficacia de un plaguicida cuando se los agrega al tanque de aplicación. Estos son simplemente buffers o buffers combinados con surfactantes.

Con la financiación del CFC y el ICAC se realizó un trabajo con el objetivo de determinar el efecto del agua dura sobre la actividad insecticida de dos formulados de la  $\beta$ -cipermetrina, un concentrado emulsionable (CE) y un floable (LF), e identificar los fenómenos responsables de la disminución de la eficacia insecticida de ambos productos en presencia de aguas duras. Los resultados de esta investigación fueron presentados en la Tesis para optar al título de Magister en

Control de Plagas y su Impacto Ambiental de la Universidad Nacional General San Martín (Argentina) (Zerba, 2000).

Se realizaron ensayos de contacto por exposición a superficies tratadas con ninfas de *Dysdercus chaquensis* (Heteroptera: Pyrrhocoridae) y *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattidae). La concentración de los films seleccionada fue de 0,14 mg de principio activo/cm<sup>2</sup>, para ambas especies. Para el cálculo de concentración de principio activo se consideró que la densidad de los formulados es 1 gr/ml. El valor real de densidad es para ambos formulados lo suficientemente aproximado a este valor como para no justificar la introducción de un factor de corrección. Se aplicaron con pipeta 2 ml de cada una de las emulsiones y suspensiones preparadas, sobre tapas de caja de petri de vidrio, cubriendo toda la superficie y dejando secar a 25° ± 2C° durante 24 hs. Para los controles se aplicaron 2 ml de agua desmineralizada o agua dura normalizada (dureza 634 ppm) sobre tapas de caja de petri y luego se secaron en las condiciones antes mencionadas.

Para la determinación de los TV<sub>50</sub> (tiempo de volteo 50%) se expusieron durante 2 horas 5 ninfas de *Blattella germanica* de 30 días de edad o 5 ninfas V de *Dysdercus chaquensis* a cada una de las superficies tratadas. Durante el periodo de exposición, en intervalos de 1 minuto, se registró "volteo" (número de insectos con dificultad en el desplazamiento o inmovilidad) hasta obtener el 100%. El ensayo se realizó a una temperatura de 20± 1° C. Luego de 2 horas los insectos fueron colocados en recipientes cilíndricos de PVC, de 8 cm de diámetro y 8 cm de altura con orificios en la tapa para ventilación, con alimento balanceado para conejo en pellets embebidos en agua destilada. Los recipientes fueron mantenidos en cámara de incubación en condiciones controladas de temperatura (25±1°C), humedad relativa (50±5%) y fotoperiodo (12HL:12HO) durante 24 hs. Una vez concluido este periodo, se registró el porcentaje de mortalidad.

Los TV<sub>50</sub> y sus pendientes fueron calculados mediante el programa EPA PROBIT Version 1.4. La superposición o no de intervalos de confianza 95% fue utilizada como criterio para establecer diferencias significativas entre los TV<sub>50</sub>.

Para determinar posibles fenómenos de catálisis de la descomposición de la β-cipermetrina debido a las sales presentes en el agua dura y establecer la magnificación de este fenómeno por el envejecimiento, se determinó la estabilidad del principio activo por cromatografía gaseosa (CGL) luego de ser sometido a diferentes condiciones de envejecimiento (temperatura, presencia de sales del agua dura, etc).

Los resultados de los bioensayos de contacto (film) con el CE y el LF, preparados con agua dura muestran para, *D. chaquensis* y *B. germanica*, un significativo incremento del TV<sub>50</sub> o pérdida de eficacia, en comparación con los ensayos utilizando agua desmineralizada.

Finalmente se realizaron estudios a nivel microscópico y macroscópico de la morfología de los depósitos del insecticida formulado sobre una superficie tratada.

Los resultados de los estudios de envejecimiento muestran que el agua dura no altera la estabilidad de la β-cipermetrina en las preparaciones de ambos formulados; es decir, que el fenómeno de pérdida de eficacia de estas emulsiones y suspensiones en agua dura no se debe a la descomposición del principio activo por la presencia de sales.

De las evidencias obtenidas a escala microscópica y macroscópica, respecto a los depósitos del insecticida, puede concluirse que la reducción de la eficacia insecticida en ensayos de film se debe a la menor biodisponibilidad del tóxico por la presencia de formaciones cristalinas sobre la superficie tratada y la distribución del principio activo alrededor de las mismas. Estas formaciones cristalinas se agrupan formando una plataforma que disminuye la disponibilidad biológica del insecticida al afectar la frecuencia de contacto del cuerpo del insecto con el insecticida cuando el insecto se desplaza sobre la superficie tratada.

**Sub-actividad: Toxicidad y ablandamiento de la cutícula causado por aceites minerales y vegetales sobre la cutícula de *Anthonomus grandis***

**RESULTADO DE LA ACTIVIDAD:** Se demostró que los aceites minerales y vegetales son tóxicos para el picudo del algodónero al ser aplicados por tópico. También se observó que la toxicidad de los aceites se correlaciona positivamente con un efecto de ablandamiento de cutícula. Estos resultados sugieren que el mecanismo de acción de los aceites se relaciona con un fenómeno físico a nivel estructural.

**BENEFICIOS:** Estos resultados presentan a los aceites minerales y vegetales como una herramienta potencial, de bajo impacto ambiental, para controlar al picudo del algodónero. Es posible especular en un nuevo target de los aceites a nivel estructural en la cutícula. Esto debería promover futuras investigaciones acerca de la influencia de los aceites de minerales y vegetales en la estructura y propiedades de la superficie del cuerpo de los insectos.

Los aceites de origen mineral son productos de uso corriente para el control de algunas plagas y vectores de enfermedades, considerados perjudiciales para la salud humana y para la producción tanto de alimentos como de cultivos ornamentales e industriales. Se utilizan como diluyentes para insecticidas formulados en aplicaciones de bajo volumen, como coadyuvantes de insecticidas o como insecticidas propiamente dichos.

Es conocido que estos productos poseen el potencial para mejorar la eficacia de los insecticidas actuando como sinergistas pero también a través del aumento en la cobertura foliar. El empleo de hidrocarburos como diluyentes de productos fitosanitarios permite reducir la tasa de evaporación del principio activo y la deriva, particularmente en zonas de clima árido. Los insecticidas disueltos o suspendidos en aceites muestran, en comparación con el agua, un espectro más uniforme en el tamaño de gota, mejor penetración en el follaje, mejor cobertura foliar y un aumento de la persistencia.

Los hidrocarburos, (principalmente los de naturaleza parafínica) mejoran la cobertura de la superficie tratada, así como el contacto entre el plaguicida y la superficie y aumentan la tasa de absorción de insecticidas sistémicos. También evitan el lavado de algunos insecticidas por la lluvia debido a su baja solubilidad en agua. Además, por su baja presión de vapor permiten un mejor control de la deriva durante la aplicación, tanto solos como en emulsiones agua-aceite.

En comparación a los insecticidas de síntesis, es escasa la información disponible sobre la eficacia y mecanismos de acción insecticida de los aceites en general, aunque las propiedades químicas y "performance" del petróleo se han ido perfeccionando a través de los años. El uso de aceites como productos alternativos de los insecticidas de síntesis o su empleo para sinergizar la acción de insecticidas convencionales representa en ambos casos una relevante reducción del impacto ambiental de las prácticas agrícolas. Además, el empleo de productos alternativos de bajo costo implica una reducción

El objetivo de este estudio, financiado en parte por el CFC y el ICAC, fue estudiar los efectos de toxicidad y ablandamiento de cutícula de aceites minerales y vegetales que resultan tóxicos para el picudo del algodón, de manera de lograr una mejor interpretación de sus efectos tóxicos sobre los insectos. Los resultados obtenidos fueron presentados en una conferencia internacional llevada a cabo en Sydney, Australia 1999.

Se utilizaron para los ensayos dos aceites vegetales, de soja (*Glycine max* (L.) Merr. [Fabales: Fabaceae]), y de algodón (*Gossypium hirsutum* L. [Malvales: Malvaceae]) y un aceite mineral nC21 (HMO) para comparar sus efectos de ablandamiento de la cutícula y toxicidad.

Los adultos de *Anthonomus grandis* se obtuvieron del USDA-ARS Mississippi, USA. En dos bioensayos independientes, se topicaron grupos de insectos con aceite (1 µL o 0.5 µL) para evaluar su toxicidad así como también posibles cambios en la dureza de la cutícula. Para medir dureza se utilizó un Gel tester, evaluando la presión necesaria para romper la cutícula. La toxicidad se evaluó en términos de mortalidad.

Tabla 1. Mortalidad y ablandamiento de la cutícula de tres aceites en ensayos con el picudo del algodón, *Anthonomus grandis*.

	Control	Aceite de algodón	Aceite de soja	Aceite mineral NC21 Dapsa
Dureza de cutícula (g/cm <sup>2</sup> )*	94.7 ± 4.1 a	83.5 ± 3.3 ab	78.6 ± 3.5 bc	73.5 ± 3.0 bc
Ablandamiento de cutícula	–	11.8%	17.0%	22.4%
Mortalidad (0.5 µL por insecto)	0%	10%	35%	50%

\* n = 30 para cada tratamiento. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (MSD.05 = 10.889).

La reducción en la dureza de la cutícula sigue el siguiente orden: aceite de algodón (11.8%) < aceite de soja (17%) < aceite mineral (22.4%). Los insectos tratados con aceite de algodón no presentaron diferencias significativas en la dureza de cutícula al ser comparados con el control. Se encontró una correlación positiva entre ablandamiento de cutícula y toxicidad: un mayor ablandamiento se correlaciona positivamente con una mayor toxicidad. La variación de dureza observada podría representar cambios estructurales a nivel cuticular, con consecuencias letales para los insectos. Estos resultados, entonces, permiten especular con un nuevo target de los aceites insecticidas. Esto podría impulsar

futuras investigaciones sobre la influencia de estos productos en la estructura y propiedades de la superficie del cuerpo de los insectos.

#### FUENTE

**Gómez, V., Pessolani, D. & Sosa, J., 2000.**- “Ensayo comparativo de insecticidas para el control del picudo del algodón”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 145-158.

**Santos, W. J., 2000.**- “Avaliação da eficiencia de insecticidas para o controle do bicudo, *Anthonomus grandis*, em algodoeiro”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 141-143.

**Zerba, M. I., Martínez Ginés, D. & Stadler, T., 2000.**- “Desarrollo de un protocolo de monitoreo de resistencia a insecticidas para *Anthonomus grandis*”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 159-163.

**Zerba, M. I., 2000.**- “Efectos del agua dura sobre la eficacia de dos formulaciones del insecticida piretroide  $\beta$ -cipermetrina”. Tesis para optar al título de Magister en Control de Plagas y su Impacto Ambiental. Universidad Nacional de General San Martín. Agosto de 2000. pp

**Zerba, M. I., Martínez Ginés, D. & Stadler, T., 2001.**- “Método de diagnóstico a campo de resistencia a insecticidas para el picudo del algodón (*Anthonomus grandis*”. Progress Report: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay (CFC-ICAC/04). Reporting Period: July, 2000 to December, 2000. pp. 130-133.

**Stadler T., Zerba M.I., Buteler M.**- “Toxicity and cuticle softening effect of horticultural mineral and vegetable oils on the cotton boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae)”. Proceedings of the International Conference Spray Oils beyond 2000. October 1999-Sydney Australia (in press).

**Buteler, M.,** “Evaluación de la toxicidad de aceites de uso fitosanitario y su efecto sinérgico con ciflutrina para *Dysdercus chaquensis* (Insecta Heteroptera Pyrrhocoridae), plaga del algodón” Tesis en Compact Disk. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Laboratorio de Parasitología y Ecotoxicología, Facultad de Ingeniería UNCOMA – CONICET. (CFC – ICAC/04). March, 2001

## Actividad: Control Biológico

### Sub-actividad: Parasitoides y predadores

☑ **RESULTADOS:** En Paraguay, los niveles de parasitismo y predación del picudo en condiciones de campo son superiores a los hallados en otras regiones algodoneras, a pesar de que se trata de una plaga reciente en este país.

Además, se obtuvo información relevante acerca de la biología y cría de los parasitoides *Bracon vulgaris* y *Catolacus grandis* y el predador *Euborellia annulipes* en estudios de laboratorio.

☑ **BENEFICIOS:** Los altos porcentajes de control natural de esta plaga de predadores y parásitos permiten reducir al mínimo las aplicaciones de productos químicos intensificando las acciones de manejo del cultivo, para obtener buen rendimiento a bajo costo y con bajo impacto ambiental.

El conocimiento adquirido acerca de los parasitoides *B. vulgaris* y *C. grandis* y el predador *E. annulipes* harán posible la utilización de estos organismos en proyectos de control biológico como parte de programas de MIP en algodón en un futuro cercano.

Una de las nuevas tecnologías más prometedoras para el manejo del picudo del algodonero es el Control Biológico. Durante los años ochenta y noventa ha habido avances significativos en el control biológico de *A. grandis*. Se han hallado más de 15 especies de insectos parasíticos que atacan a esta plaga. Investigaciones en los Estados Unidos han demostrado que los parásitos de *A. grandis* son eficaces para el control de esta plaga cuando son utilizados en liberaciones aumentativas.

En un trabajo realizado en Paraguay se determinó la ocurrencia y frecuencia de parasitoides del picudo del algodonero en estudios de campo. La determinación se realizó en dos etapas:

#### **En rastrojos de algodón**

Se disecaron botones florales caídos en los campos (en la zona de Choré, Paraguay) y los picudos encontrados fueron clasificados en:

- Vivos
- Parasitados
- Muertos por razones desconocidas

#### **En el cultivo del algodón**

Se tomaron hileras centrales de algodón, de  $\frac{1}{4}$  de hectárea y se eliminaron todos los botones florales infestados de picudo o dañados por otras causas. Al día siguiente comenzó el fechado de nuevas puestas de huevos mediante etiquetas. Esto permitió armar cohortes de la misma edad.

Diariamente se tomaron 10 botones florales de la misma cohorte y se disecaron bajo microscopio estereoscópico. Los estadios inmaduros del picudo se dividieron en larva y pupa y a su vez fueron clasificados en:

- Sanos
- Parasitados

- Muertos por razones desconocidas
- Los parásitos encontrados fueron identificados como:

<i>Bracon sp</i>
<i>Catolacus grandis</i>

Los niveles de parasitismo encontrados fueron:

### **En rastrojo de algodón**

Durante este periodo se observó un elevado nivel de parasitismo en larvas del picudo del algodouero. De los botones florales estudiados solo emergieron adultos del 1,12 %. Se encontró que el 74 % de las larvas que no completaron el ciclo, estaban parasitadas.

### **En el cultivo del algodón**

Se encontró una mortalidad del 97,8% tomada sobre el número total de piquetes de oviposición. El parasitismo fue el factor de mortalidad más importante. Segundo en importancia fue la mortalidad de los huevos.

En cuanto a la mortalidad por parasitismo, se observó un nivel bajo hasta los 4 días de edad de las larvas, aumentando en forma exponencial hasta los 10 días de edad larval. A partir de allí el crecimiento del porcentaje de parasitismo se hizo asintótico estabilizándose en el 90% de mortalidad.

El nivel de parasitismo del picudo en Paraguay es más alto que en otros países, a pesar de que se trata de una plaga reciente en este país. Es uno de los raros casos en que una plaga introducida a una nueva región encontró sus parásitos ya establecidos. Además el parasitismo en Paraguay a diferencia de otros países se mantiene en niveles altos durante todo el año.

El manejo de las plagas algodoueras debe aspirar a preservar los parásitos del picudo usando los insecticidas con gran cuidado. Debe desarrollarse un programa de manejo de rastrojos, reservorio de parásitos, que maximice la supervivencia de los mismos, sin favorecer a las plagas algodoueras.

El control biológico de *A. grandis* a través de la utilización de parasitoides despunta como una alternativa económicamente viable y social y ecológicamente ventajosa para el agricultor del algodón. Esos parásitos contribuyen en el control del picudo en diferentes agroecosistemas del algodouero, alimentándose interna o externamente de sus formas inmaduras.

La acción de *C. grandis* contra el picudo no se debe solo al parasitismo de sus larvas, sino también a la acción de las hembras adultas del parasitoide, a través de la inyección de toxinas en el cuerpo de larvas y pupas de *A. grandis*, causando su muerte. En el Nordeste de Brasil, la mortalidad natural de *A. grandis*, causada por parasitismo, se debe principalmente, a la acción de dos parasitoides, *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae) y *Bracon vulgaris* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae).

Se realizaron investigaciones buscando generar información sobre la utilización de larvas de *Eusepes postfasciatus* (Fairmare) como hospedador alternativo de *C. grandis*, parasitoide de *A. grandis*. El objetivo de este trabajo es encontrar hospederos alternativos del parasitoide de bajo costo de producción, facilidad de

proceso y alta capacidad de reproducción. El estudio de hospederos alternativos de *C. grandis* es un avance científico necesario para que sea viable la aplicación comercial del control biológico del picudo a través de liberaciones de parasitoides. Por este motivo se estudió el crecimiento poblacional de *C. grandis* sobre diferentes densidades del hospedero alternativo *E. postfasciatus*.

El conocimiento de los valores reproductivos (VRx) de las hembras de *C. grandis*, en diferentes estadios de edad es importante en programas de control biológico, para poder decidir la edad óptima de liberación en los ecosistemas del algodónero para reducir las poblaciones del picudo según las condiciones climáticas. Para ambas temperaturas estudiadas (25°C y 30°C) el máximo valor de VRx correspondió a hembras adultas *C. grandis* recién emergidas. Por lo tanto, la edad ideal de hembras de *C. grandis*, para realizar liberaciones inoculativas es la de hembras adultas recién emergidas (a 25°C y 30°C). La densidad ideal de larvas de 5° instar de *E. postfasciatus* para multiplicar *C. grandis* a 30°C es de quince por cada hembra de *C. Grandis*. Larvas del 5° estadio de *E. postfasciatus* pueden ser utilizadas como hospedero para multiplicar el parasitoide *C. grandis* en laboratorio, a fin de atender programas de control del picudo a través de este parasitoide.

Al igual que otros pteromalídeos, *C. grandis* presenta partenogénesis facultativa, es decir que hembras fecundadas depositan huevos que darán origen a hembras y machos; mientras que aquellas no fecundadas producen sólo machos.

Se hicieron investigaciones con el objetivo de estudiar los efectos de la relación macho: hembra y el tiempo de exposición en la reproducción del ectoparasitoide *C. grandis*. Según los resultados obtenidos el efecto de la proporción macho: hembra en el porcentaje de hembras en la progenie F1 depende del tiempo en que la hembra es expuesta al macho o machos. Las hembras que fueron expuestas a tres machos produjeron mayor número de hembras en la generación F<sub>1</sub> que aquellas sometidas a otras combinaciones (1 macho: 1 hembra o 1 macho: 3 hembras) (Figura 1).

El efecto de la proporción macho:hembra en el número de huevos depositados y número de orificios por hembra de *C. grandis* no varía de acuerdo con el tiempo en que la hembra es expuesta al macho o machos. Las hembras expuestas a combinaciones de tres machos para una hembra depositaron más huevos que las hembras sometidas a las otras. Por otro lado, las hembras expuestas a los machos por un período de 3 o 5 horas depositaron más huevos que las expuestas por 1 hora. Por lo tanto, se constató que la proporción de macho: hembra y el tiempo que la hembra es expuesta al macho tienen influencia en el potencial reproductivo y en la razón sexual de las progenies de *C. grandis*. La proporción de sexos óptima es de tres parasitoides machos para una hembra. Esta proporción garantiza la ocurrencia de cópulas y la abundancia de esperma para la producción de progenies hembras.

Se sabe que el parasitoide *B. vulgaris* es un enemigo natural muy eficiente para ser usado en la reducción de las poblaciones del picudo en los agroecosistemas del algodónero herbáceo y/o arbóreo. Por otro lado, de los factores climáticos, la temperatura es el que más afecta directa o indirectamente la reproducción de los insectos, pudiendo determinar la mayor o menor población de enemigos naturales en los ecosistemas agrícolas. Las investigaciones realizadas en el marco de este proyecto tuvieron como objetivo verificar de que forma la temperatura afecta la reproducción de las hembras de *B. vulgaris*, teniendo como hospedero larvas del tercer instar de *A. grandis*, provenientes de frutos.

La etapa fecunda del parasitoide fue dividida en tres períodos: (1) pre-oviposición, (2) alta fecundidad y (3) declinación de la fecundidad. De acuerdo a los resultados obtenidos, el período de pre-oviposición de *B. vulgaris* fue más largo a 20°C ( $8,55 \pm 0,91$  días) que a 25°C ( $5,80 \pm 0,65$  días) y a 30°C ( $3,80 \pm 0,53$  días). Cuanto más corto sea el período de pre-oviposición, mayor será el período disponible para la oviposición, lo que favorecerá una mayor producción de huevos y consecuentemente, una mayor producción de descendientes.

Trabajos previos han demostrado la importancia de *E. annulipes* como predador de larvas y pupas del picudo del algodón ( *Anthonomus grandis* Boheman) en la región Nordeste do Brasil. Por lo tanto, la generación de conocimientos sobre el potencial reproductivo de *E. annulipes* es de extrema importancia para los programas de control biológico del picudo del algodón.

Los resultados sugieren que en programas de control biológico del picudo, usándose liberaciones inoculativas, lo ideal es que a 25°C o 30°C, se utilicen hembras adultas de *E. annulipes* recién emergidas.

### **Sub-actividad: Hongos Entomopatógenos**

**RESULTADOS:** Se desarrolló un producto formulado con esporas del hongo entomopatógeno *B. bassiana* y se estableció la forma de aplicación para el control más eficiente de adultos de picudo de algodón en condiciones de laboratorio. Sin embargo, estos formulados deberán ser evaluados a campo antes de su incorporación a un programa de MIP en algodón.

**BENEFICIOS:** Los resultados obtenidos son un avance importante para el desarrollo de formulaciones adecuadas de micoinsecticidas que podrían utilizarse como método alternativo a los insecticidas químicos.

Se ha demostrado en ensayos de laboratorio y de campo que los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* Bals. (Vuill.) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Deuteromicete), pueden provocar infección en el picudo del algodón.

El Control Biológico clásico puede ser posible en sistemas de producción de algodón poco intensivos como los que se practican en el nordeste de Brasil y en Paraguay.

Se estudió el efecto del tipo de formulación y de la forma de aplicación del hongo *Beauveria bassiana* en el control de adultos de picudo del algodón en laboratorio.

El trabajo fue realizado en el laboratorio, en condiciones controladas de temperatura ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ) y humedad relativa ( $70 \pm 10\%$ ).

Los insectos utilizados en este estudio, fueron obtenidos de botones florales atacados en el campo, pertenecientes a la variedad CMPA 7H. Fueron colocados en recipientes donde permanecieron hasta la emergencia de los adultos. Setecientos veinte adultos de picudo, fueron seleccionados y agrupados de a diez individuos por recipiente plástico conteniendo botones florales saludables, los cuales fueron mantenidos en estufa incubadora B.O.D. hasta el inicio del bioensayo.

Se ensayó el aislado CG82 de la especie *Beauveria bassiana*, hongo de la clase Hyphomycetes (Deuteromycetes), aislado de adultos de *Diabrotica speciosa* obtenidos del laboratorio de Entomología del ESALQ-USP.

El delineamiento experimental utilizado fue de bloques al azar, con 12 tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes:

- 1-Picudos adultos tratados en suspensión fúngica preparada con agua;
- 2-Picudos adultos tratados en suspensión fúngica preparada con aceite mineral;
- 3-Picudos adultos tratados en aceite mineral;
- 4-Picudos adultos tratados en agua destilada;
- 5-Botones florales tratados en suspensión fúngica preparada con agua;
- 6-Botones florales tratados en suspensión fúngica preparada con aceite mineral;
- 7-Botones florales tratados en aceite mineral;
- 8-Botones florales tratados en agua destilada;
- 9-Picudos adultos y botones florales tratados en suspensión fúngica preparada con agua;
- 10-Picudos adultos y botones florales tratados en suspensión fúngica preparada con aceite mineral;
- 11-Picudos adultos y botones florales tratados en aceite mineral
- 12-Picudos adultos y botones florales tratados en agua destilada.

Los tratamientos 4, 8 y 12, consistieron en la aplicación de agua destilada más detergente (Tween-80), sobre adultos, botones florales y ambos, los cuales constituyeron el testigo. Las suspensiones fúngicas fueron preparadas, en una concentración de  $10^8$  conidios/mL. El aceite mineral (Assist<sup>®</sup>) fue utilizado como adyuvante, en una dosis de 1ml/200L de agua. Cada repetición constó de diez adultos, con edades medias de ocho días.

De acuerdo con cada tratamiento, picudos adultos y/o botones florales fueron sumergidos en la suspensión fúngica durante tres segundos. Inmediatamente, los insectos y/o botones florales fueron secados sobre una hoja de papel de filtro, siendo posteriormente transferidos a los recipientes plásticos. Los recipientes plásticos, fueron provistos diariamente con botones florales. Los botones florales tratados con la suspensión fúngica fueron mantenidos en los recipientes plásticos junto con los picudos por 24 horas. Al término de ese período, los botones florales tratados fueron substituidos por otros botones saludables, los cuales fueron cambiados diariamente hasta el término de las observaciones. El porcentaje de mortalidad fue evaluado durante los quince primeros días después de la aplicación de los patógenos.

Los resultados mostraron que los porcentajes de mortalidad de adultos de *A. grandis* obtenidos en cada tipo de formulación variaron de acuerdo con la forma de aplicación del hongo *B. bassiana*.

La formulación acuosa es tan eficiente como la formulación oleosa, cuando es aplicada sobre botones florales o sobre ambos (botones florales e insecto adulto).

La suspensión en aceite de conidios de *B. bassiana* aplicada sobre el insecto adulto, botones florales y ambos (insecto adulto y botones florales) causó mortalidad en adultos de picudos más rápidamente que la suspensión en agua.

De acuerdo a los resultados obtenidos el método de aplicación más eficiente para el control de adultos de picudo es aquel donde tanto el insecto adulto como los botones florales son tratados con conidios de *B. bassiana*.

La determinación del efecto del tipo de formulación y del método de aplicación del hongo *Beauveria bassiana* para el control de adultos de picudo de algodón en laboratorio, es un avance extremadamente importante para el desarrollo de formulaciones adecuadas para aplicaciones de micoinsecticidas.

Se realizaron ensayos de laboratorio con cepas argentinas de *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Se evaluaron 189 cepas de *B. bassiana* y 36 de *M. anisopliae* provenientes de diferentes hospederos y regiones geográficas. Se emplearon dos metodologías de bioensayos: por inmersión ( $10^8$  conidia/ml) y utilizando una torre de pulverización ( $10^6$  conidia/ml). La dificultad para controlar a esta plaga está demostrada por el escaso número de cepas virulentas obtenidas. Así, se pudo seleccionar una cepa de *B. bassiana* que luego de producida experimentalmente como una formulación oleosa aplicada sobre hojas, presentó una mortalidad del 80%. Asimismo, se pudo seleccionar una cepa de *M. anisopliae* con una mortalidad del 93% bajo una aplicación en suspensión acuosa.

#### FUENTE:

**Gallo, I., Sanabria, M. Giménez, Franco, B., Benítez, A., Núñez, S. & Solís, O., 1998.**- “Parasitismo, un factor clave de mortalidad en el Picudo Mexicano *Anthonomus grandis* Boh. en Paraguay”. Workshop Proceedings II International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Roque Saenz Peña, Chaco, December 3, 1997. pp. 42-44.

**Lecuona, R. & Delgado, R., 2000.**- “Mortalidad de adultos del picudo del algodón por cepas de hongos entomopatógenos”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 111-114.

**Ramalho, F. S., Dias, J. M., Medeiros, R. S., Lemos, W. P. Pereira, F. F. & Zanuncio, J. C., 2000.**- “Criação de *Catalaccus grandis* (Burks) ectoparasitoide do bicudo-do-algodoeiro, tendo como hospedeiro larvas de *Euscepes postfasciatus* (Fairmaire)”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 123-125.

**Silva, C. A. D. da, Costa, I. L. da & Araujo G. P. de, 2000.** - “Seleção de estirpes de *Beauveria bassiana* patogénicas ao bicudo do algodoeiro”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 105-109.

**Silva, C. A. D. da, Costa, 2001.**- “Efeito do tipo de formulação e da forma de aplicação do fungo *Beauveria bassiana* no controle de adultos do bicudo do algodoeiro em laboratorio”. Progress Report: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay (CFC-ICAC/04). Reporting Period: July, 2000 to December, 2000. pp. 71-79.

**Wanderley, P. A., Ramalho, F. S., Veiga, A. F. S. L. & Zanuncio, J. C., 2000.**- “Impacto da temperatura na reprodução de *Bracon bulgaris* Ashmed (Hymenoptera: braconidae), parasitóide do bicudo-do-algodoeiro”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 127-128.

## Actividad: Evaluación de dispositivos de trapeo y captura para *A. grandis*

**RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:** Se realizaron ensayos con trampas con feromona grandlure y Tubos Mata Picudo (TMP) donde se determinó que estos dispositivos pueden ser utilizados para atraer y atrapar picudos adultos y también como instrumentos para el monitoreo de la presencia de la plaga en los períodos de pre-siembra y post-cosecha. Los dispositivos de atracción y captura se presentan como posibles herramientas para el control del picudo del algodón. Sin embargo, sería interesante realizar otros estudios comparativos incluyendo un análisis estadístico detallado y haciendo especial hincapié en la factibilidad económica de estos dispositivos.

**BENEFICIOS:** Los dispositivos de atracción y captura se presentan como posibles herramientas para el control del picudo del algodón

Se realizaron ensayos a campo en el estado de Paraná (Brasil) entre 1995 y 2000 para evaluar la eficacia y perspectivas agronómicas del uso de la feromona sexual grandlure en trampas para picudo. Se evaluaron dos tipos de dispositivos: trampas con feromonas tipo SCOUT original del USDA-LEGETT & CROSS y Tubos Mata Picudo (TMB).

Las trampas con feromona resultaron eficaces para atraer y atrapar picudos adultos. Se capturaron adultos durante el período entre zafra, más intensamente en Junio, Julio y Agosto. Estos resultados muestran que los dispositivos de atracción-captura podrían reducir la población de la plaga durante los períodos pre y post cosecha. El TMP también podría ser utilizado como instrumento para el monitoreo de la presencia de la plaga en los períodos de pre-siembra y post-cosecha, determinando niveles iniciales de infestación y brindando información útil para el control de la plaga. También se realizaron estudios para comparar la efectividad del TMP con la de la aplicación de insecticidas tradicionales. Se realizaron ensayos comparativos en parcelas de algodón con niveles iniciales de infestación similares. El daño fue mayor en las parcelas en las que se habían utilizado métodos convencionales (insecticidas), en comparación a las parcelas en las que se habían instalado TMP. Sin embargo, no queda claro si estas diferencias están relacionadas con mayores densidades de enemigos naturales del picudo del algodón en las parcelas no tratadas.

Los dispositivos de atracción y captura se presentan como posibles herramientas para el control del picudo del algodón. Sin embargo, sería interesante realizar otros estudios comparativos incluyendo un análisis estadístico detallado y haciendo especial hincapié en la factibilidad económica de estos dispositivos.

## FUENTE

**Santos, W. J. dos, 2000.**- Avaliação de dispositivo (TMB) com feromônio sexual “granlure” para o controle do bicudo, *Anthonomus grandis*, do algodoeiro. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 105-109.

**Santos, W. J. dos, Silva, R. J., Vaz Bonatti, E. & Costa, M. S. da, 2001.**- Dispositivo com feromônio sexual “granlure” para o controle do bicudo, *Anthonomus grandis*, do algodoeiro”. Progress Report: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay (CFC-ICAC/04). Reporting Period: July, 2000 to December, 2000. pp. 118-119.

## Actividad: Sistema de Información Geográfica (SIG)

- ☑ **RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:** Se estableció un Sistema de Información Geográfico (SIG) en una zona piloto y se comprobó su utilidad y las posibilidades que ofrece para ser utilizado en un programa de MIP en Argentina, Brasil y Paraguay. Además se generó un programa de capacitación que permitirá extender el uso de esta herramienta a los diferentes grupos de trabajo en los 3 países.
- ☑ **BENEFICIOS:** La utilización de SIG para el monitoreo del picudo del algodón mejorará la eficiencia del manejo ecológico y permitirá una utilización más racional de los recursos disponibles. Un resultado directo de esto será la reducción del número de aplicaciones de insecticida, en tiempo y espacio.

Un sistema de información geográfica es un sistema para la adquisición, almacenamiento, análisis y despliegue de datos geográficos, asistido por computadora. Las posibilidades que los SIG ofrecen para la integración de datos de diverso origen, hacen que sean herramientas insustituibles en el manejo de recursos naturales. En el caso de monitoreo y control de plagas, las posibilidades que ofrecen los SIG para interrelacionar numerosas variables, los hacen ideales para definir la evolución de las plagas en función de características ambientales y los usos culturales de manejo de los agroecosistemas.

Debido a las características ecológicas del Picudo del algodón, y a la considerable extensión que se requiere monitorear, el uso de un SIG, resulta fundamental. Existen numerosos ejemplos del uso de Sistemas de Información Geográfica para el monitoreo de plagas entomológicas. Se ha demostrado la utilidad de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para la visualización de la distribución y densidad poblacional de una plaga a distintas escalas espaciales. Por un lado se mostró como un modelo ya existente de pronóstico de riesgo de ataque de larvas de agrotino, puede relacionarse con un SIG para dar una perspectiva regional sobre la distribución espacial del riesgo, algo que hasta ese momento no se podía apreciar. Por otra parte se señaló cómo el uso de un SIG y un sistema de posicionamiento global (GPS), pueden utilizarse para visualizar y modelar la variación espacial y temporal dentro de lotes del pulgón de la papa.

En el marco del Proyecto Trinacional se procedió a establecer un área piloto en las cercanías a la localidad de Laguna Blanca (NE Provincia de Formosa, Argentina), dentro del área roja. En esta área se georreferenciaron 100 trampas de feromonas distribuidas de la siguiente manera:

- 18 en la colonia Buena Vista
- 39 en la colonia de Laguna Toro
- 43 en la colonia Costa Alegre

Posteriormente se procedió a coleccionar información de captura para estas trampas georreferenciadas, para el período 1999.

Se digitalizaron e incorporaron a SIG a partir de cartas del IGM e imágenes Landsat TM 5, elementos relevantes como redes camineras, cursos de agua,

localidades y divisiones políticas, todo sobre un sistema de referencia Latitud Longitud, lo que permitió ubicar las trampas georreferenciadas dentro del mismo sistema (Fig. 4).

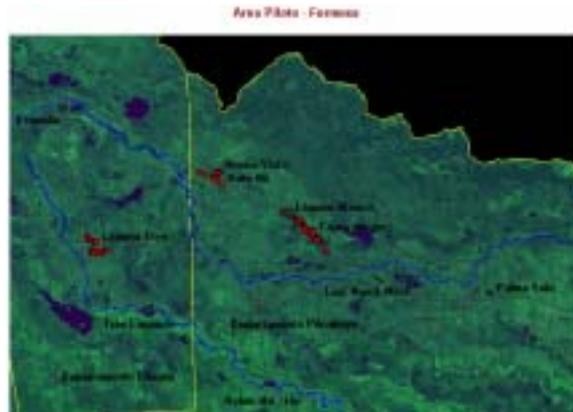


Fig 4: Imagen Landsat TM 5 georreferenciada con capas vvectoriales donde se muestra la ubicación de las trampas georreferenciadas.

Se procedió a realizar un análisis estadístico preliminar de la información sobre capturas para los sitios georreferenciados. Posteriormente integrando la información de captura con la información espacial, se generaron mapas temáticos de distribución de las capturas.

La aparición del picudo del algodónero (*Anthonomus grandis*) es un proceso estacional, concentrándose en el período Otoño – Primavera (Fig. 6). La georreferenciación de las trampas, permite hacer un seguimiento minucioso de las capturas, permitiendo las comparaciones entre sitios de captura. Con respecto a este punto el área piloto muestra que existe una diferencia importante entre la cantidad de picudos capturados en las diferentes colonias, siendo la colonia Laguna Toro la que mayor cantidad de individuos capturó (Fig. 5). Este punto resulta fundamental ya que permitiría hacer una comparación crítica entre los sitios de captura para determinar si existe alguna diferencia en el manejo en cada una de las zonas. La cantidad de trampas con captura se incrementó hacia la mitad del período (Fig. 7).

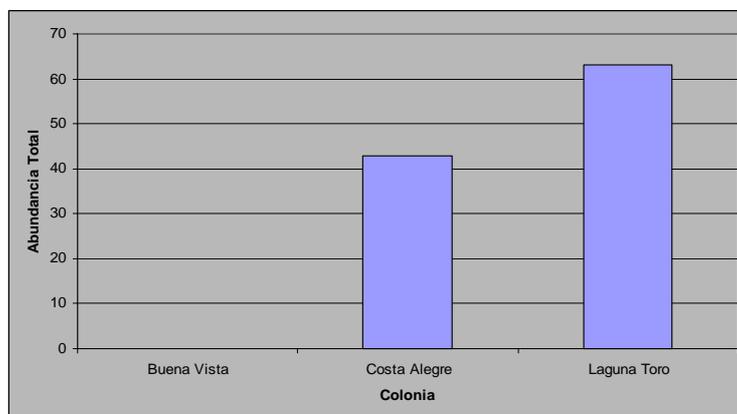


Fig 5: Número total de individuos capturados durante la campaña 1999 en las estaciones con trampas georreferenciadas

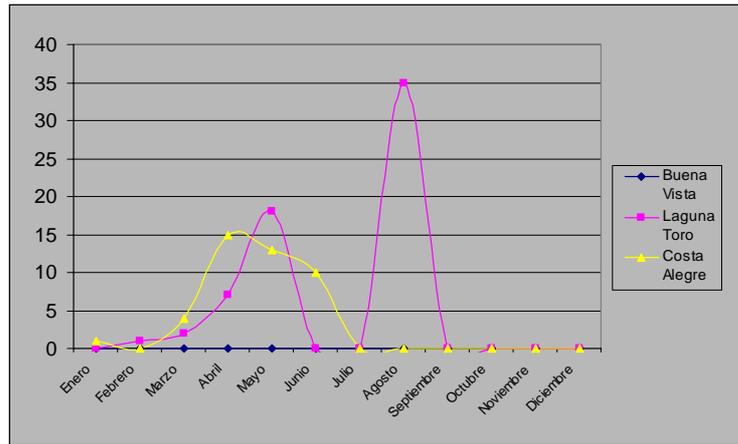


Fig 6. Abundancia de captura en cada una de las colonias con trampas durante 1999.

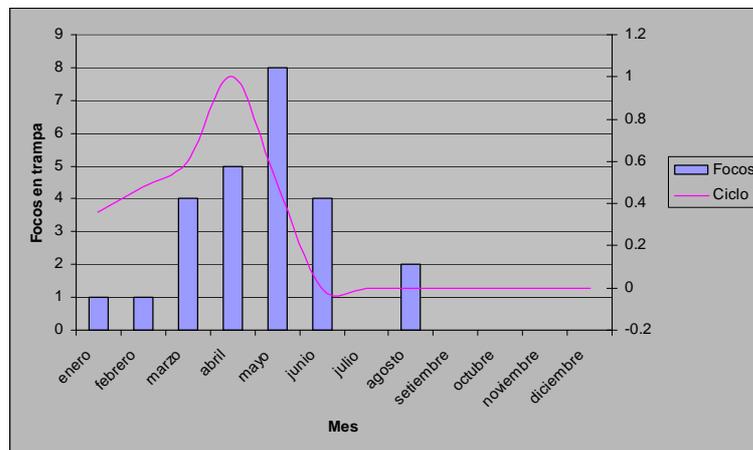
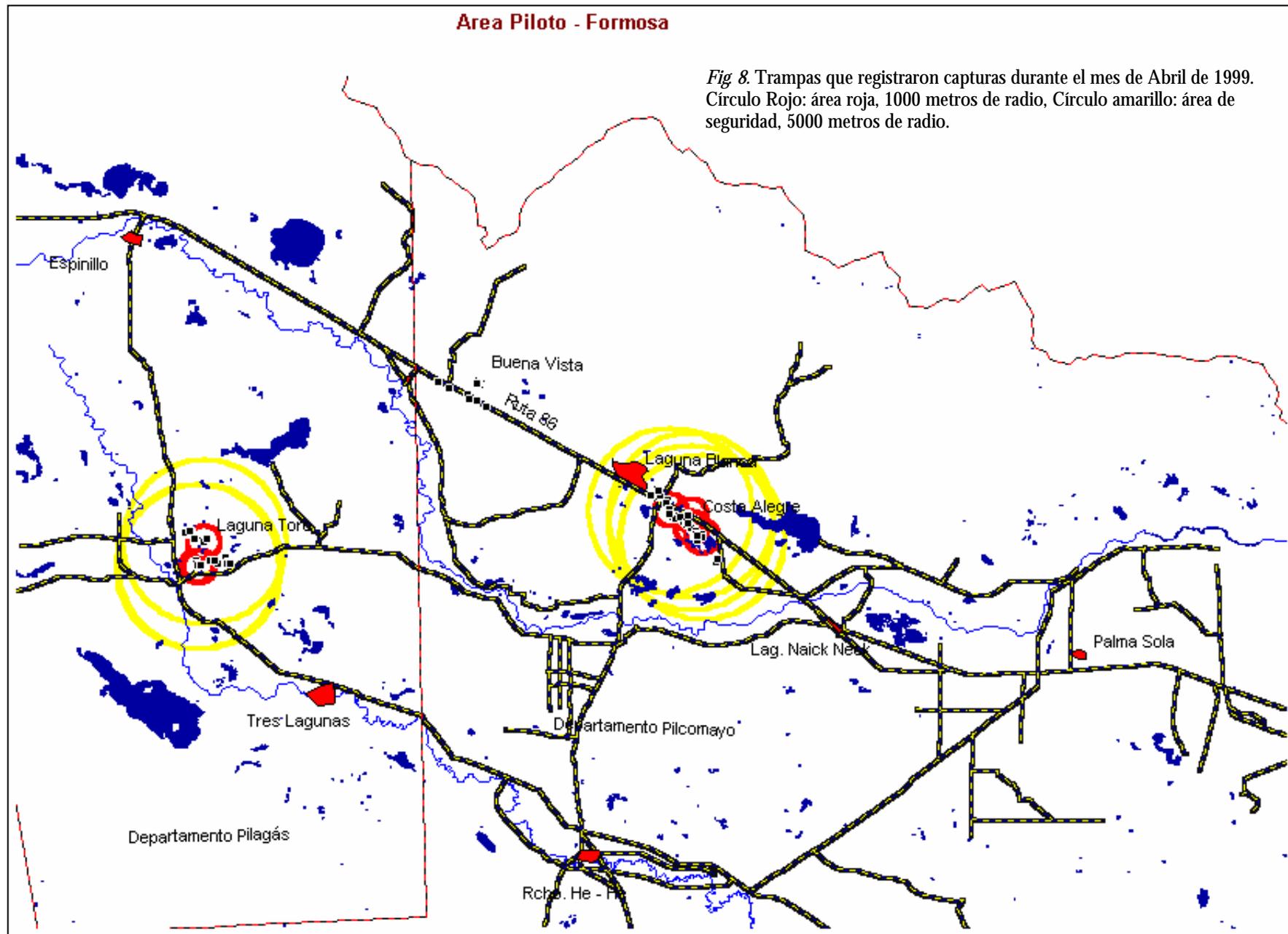


Fig 7. Numero de focos en trampas por mes y ciclo del cultivo de algodón para la zona.

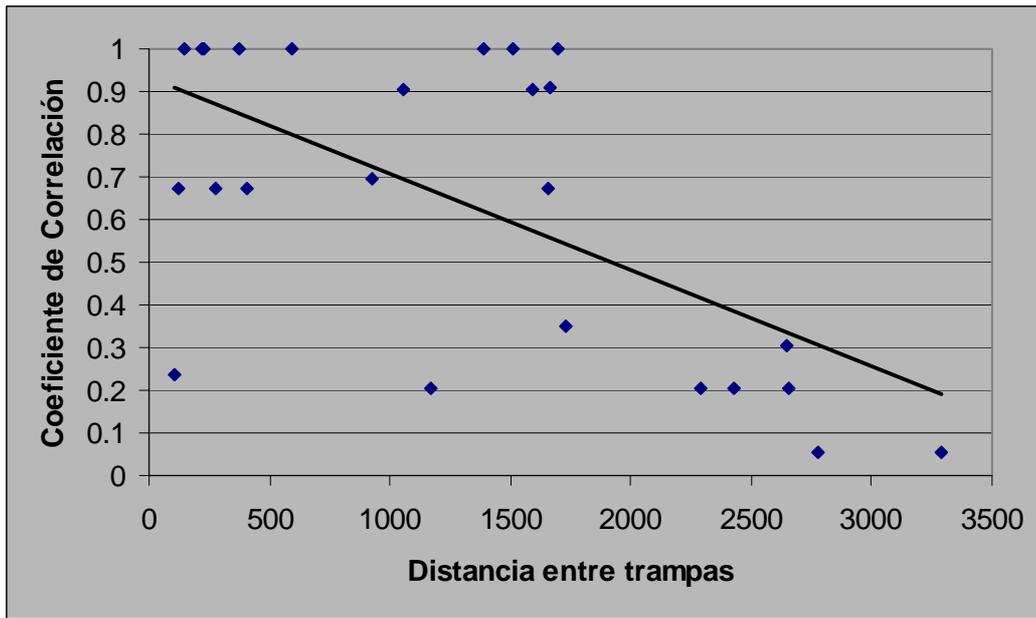
Sobre la base de la información digitalizada, se procedió a la elaboración de mapas temáticos (captura para el período 1999). Estos mapas se generaron de manera automática mediante Idrisi 3 y un programa desarrollado en el CREAN (Generador 1) en Visual Basic. El programa toma la información de las capturas contenida en la base de datos y genera de manera automática vectores circulares alrededor de dicha trampa. Estos vectores, tienen un radio de 1000 y de 5000 metros. El programa genera simultáneamente archivos de documentación que permiten representar estos vectores dentro del marco de trabajo (en nuestro caso el área piloto). Los círculos de radio 1000 metros se representan de color rojo (zona de foco en trampa), mientras que los círculos de radio 5000 se representan de color amarillo (zona de seguridad) (Fig 8).

**Area Piloto - Formosa**

*Fig 8.* Trampas que registraron capturas durante el mes de Abril de 1999.  
Círculo Rojo: área roja, 1000 metros de radio, Círculo amarillo: área de seguridad, 5000 metros de radio.

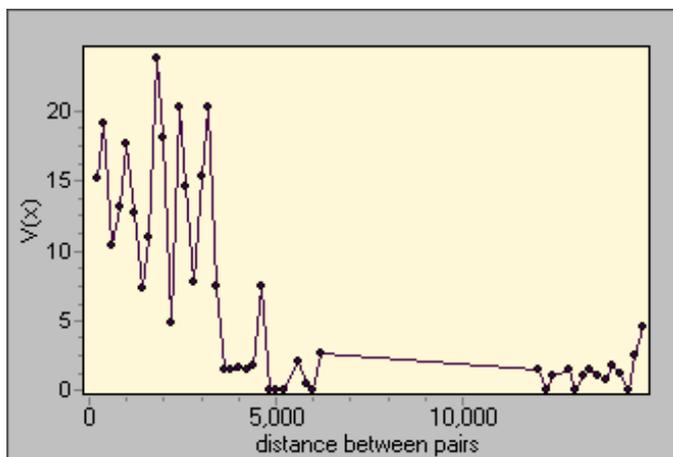


A partir de la ubicación en latitud y longitud de cada una de las trampas, se procedió a calcular la distancia lineal entre todas ellas. De esta forma se obtuvo una tabla de distribución de distancias entre trampas. Utilizando esta tabla de distribución se realizaron correlaciones relacionando cantidad de picudos capturados en todas las trampas para todo el período. Posteriormente se relacionó el coeficiente de correlación obtenido con la distancia entre trampas hasta 5000 metros. Se tomó como límite máximo 5000 metros ya que este es el radio sugerido como área de seguridad (zona amarilla). El tamaño de esta área depende del hábito de vuelo del insecto. Esta correlación resultó altamente significativa ( $p > 0.001$ ) y permitió establecer un modelo lineal ( $r = -0.61$ ) (Fig. 9).



*Fig 9:* Correlación entre la distancia entre trampas y el coeficiente de correlación lineal para la abundancia de captura entre trampas para todo el período.

Un análisis de semivariación para la información colectada en todas las trampas georreferenciadas, no revela que exista una relación entre la distancia entre las trampas y el comportamiento de las mismas (Fig. 9).



*Fig 10.* Análisis de semivariación para todas las trampas georreferenciadas en el área piloto.

Si bien el análisis de correlación muestra que existe cierta correlación entre el comportamiento de las trampas y la distancia entre ellas (Fig. 9), este fenómeno no resulta concluyente ya que se esperaría que las trampas que están más cerca entre sí muestren un comportamiento similar. Y este no es exactamente el caso. Las trampas que están más próximas (hasta 2000 metros) no presentan ninguna correlación, y son las que están a más de 2500 metros las que modifican esta tendencia. Esto podría ser simplemente un efecto de la zona, ya que sería lógico de suponer que las que están a más de 3500 metros respondan a otro manejo de los lotes de algodón. Esto resulta evidente cuando analizamos el semivariograma (Fig. 10). Éste muestra que la variabilidad disminuye con la distancia entre pares de trampa, y que el nugget (variabilidad del par menos distante) es elevado. Estas dos evidencias indican claramente que las capturas no responden a un fenómeno regional, (no es una variable regionalizada), sino que cada sitio de muestreo tiene su propio comportamiento. Esto indica que a lo largo de todo el período el proceso de captura es un fenómeno que tiene una escala espacial acotada. Los picudos se distribuyen por zonas, pero es el manejo local del cultivo o del problema lo que hace la diferencia en lo que respecta a la permanencia de la plaga en un lugar. La presencia de picudos tiene una importante componente espacial. Otro detalle que resulta de vital importancia para el manejo de la plaga es el hecho de que los picudos que se detectan son los que se dispersan desde cultivos de algodón en decadencia (Fig. 7). Esto significa que la probabilidad de detectar la presencia de una población inferior a 25 individuos es muy baja utilizando este tipo de trampas de feromonas (Legget, 1986). Los picudos que están detectando las trampas son los que “salen” del cultivo ya que son capturados cuando éste ya pasó la fructificación. Durante el inicio de la floración (diciembre) las capturas son muy bajas. Esto significa que las trampas no detectan tan bien los individuos que llegan al cultivo. Por lo tanto, al cultivo entran unos pocos que luego se multiplican y se dispersan. Un punto fundamental para mejorar en el sistema de monitoreo es el de lograr detectar la llegada de esos pocos individuos al cultivo, y tomar las acciones necesarias en tiempo y forma. Ignorar este punto en la ecología de la plaga significa no abordar un detalle importante para su manejo. Con respecto a la utilidad del SIG para el manejo, ésta resulta evidente cuando analizamos los mapas de distribución (Fig. 8). En estos mapas de distribución se puede observar la distribución de las trampas georreferenciadas en el área piloto. Cuando alguna de estas trampas registra una captura, el SIG la representa con un círculo rojo de 1000 metros de radio y otro amarillo de 5000 metros de radio. Esto sirve como herramienta para la toma de decisiones por parte de los agentes de control. De acuerdo a la Guía Técnica sobre Prevención y Erradicación del Picudo del Algodonero (1998) en su capítulo de erradicación cuando se detecta un foco (en nuestro caso foco en trampa) se debe examinar un área en un radio de por lo menos 1000 metros. El relevamiento de esta área permite dimensionar el foco. En el mismo capítulo se indica que se puede definir un área de seguridad rodeando al área infestada no inferior a los 5 Km. de radio.

El trabajo realizado apuntó a que la producción de los mapas de presencia de capturas sea un proceso automático en cada una de las zonas donde se necesite realizar monitoreo y control del picudo del algodón. La representación del foco en trampa detallando el área de 1000 metros de radio, resulta fundamental para que se desencadene el protocolo de estrategia operativa para la erradicación. Además,

considerando la dinámica poblacional del insecto y su distribución geográfica es posible racionalizar la localización de las trampas para mejorar su efectividad.

Se está desarrollando una base de datos agrometeorológicos para el área piloto. Dado que esta sólo cuenta con datos pluviométricos, las otras variables meteorológicas relevantes (temperatura, viento y humedad relativa) se estimarán por métodos geo-estadísticos. Para ello se dispone de series de tiempo de las variables meteorológicas mencionadas para las localidades de Formosa, Caacupé (Paraguay) y Roque Saenz Peña. El análisis agro-meteorológico consistirá en evaluar las fluctuaciones temporales de las condiciones meteorológicas que influyen sobre el ciclo biológico del picudo y su dispersión geográfica y la relación con las capturas del insecto.

### **Programa de entrenamiento en Sistema de Información Geográfico para el manejo del picudo del algodónero**

Se desarrolló un programa de entrenamiento en el uso de bases de datos georreferenciadas. El programa incluye el estudio y manejo de las variables importantes para el control del picudo del algodónero.

El programa está orientado a satisfacer la necesidad de un sistema de captura, procesamiento y análisis de datos multi-temáticos en los diferentes grupos de trabajo del proyecto, para acciones más coordinadas y eficientes.

Se comprobó la utilidad y posibilidades que ofrece un sistema de información geográfica (SIG), para ser utilizado en un programa de MIP en Argentina, Brasil y Paraguay. Además se generó un programa de capacitación que permitirá extender el uso de esta herramienta a los diferentes grupos de trabajo en los 3 países. La utilización de SIG para el monitoreo del picudo del algodónero mejorará la eficiencia del manejo ecológico y permitirá una utilización más racional de los recursos disponibles. Un resultado directo de esto será la reducción del número de aplicaciones de insecticida, en tiempo y espacio.

#### **FUENTE:**

**Abril, E., 2000.**- Programa de capacitación en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el Manejo Integrado del picudo del algodónero”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 69-76.

**Ravelo, A. C., 2000.**- “Utilización de información satelital y terrestre para el manejo integrado del picudo del algodónero”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 65-68.

**Ravelo, A. C., Santa, A. & Abril, E., 2001.**- “Desarrollo de un sistema de información geográfica para el manejo del Picudo del Algodonero”. Progress Report: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay (CFC-ICAC/04). Reporting Period: July, 2000 to December, 2000. pp. 118-119.

## Actividad: Validación del ciclo de vida y características poblacionales en *A. grandis*

### Sub-actividad: Estudios moleculares sobre poblaciones argentinas de *Anthonomus grandis*

☑ **RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:** El origen y vías de dispersión del picudo del algodón, fueron determinados mediante la aplicación de la técnica de RAPD y de secuenciación de ADN mitocondrial. Los resultados indican que las poblaciones de áreas no algodóneras de Argentina (Iguazú, Misiones) son genéticamente diferentes a las de zonas algodóneras de Argentina (Formosa), Brasil y Paraguay. Las primeras estarían establecidas en el área desde tiempos geológicos previos al cultivo extensivo del algodón, de modo que serían capaces de desarrollarse sobre vegetación nativa. Las segundas se relacionan con la forma de picudo del sudeste de USA. En Formosa (Argentina) y Paraguay, las poblaciones de picudos tienen características de colonizadoras recientes, ingresadas desde Brasil.

☑ **BENEFICIOS:** El conocimiento de las vías de dispersión del picudo contribuirá a diseñar estrategias de control de la plaga, en forma más efectiva, focalizándolas en áreas geográficas específicas. La caracterización molecular de las poblaciones contribuirá además a detectar diferentes capacidades o adaptaciones de los picudos, cuyo conocimiento resultará esencial para su control.

Las técnicas moleculares del ADN se han convertido en poderosas herramientas para el control de plagas, ya que permiten caracterizar poblaciones de insectos, determinar su flujo génico y grado de aislamiento, y el origen y vías de dispersión de las especies. En el caso del picudo del algodón, se aplicaron análisis de alozimas y de RFLP para estudiar poblaciones de América del Norte, pero nunca se habían empleado las modernas técnicas de análisis del ADN que están disponibles desde fines de la década del 80. Nada se conocía hasta el presente sobre las características genéticas de las poblaciones sudamericanas.

Los objetivos principales de nuestro trabajo fueron: determinar cuál es el origen de las poblaciones de *Anthonomus grandis* de América del Sur; dilucidar cuáles son sus principales vías de dispersión y la intensidad del flujo génico interpoblacional; y sentar las bases para estudiar si poblaciones genéticamente diferentes tienen distintas capacidades adaptativas, por ejemplo, preferencias de huéspedes para la oviposición o susceptibilidad a insecticidas o enemigos naturales.

En primer término se aplicó la técnica de RAPD (polimorfismos del ADN amplificados al azar) para caracterizar poblaciones de Argentina, Brasil y Paraguay, y compararlas con posibles poblaciones fuente de USA y México. Las muestras estudiadas fueron tomadas en las localidades de: Puerto Península, Pto. Iguazú y Laguna Naick Neck (Argentina), Carajá y Londrina (Brasil), Caacupé e Yjhovy (Paraguay), Tecomán (México) y Mississippi (USA). Las muestras de Puerto

Península y Pto. Iguazú proceden de áreas no algodóneras (la segunda está dentro de una reserva natural), y las restantes, de zonas algodóneras.

Como resultado de la aplicación de la técnica de RAPD, se concluyó que las poblaciones estudiadas se comportan como unidades panmícticas independientes. La mayor variabilidad genética, medida por porcentaje de loci polimórficos y niveles de heterocigosis, se registró en las muestras de Tecomán (México) y del Parque Nacional Iguazú (Misiones, Argentina). Estas características son típicas de poblaciones centrales.

El cálculo del número de migrantes por generación ( $Nm$ ) señala que el par Tecomán (México)-Puerto Iguazú (Argentina) registra el valor de tasa de migración efectiva más alto, a pesar de ser poblaciones geográficamente distantes, lo cual estaría indicando una posible conexión ancestral entre las mismas. La población de Laguna Naick Neck (Formosa, Argentina) mantiene un elevado flujo génico con la de Londrina (Paraná, Brasil), a pesar de hallarse más próxima a Paraguay. Este resultado sugiere que los picudos de Laguna Naick Neck (Formosa) no sólo ingresan desde Paraguay, sino también desde Brasil (Londrina), probablemente a través de actividades de intercambio comercial.

En el árbol de Neighbour Joining obtenido a partir del estudio de RAPD, las poblaciones de Argentina (Puerto Península y Laguna Naick Neck) son intermedias entre las de Brasil (Londrina y Carajá) y Paraguay (Caacupé e Ijhoiví), excepto la población de Puerto Iguazú, genéticamente más cercana a la de México que a las restantes poblaciones sudamericanas. Esto nos llevó a suponer que al menos algunos linajes de picudo habrían llegado a América del Sur en tiempos geológicos previos al cultivo extensivo del algodón.

A fin de corroborar la hipótesis precedente se inició un estudio de filogeografía mediante el análisis de secuencias de los genes de ADN mitocondrial, de la Citocromo Oxidasa I y II (COI y COII). La filogeografía permite interpretar la historia evolutiva de las especies y su dispersión. Una población se considera ancestral o antigua, cuando posee numerosos "haplotipos" o variantes del ADN mitocondrial, y reciente o colonizadora, si tiene uno o unos pocos haplotipos. Además, cuando varias poblaciones diferentes poseen un mismo haplotipo, se puede inferir que tienen un mismo origen.

Las muestras estudiadas, de diez individuos cada una, proceden de las siguientes localidades: Lag. Naick Neck, Pto. Iguazú y Pto. Península (Argentina), Londrina (Brasil) Caacupé (Paraguay), Tecomán (México) y Texas (USA). Como resultado del análisis del gen COI, se reconocieron 19 haplotipos diferentes. Las poblaciones de Tecomán (México) e Iguazú, registraron el mayor número de haplotipos diferentes, siete la primera y cinco la segunda. Esta variabilidad es típica de poblaciones ancestrales. Las restantes poblaciones tenían menos haplotipos y éstos eran más similares entre sí, Londrina cuatro, Texas tres, Pto. Península dos, Caacupé y Laguna Naick Neck un solo haplotipo al que denominamos "A". Este haplotipo estaba presente en todas las muestras analizadas, menos en las de Tecomán e Iguazú. De estos resultados se puede concluir que las muestras sudamericanas procedentes de zonas algodóneras o aledañas (como Puerto Península) se relacionan con la de Texas, o sea con la forma de picudo del sudeste de USA, pero la muestra de Iguazú, tiene un origen diferente, pues no comparte ningún haplotipo con las de localidades vecinas. Asimismo el número de haplotipos de las poblaciones

sudamericanas procedentes de zonas algodonereras, señala la secuencia en que se establecieron dichas poblaciones, por ejemplo, la de Londrina (con cuatro haplotipos) es más antigua que las de Paraguay o la de Formosa (Argentina), que tienen un solo haplotipo, lo que estaría indicando que son colonizadoras recientes.

Los resultados del análisis del gen COII arrojaron resultados similares a los del COI, de modo que la muestra de Iguazú presentaba seis haplotipos distintos y ninguno en común con los de las restantes poblaciones sudamericanas.

Los análisis de ADN realizados permiten plantear una hipótesis de origen y dispersión del picudo en América del Sur, que se asemeja a la que plantearan Burke et al. (1986) para México y USA. Según estos autores *A. grandis* se habría dispersado desde su área de distribución original en las selvas tropicales del Sur de México, a lo largo de la costa del Pacífico y del Golfo de México, conjuntamente con sus hospederas nativas de la tribu Gossypieae. Esta dispersión habría ocurrido principalmente durante el Pleistoceno (1 millón de años). La posibilidad de ampliar el rango de huéspedes desde *Hampea* (huésped ancestral para todas las especies del grupo de *A. grandis*) hacia otros géneros (*Cientuegosia*, *Gorssypium*, *Thespesia*) habría sido un factor fundamental para que esta dispersión fuera posible. La asociación del picudo con el algodón cultivado se remontaría a tiempos históricos, en los cuales comenzó la agricultura en América Central. La colonización del cinturón algodonerero del sur de USA por parte del picudo, entre fines del siglo XIX y principios del XX, se produjo gracias al cultivo extensivo del algodón, ya que en esa área no existen hospederas alternativas y las condiciones ambientales no son las más favorables para el desarrollo del insecto. Se supone que los picudos del noreste de México y Texas, sufrieron un largo proceso evolutivo, hasta que por selección natural hubo un número suficiente de individuos aptos para colonizar una zona marginal en la distribución de la especie, como es el sudeste de USA.

La hipótesis que nosotros planteamos sobre el origen del picudo del algodonerero en América del Sur, también supone una dispersión natural desde las selvas del Sur de México por medio de sus plantas huéspedes. Existe una gran diversidad de huéspedes nativos para el picudo en América del Sur, cuya distribución geográfica coincide en gran parte con la de *A. grandis*. La dispersión natural habría ocurrido hace al menos un millón de años (Pleistoceno). La colonización de zonas algodonereras en cambio, se evidenció en la segunda mitad del siglo XX. Creemos que el drástico cambio de los ambientes naturales producido por la deforestación de grandes áreas de selva tropical y su reemplazo por zonas de cultivos, ha sido fundamental para que *A. grandis* se transformara en plaga.

Todavía no sabemos si los picudos relacionados con la forma del sudeste de USA que se han dispersado por las zonas algodonereras de Argentina, Brasil y Paraguay ingresaron directamente a través del intercambio comercial o si se dispersaron desde otros países del norte de América del Sur (Venezuela o Colombia). Según estudios morfológicos, también en dichos países se halla presente la forma de picudo del sudeste de USA.

Nuestros objetivos futuros contemplan el estudio de muestras de picudos de diferentes áreas del continente sudamericano, procedentes de zonas algodonereras y no algodonereras. Resulta fundamental para el control de la plaga conocer si estas poblaciones genéticamente diferentes se mantienen aisladas o si hay puntos de intergradación donde se hibridan. Asimismo, dado que las poblaciones de zonas

algodoneras y no algodoneras divergen genéticamente, creemos que es muy importante estudiar si existe una correlación con características fisiológicas o de comportamiento que afectan la supervivencia y eficiencia biológica de la especie, por ejemplo preferencias de oviposición, capacidad para sobrevivir en ambientes de climas marginales, susceptibilidad o resistencia a insecticidas o enemigos naturales. El conocimiento de estas características resultará esencial para el efectivo control de la plaga.

### **Sub-actividad: Cría en laboratorio del picudo del algodonero**

**RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:** Se desarrollo y validó una tecnología para establecer una cría en masa del picudo del algodonero en laboratorio con la finalidad de producir insectos aptos para ser utilizados en experimentos en el marco de otras actividades como control biológico y monitoreo de resistencia a insecticidas. Se determinó en laboratorio la bionomía de cepas Sudamericanas de *A. grandis* presentes en Brasil.

**BENEFICIOS:** La disponibilidad de una cría de laboratorio de picudo fue de gran importancia para el desarrollo de otras actividades en el marco del proyecto tales como, control biológico y monitoreo de resistencia a insecticidas, ambas dirigidas a reducir el uso de agroquímicos.

Se estableció una cría en masa del picudo del algodonero que aportó insectos saludables y en cantidad suficiente para suplir las necesidades de las diversas líneas de trabajo del proyecto. La cría es realizada sobre dieta artificial en condiciones controladas de temperatura, humedad y fotoperíodo. Los adultos recién emergidos son colocados en recipientes de plástico con tapa y doble fondo lo que permite recoger los huevos que pasan a la a través de una malla a la parte inferior de las cajas. Luego los huevos son sembrados sobre la dieta artificial donde eclosionan las larvas y se alimentan hasta el estadio de pupa. Los adultos son clasificados de acuerdo a la edad en diferentes recipientes.

Se determinó en laboratorio la bionomía de *A. grandis* en laboratorio.

### **FUENTE:**

**Lanteri, A. A., Scataglini, M. A. & Confalonieri, V. A., 2000.**- “Caracterización de las poblaciones de *Anthonomus grandis* en Argentina, Brasil y Paraguay, mediante la técnica de RAPD´s”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 33-40.

**Monnerat S. Pontes, R., Grossi de Sá, M. F., Tigano, M. S. & Oliveira Silva Werneck, J., 2001.**- “Criação massal do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* em dieta artificial, estudo de sua biologia em laboratório e identificação de agentes para seu controle”. Progress Report: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay (CFC-ICAC/04). Reporting Period: July, 2000 to December, 2000. pp. 81-87.

**Scataglini M. A., Confalonieri, V. A. & Lanteri, A.A., 2000.**- “Dispersal of the cotton boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) in South America: evidence of RAPD análisis”. Genetica, An International Journal of Genetics. Kluwer Academics Publishers.

## Actividad: Transferencia de información y tecnología a extensionistas y agricultores- Actividades de extensión

☑ **RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:** Un importante número de agricultores y extensionistas de los países participantes han sido capacitados y concientizados en los beneficios de la utilización del MIP en el algodón, como resultado de las actividades en esta área. Para llevar a cabo la transferencia de tecnología e información se utilizaron diversas estrategias tales como elaboración de manuales técnicos y material didáctico, entrenamiento y capacitación de extensionistas y agricultores del algodón, validación de tecnologías de MIP-picudo en parcelas demostrativas.

☑ **BENEFICIOS:** Una mayor adopción de la tecnología MIP llevará a un control más eficiente de la plaga, una reducción en el número de aplicaciones de insecticida, una reducción de la contaminación ambiental y una reducción en los costos de producción.

En cada uno de los países participantes del Proyecto Trinacional, se llevaron a cabo la transferencia de información y tecnología y actividades de extensión utilizando el enfoque más adecuado para la realidad de cada país.

La estrategia de trabajo utilizada en Argentina fue introducir de a una a las provincias algodoneras en la filosofía del Manejo Integrado de Plagas. En la campaña 96/97 se comenzó el trabajo en la provincia del Chaco, en la campaña 97/98 se incorporó al esquema la provincia de Formosa, en la campaña 98/99 la de Corrientes y en la campaña 99/00 se incorporó la provincia de Santa Fe. En cada una de estas provincias se buscó formar una estructura básica de personas capacitadas.

Se realizaron cursos de capacitación de capacitadores con el objetivo de concientizar a los mismos de la efectividad del Manejo Integrado de Plagas (MIP) del Algodón a través de los conocimientos teóricos y el manejo realizado sobre parcelas demostrativas. Además se buscó uniformar la metodología de recuento y registro de plagas en quienes transmitirán luego el MIP del algodón. Como resultado se obtuvieron un promedio de veintisiete técnicos formados, dedicándose a la transferencia nueve profesionales del Chaco; siete en Formosa; siete en Corrientes; y tres en Santa Fe. El resto de los profesionales preparados brindan asesoramiento en el tema.

También se desarrollaron cursos de reconocedores de insectos. El objetivo de estos cursos es la formación de productores, peones rurales y/o hijos de estos, entrenados en la técnica del reconocimiento, recuento y el registro de los insectos existentes en el lote semana a semana.

Como actividades complementarias se realizaron parcelas demostrativas, reuniones de productores en las parcelas demostrativas y gira de capacitadores.

En repetidas oportunidades, a lo largo del desarrollo de las actividades, con satisfacción, se pudo escuchar comentarios optimistas acerca del sistema de Manejo de Plagas por parte de los principales destinatarios del mismo.

Como resultado de las actividades de transferencia se observa que:

- Con mayor frecuencia los conocimientos que se fueron transfiriendo son aplicados en la medida de las posibilidades de los productores.
- Existe mayor número de consultas sobre como, cuando y con qué curar; existe buena cantidad de productores que utilizan los umbrales de daño para decidir el tratamiento, utilizan mas racionalmente los insecticidas, existe un cambio de mentalidad en la elección de productos a utilizar y alguna otra pauta que va mostrando que el tema se está activando. Se considera que aún queda mucha tarea por hacer para que esto se realice plenamente.
- El uso de algunos insecticidas más modernos y específicos comienzan a ser aceptados.
- En cuanto a los capacitadores será necesario pensar en incorporar nuevos técnicos ya que las demandas crecen y algunos de los técnicos preparados se dedican a otras actividades.
- Resulta muy interesante ver la evolución que el tema despertó en la Provincia de Corrientes, donde era casi desconocido por los productores
- Se modificó la audiencia que asistía a los cursos de reconocedores de insectos. En el comienzo la mayoría de los participantes de los cursos de Reconocedores eran jóvenes que buscaban capacitarse para utilizar a la actividad como una salida laboral. En los últimos cursos la mayoría de los participantes son agricultores que observaron los beneficios del trabajo desarrollado por los reconocedores de insectos.
- El agregado de los módulos de regulación de pulverizadora y toxicología tuvo amplia repercusión.
- En los lugares en donde el trabajo de difusión fue más intenso se observó que el tratamiento de semillas es una práctica casi generalizada.
- El interés mostrado por los medios de comunicación (diarios, radio y televisión) permiten pensar que la metodología de manejo está en un proceso de adopción creciente.

En la región Nordeste de Brasil, varios municipios presentan condiciones favorables para el cultivo del algodón, que es uno de los pocos cultivos que puede propiciar la buena rentabilidad al productor. Por estas razones, se buscó utilizar las unidades o parcelas demostrativas como instrumento metodológico, para evaluar el sistema de cultivo del algodón, que al ser instalado en un medio real, permite no sólo validar la tecnología en si misma, sino que también permite una mayor aproximación de los investigadores con los agricultores, derivando así en un proceso de comunicación más humano, lo que lleva al agricultor a hacer una comparación entre lo “nuevo” y lo que usa tradicionalmente.

El objetivo de esta actividad en Brasil fue cuantificar la ganancia adquirida por el agricultor, a corto plazo, al adoptar la tecnología de cultivo del algodón preconizada por el EMBRAPA- Algodón, en presencia del picudo y otras plagas de importancia.

Para la evaluación de un sistema de cultivo de algodón herbáceo en el Nordeste brasileiro, se utilizó el método de unidades demostrativas, las cuales fueron armadas en áreas de 10.000 m<sup>2</sup> cada una, variando los cultivares: CNPA 7H y CNPA Precoz 2. Los manejos cultural y fitosanitario fueron realizados de acuerdo con las recomendaciones preconizadas por el EMBRAPA- Algodón.

Cada unidad demostrativa fue dotada de una libreta para el registro de los datos referentes a los costos de producción, fórmula de productividad que dará soporte a los análisis realizados. Con los datos recolectados fueron calculados los siguientes indicadores económicos: Renta Líquida (renta bruta menos costo de producción), en reales; Punto de Equilibrio de Rendimiento (costo de producción dividido por el precio del producto) que sería el rendimiento mínimo necesario para cubrir los costos a un dado precio del producto, y es expresado en kg/ha, Punto de Equilibrio de Precios (costo de producción dividido por el rendimiento) sería el menor precio capaz de cubrir el costo de producción a un dado rendimiento, y se expresa en reales.

Los resultados obtenidos llevaron a concluir que:

- Los sistemas de cultivo (con y sin irrigación), preconizados para las Unidades Demostrativas del EMBRAPA- Algodón son económicamente viables, siempre que se adopten las medidas de Manejo Integrado de Plagas (Ver a modo de ejemplo tablas 1 y 2).
- Los agricultores se han volcado al uso de semillas mejoradas, hecho constatado por el incremento superior al 100% registrado en la demanda semillas de cultivares de procedencia.
- Se ha adoptado la práctica de corte manual de los botones florales atacados por el picudo del algodouero, como medida de control de esa plaga.
- El sistema de distribución de semillas para los pequeños agricultores, en la mayoría de los Estados del Nordeste, no atiende la demanda, lo que fuerza a que los mismos tengan que adquirir semillas sin procedencia.
- Los agricultores tienen dificultades para asimilar las cuestiones de dosaje de insecticidas lo que los lleva a sub o sobre dosificar los insecticidas recomendados, traduciéndose en un efecto de reducción de la ganancia.
- Existe una necesidad de desarrollar programas orientados hacia los jóvenes, hijos de agricultores que efectivamente estén en el campo. Los mismos deberán ser capacitados para ser agentes de desarrollo rural.

A través del IAPAR-Brasil también se han desarrollado actividades de transferencia de tecnología e información durante el Proyecto Trinacional. La metodología utilizada estuvo compuesta de 4 estrategias:

- 1) Elaboración de manuales técnicos;
- 2) Entrenamiento y capacitación de extensionistas;
- 3) Entrenamiento y capacitación de agricultores del algodón;
- 4) Validación de tecnologías de MIP - picudo a nivel de campo.

Tabla 1. Resultados económicos de Unidades Demostrativas del algodón herbáceo en seco por municipio, en el año de 1998

MUNICÍPIO	Cultivo	Productividad kg/ha	Precio de venta R\$/kg	Renta Bruta R\$	Costo / Producción R\$	Renta Líquida R\$	Costo/kg R\$	Relación B/C*
Caiçara – PB	CNPA 7H	1050	0,60	630,00	524,00	106,00	0,50	0,20
Caiçara – PB	CNPA 7H	800	0,63	504,00	442,50	61,50	0,55	0,14
Caiçara – PB	CNPA PR2	600	0,65	390,00	327,50	62,50	0,55	0,19
Paulista – PB	CNPA 7H	2250	0,70	1575,00	440,00	1135,00	0,20	2,58
Ibiara – PB	CNPA 7H	1450	0,53	768,50	611,00	157,50	0,42	0,26
Santana de Mangueira - PB	CNPA 7H	1875	0,52	975,00	563,00	412,00	0,30	0,73
Itaporanga – PB	CNPA 7H	2000	0,56	1120,00	478,00	642,00	0,24	1,34
Diamante – PB	CNPA 7H	1600	0,60	960,00	575,00	385,00	0,36	0,67
Cachoeira dos Índios – PB	CNPA 7H	1600	0,60	960,00	555,00	405,00	0,35	0,73
Carnaíba - PE	CNPA 7H	1400	0,70	980,00	457,00	523,00	0,33	1,14
Carnaíba - PE	CNPA 7H	600	0,70	420,00	299,00	121,00	0,50	0,40
Carnaíba - PE	CNPA 7H	500	0,70	350,00	195,00	155,00	0,39	0,79
Carnaíba - PE	CNPA PR2	500	0,70	350,00	263,00	87,00	0,53	0,33
<b>MÉDIA</b>		<b>1248</b>	<b>0,63</b>	<b>767,88</b>	<b>440,77</b>	<b>327,12</b>	<b>0,40</b>	<b>0,73</b>

\*Beneficio / Costo

Tabla 2 – Ejemplo de los costos variables de las Unidades Demostrativas del algodón herbáceo en seco, por municipio – año 1998

MUNICÍPIO	SERVIÇOS		INSUMOS		TOTAL R\$
	MÃO DE OBRA R\$	MÁQUINAS R\$	SEMILLAS R\$	DEFENSIVOS R\$	
Caiçara - PB	360,00	30,00	14,00	120,00	524,00
Caiçara - PB	328,00	45,00	17,50	52,00	442,50
Caiçara - PB	241,00	45,00	17,50	24,00	327,50
Mogeirol - PB	320,00	40,00	20,00	60,00	440,00
Ibiara – PB	464,00	50,00	25,00	72,00	611,00
S. de Mangueira-PB	460,00	30,00	25,00	48,00	563,00
Itaporanga - PB	360,00	45,00	25,00	48,00	478,00
Diamante - PB	448,00	30,00	25,00	72,00	575,00
C. dos Índios - PB	358,00	100,00	25,00	72,00	555,00
Carnaíba - PE	360,00	0,00	25,00	72,00	457,00
Carnaíba - PE	200,00	32,00	25,00	42,00	299,00
Carnaíba - PE	170,00	0,00	25,00	0,00	195,00
Carnaíba - PE	220,00	0,00	25,00	18,00	263,00
<b>M É D I A</b>	<b>329,92</b>	<b>34,38</b>	<b>22,62</b>	<b>53,85</b>	<b>440,77</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>74,9</b>	<b>7,8</b>	<b>5,1</b>	<b>12,2</b>	<b>100,0</b>

Se han elaborado manuales técnicos (libros, circulares, etc.) y cuadernillos para la identificación de la plaga con orientaciones técnicas sobre medidas de control. Se realizaron cursos y conferencias técnicas para extensionistas y agricultores en varias partes de Brasil.

El objetivo principal del trabajo desarrollado en ese país, consistió en lograr la capacitación de los técnicos de la Extensión Agrícola y la concientización de los productores algodoneros sobre las diferentes tecnologías disponibles en el control del picudo del algodón (*Anthonomus grandis*).

La realidad de Paraguay indica que es imposible, con la seria limitación económica de sus organizaciones, hacer una asistencia técnica individual. Esta solo puede ser eficiente formando grupos de productores orientados hacia la autogestión.

Para cumplir con los objetivos propuestos se realizaron jornadas técnicas y talleres de capacitación. La metodología utilizada para la transferencia se basó en la capacitación y asimilación por ejemplos prácticos y no sólo a través de clases teóricas; además permitió la validación de tecnologías en las fincas de los mismos productores. El resultado de estas actividades es una gran cantidad de técnicos de la Extensión Agraria capacitados y productores de algodón concientizados de los beneficios en la utilización del Manejo Integrado de Plagas.

#### **FUENTE:**

**Arias de Lavalle, M. G., 2000.**- “Transferencia a los agricultores y expertos en extensión Agrícola de tecnología e información de bajos costos, socialmente aceptable y ambientalmente sana”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 167-172.

**Arias de Lavalle, M. G., 2001.**- “Transferencia a los agricultores y expertos en extensión Agrícola de tecnología e información de bajos costos, socialmente aceptable y ambientalmente sana”. Progress Report: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay (CFC-ICAC/04). Reporting Period: July, 2000 to December, 2000. pp. 59-64.

**Britos, U., Gómez, V. Delgado, R. & Villalba, M., 2000.**- “Validación de tecnología a través de un día de campo en un cultivo de algodón”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 179-184.

**Gómez, V. & Delgado, R., 2001.**- “Taller de capacitación, Jornadas técnicas”. Progress Report: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay (CFC-ICAC/04). Reporting Period: July, 2000 to December, 2000. pp. 148-150.

**Méndes de Araújo, J., Cavalcanti de Oliveira, J. M., Gonçalves, D., Batista da Silva, M. & Cartazo, W. V., 2000.**- “Avaliação do sistema de cultivo do algodoeiro herbáceo de sequeiro no nordeste-1998”. Workshop Proceedings III International Workshop on: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay. Riberão Preto, Brazil-September 5-7, 1999. pp. 173-175.

**Méndes de Araújo, J., Cavalcanti de Oliveira, Gonçalves Vale, D., Vieira Cartazo, W. & Silva, M. da, 2001.**- “Difusão e transferencia de tecnologia e de informações aos agricultores e extensionistas”. Progress Report: Integrated Pest Management of the Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay (CFC-ICAC/04). Reporting Period: July, 2000 to December, 2000. pp. 123-128.