

MANEJO INTEGRADO PLAGAS EN EL CULTIVO DEL ALGODONERO EN EL VALLE DEL CAUCA

Adolfo Tróchez P.
Ana Elizabeth Díaz M.²
Fulvia García Roa³

RESUMEN

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA viene adelantando una serie de investigaciones tendientes a desarrollar un programa que integre las opciones de control biológico, microbiológico, cultural y etológico de picudo y el complejo de plagas lepidópteras. En el C.I. Palmira se evaluó el control biológico de *Heliothis virescens* y *Alabama argillacea* con liberaciones estacionarias y convencionales (porrón) de *Trichogramma pretiosum*. y la efectividad de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizum anisopliae* y un extracto vegetal (neem más ajo) para el control del picudo *Anthonomus grandis* en condiciones de alta densidad de siembra. Los resultados indican que las liberaciones estacionaria facilita la distribución uniforme y permanente de *Trichogramma*. También, se observó que las condiciones de humedad y temperatura que se crean en las poblaciones altas favorecieron la acción de los hongos entomopatógenos y del extracto vegetal. En fincas de agricultores se evaluó la acción de los Tubos Mata Picudos (TMP), como un componente etológico complementario de las medidas culturales y químicas para el control de este insecto. Los T.M.P presentaron su mayor eficiencia en la captura de adultos después de la destrucción de socas y en la época de veda. Su efecto en la cosecha siguiente permitió reducir las aplicaciones de 4,1 por hectárea antes de utilizar los T.M.P. a 0,8 dos años después y retardar la llegada del insecto al cultivo, facilitando el manejo por focos, permitiendo la implementación de un programa de MIP.

1.I.A. M.Sc. CORPOICA C.I. Palmira A:A: 1301
2.I.A., CORPOICA Programa MIP C.I. Palmira A.A. 1301
3.I.A. M.Sc. Cra 61 No. 10 51, Cali - Valle

1. INTRODUCCION

En el Valle del Cauca el cultivo del algodón es atacado por una diversidad de plagas durante sus distintas etapas de desarrollo. El control de plagas, que generalmente se realiza con productos químicos representa hasta más del 20% de los costos totales de producción; además, este tipo de control contamina el medio ambiente y afecta la salud humana. El uso generalizado de productos químicos desfavorece la aplicación de los programas de manejo integrado de plagas, los cuales se basan principalmente en la utilización del control biológico y que tienden a reducir o eliminar el uso de insecticidas contaminantes.

Entre las plagas que más inciden en el cultivo en el Valle del Cauca se encuentra el picudo del algodón *Anthonomus grandis*, comedores de follaje como *Alabama argillacea*, belloteros como *Heliothis virescens*, rosado de la india *Pectinophora gossypiella*, rosado colombiano *Sacadodes pyralis* y los áfidos *Aphis gossypii*. La aparición del picudo en el Valle del Cauca en 1992, la dificultad que representa su manejo por el crecimiento exponencial de sus poblaciones y el largo periodo vegetativo del cultivo bajo estas condiciones agroecológicas, trajo como consecuencia una dependencia exclusiva de insecticidas para su control que, junto con otros factores, ha incidido en la reducción del área sembrada.

Los trabajos de investigación desarrollados por CORPOICA están encaminados a obtener un control eficiente del picudo como plaga, que permita implementar un programa de manejo que integre el control de las demás plagas que atacan al cultivo. Este programa está basado en la combinación de diferentes métodos de control: como el etológico, el cultural, el biológico y el químico, con el estricto cumplimiento de las normas establecidas para las épocas de siembra y manejo de residuos. Este programa de manejo integrado de plagas requiere de la participación activa tanto del agricultor como del asistente técnico para su implementación en todas las áreas productoras que permitan la sostenibilidad y competitividad de este cultivo.

2. JUSTIFICACIÓN

Antes de la llegada del picudo al Valle del Cauca, se adelantaron programas de Manejo Integrado de Plagas que permitieron reducir y en algunas casos eliminar el uso de plaguicidas. Este manejo tuvo como componente principal el uso del control biológico que permitió la recuperación de la diversidad de agentes biológicos naturales que actúan como parasitoides, depredadores y entomopatógenos de las diferentes plagas que atacan el algodón y que complementaron el control biológico inducido con las liberaciones de *Trichogramma*. Después de la aparición del picudo en el Valle del Cauca en 1992 y dada la agresividad de sus poblaciones, el control químico se constituyó en muchas ocasiones, como la única alternativa del control de plagas en el algodón, ocasionando desequilibrios del agroecosistema algodón.

Con la presente estrategia de investigación se busca retomar los conceptos del manejo integrado de plagas teniendo como eje el control biológico natural e inducido de picudo y las demás plagas lepidópteras; de otro lado se pretende integrar a este tipo de manejo el componente etológico a través del uso de los tubos mata picudos TMP y el control cultural y químico de los primeros focos de establecimiento del picudo en el cultivo. Con esta tecnología se pretende incentivar el cultivo del algodón en la región, haciendo más competitivo el sistema a través de la reducción de costos en el control de plagas y la disminución del impacto ambiental al hacer un uso racional de los insecticidas.

3. METODOLOGIA

Control Biológico

Se evaluó el control biológico inducido mediante las liberaciones de *Trichogramma* spp., para el control de huevos de *Heliothis virescens* y *Alabama argillacea* utilizando dos sistemas de liberación. Otro aspecto considerado fue la evaluación de la efectividad de hongos como *Beauveria*

bassina y *Metarhizium anisopliae* y extracto de plantas(neem más ajo) para el control de picudo.

Sistemas de liberación de *Trichogramma* spp. en algodón

En un cultivo de algodón sembrado bajo el sistema de siembra directa con la variedad Deltapine 90 y una densidad de 213.000 plantas /hectárea (0.7 m entre surcos con 15 plantas por metro), se establecieron los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1: Liberación convencional en porrón en una dosis de 50 pulg./ha/semana

Tratamiento 2: 25 tarjetones/ha/semana con 2 pulgadas, colocados en el tercio inferior de las plantas.

Tratamiento 3: 25 tarjetones/ha /semana con 2 pulgadas, colocados en el tercio medio de las plantas.

Tratamiento 4: Testigo absoluto (sin liberaciones)

Las liberaciones de *Trichogramma* se hicieron 30 días después de la germinación de las plantas hasta los 120. La liberación convencional consistió en utilizar porrones donde el parasitoide se liberó en estado adulto, la distribución se hizo recorriendo el cultivo, tratando de acercar la boca del porrón a las plantas de algodón.

La liberación estacionaria se hizo, haciendo uso de tarjetones de papel propalcote, los cuales se distribuyeron uniformemente en el campo, sobre estacas en el cultivo; estos tarjetones contenían 2 pulgadas cuadradas con aproximadamente 4.800 huevos de *Sitotroga* parasitados en diferentes fechas, lo que permitió la emergencia escalonada del parasitoide en el campo. La distribución de los tarjetones se hizo cada 20 metros a partir de los bordes del lote.

Los muestreos se hicieron una vez por semana, evaluando cinco plantas por parcela; Para el caso de *Heliothis* se revisó el tercio superior de cada planta; se recolectaron huevos, se colocaron individualmente en cápsulas de

gelatina y se llevaron al laboratorio para establecer el porcentaje de parasitismo. Para el caso de Alabama se revisó el tercio medio y superior de la planta, se recolectaron los huevos encontrados siguiendo el mismo procedimiento utilizado para el caso de *Heliothis*. Las variables evaluadas fueron: Número de huevos/planta y el Porcentaje de parasitismo. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

-Evaluación del control microbiológico y no convencional de picudo

El experimento se realizó en el C.I Palmira de CORPOICA en el primer semestre de 1999. Se sembró la variedad Deltapine 90, en un lote de 7200 m² y bajo el sistema de siembra directa. Se utilizaron dos densidades de población : 55.555 plantas/hectárea; (90 cm entre surcos y 5 plantas por metro) y 214.285 plantas/hectárea (70 cm entre surcos y 15 plantas por metro). La distribución en el campo se hizo con base en el diseño cuadrado latino, utilizando cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; la parcela experimental fue de 358 m² y los tratamientos fueron:

- Tratamiento 1: *Beauveria bassiana* (4,5 x 10⁸ esporas/mililitro)
- Tratamiento 2: *Metarhizium anisoplae* (2,2 x 10⁸ esporas/mililitro)
- Tratamiento 3: Testigo químico (Malathion 15 cc/litro)
- Tratamiento 4: Extracto vegetal neem más ajo (5 cc/litro)

Las aplicaciones de los tratamientos se hicieron de acuerdo con el criterio de manejo de focos.

Los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* se produjeron artesanalmente en arroz (Antia et al., 1992); la aplicación de los entomopatógenos se hizo en horas de la tarde, dirigiendo las aplicaciones al suelo y al follaje de la planta. Con la aplicaciones al suelo se espera que los picudos que salen de los botones florales caídos sobre el suelo, entren en contacto con el hongo y vayan a morir infestando botones florales en la parte aérea. En suelo la aplicación consistió en una mezcla de los hongos con cascarilla de arroz en una proporción de 200 g de cascarilla por 1 g de hongo (esporas y sustrato-arroz). Las aplicaciones al follaje estuvieron

dirigidas al control de aquellas poblaciones de picudo que llegan al cultivo de los sitios de refugio (poblaciones inmigrantes) y aquellas poblaciones de establecimiento en el cultivo que escapan de la acción bioinsecticida de los hongos aplicados al suelo.

Los hongos se aplicaron al follaje en forma de aspersión, mezclando el contenido de una botella (50 gr de arroz + esporas del hongo) con 10 ml de un aceite vegetal emulsionable de uso agrícola, 1 litro de agua y 50 ml de melaza (miel de purga). Esta premezcla se completó con 20 litros de agua hasta una concentración de $4,5 \times 10^8$ esporas/ml para el caso de *B. bassiana* y $2,2 \times 10^8$ esporas/ml para el caso de *M. anisopliae*. El aceite de uso agrícola y la melaza aseguran buena adhesividad del producto biológico al follaje y a los botones florales. Los tratamientos químico y extracto vegetal se hicieron únicamente al follaje de las plantas en forma de aspersión.

La primera aplicación se hizo en el momento en que se detectó el foco y la segunda tres días después. Para determinar la fecha de las siguientes aplicaciones, en cada foco se recolectaron algunos botones florales con daño de oviposición, los cuales se reconocen por la apertura de las brácteas "bandereo", presencia de una protuberancia en el sitio de oviposición y una coloración amarillo pálido (comparado con el botón sano). Los botones recolectados en cada foco, se llevaron al laboratorio y se colocaron en un frasco de vidrio, previamente identificado con fecha, tratamiento y repetición para observar emergencia de adultos. Dos días después se repitió el ciclo de aplicaciones.

Muestreos: Los muestreos se hicieron dos veces por semana, a partir de la aparición de los primeros botones florales realizando evaluaciones en 5 plantas por parcela.

Variables Evaluadas

- Número de botones florales con daño de oviposición/planta

- Número de cápsulas sanas/planta
- Rendimiento (Kg/ha), determinados a partir de áreas efectivas de 358 m².
- Porcentaje de infección de adultos de picudo por *B. bassiana* y *M. Anisoplae*.

El porcentaje de infección se estimó en adultos recolectados del follaje de las plantas y en adultos que emergieron de botones florales recolectados del suelo. Para el primer caso, se recolectaron semanalmente adultos de picudo del follaje en las parcelas donde se aplicaron los tratamientos con entomopatógenos. Los picudos se llevaron al laboratorio donde se individualizaron en frascos de vidrio y se alimentaron con una solución de miel de abejas al 30%; cuando los adultos murieron se llevaron individualmente a cámaras húmedas durante 8 días para establecer el agente causal de la muerte. El porcentaje de infección se estableció relacionando el número de adultos infectados con el total de adultos recolectados.

Para determinar el porcentaje de infección de los adultos emergidos de botones florales recolectados del suelo; se tomaron entre 10 y 15 botones infestados con larvas de picudo por repetición, se llevaron al laboratorio y se individualizaron en frascos de vidrio. Cuando los insectos emergieron, se siguió el mismo procedimiento utilizado para estimar la infección de adultos recolectados del follaje.

• **Control etológico**

- **Tubos Matapicudos**

El control etológico se basa en la utilización de tubos mata picudo (TMP), estos son de cartón biodegradable de 90 cm de alto, cubierto por una pintura verde amarillenta atractiva al picudo, mezclada con Malathion y un atrayente alimenticio; en la parte superior e internamente se coloca una tarjeta con la feromona sintética grandlure que atrae adultos de picudo de ambos sexos.

Los TMP se instalaron alrededor del cultivo, una vez se destruye la soca y se realizaron cambios de los TMP cada 55 días hasta la aparición de los primeros botones florales de la cosecha siguiente. Los TMP se ubican cerca a los sitios de refugio (cultivos de caña, bosques, cañadas previamente localizados por los agricultores y asistentes técnicos). Por cada dos hectáreas debe colocarse al menos un TMP. Para estimar la población capturada inicialmente se colocó en el suelo un plástico amarillo de 1 m² impregnado de vaselina sólida y en el centro del mismo se instaló el TMP y posteriormente se utilizó un balde plástico de color amarillo de 10 litros de capacidad, en el centro del cual se instaló el T.M.P. Las caras interiores del balde se impregnaron de vaselina sólida. La lectura en cada tubo se hizo dos veces por semana.

Utilizando esta metodología se desarrolló un primer trabajo de investigación en el Centro de Investigación de CORPOICA, Palmira, Valle del Cauca, en el período de Septiembre a Marzo de 1997 y Septiembre de 1997 a Marzo de 1998, épocas de veda del cultivo del algodón en la región.

Para el período de 1996 - 1997, se evaluó la captura de adultos de picudo, por los T.M.P. Se utilizaron 17 tubos matapicudos colocados alrededor de dos lotes que habían sido sembrados en algodón en una extensión de 10 hectáreas y en sitios cercanos a posibles lugares de refugio y alrededor de los lotes. Se empleó una mayor cantidad de TMP ya que se quería estudiar el efecto sobre la captura de adultos de picudo.

En el período de 1997 - 1998, se colocaron inicialmente 14 T.M.P. que luego se ampliaron a 18, alrededor de un lote de 24.7 hectáreas, en el cual se había destruido uniformemente la soca.

En fincas de agricultores se realizó un segundo trabajo durante el periodo de veda comprendido entre octubre de 1998 y marzo de 1999, en los Municipios de Roldanillo, Obando y Palmira, donde se cuantificó la captura de adultos de picudo en los TMP, como indicativo de la población existente en las áreas de cultivo.

• **Control cultural y químico en focos**

Consiste en detectar y localizar oportunamente los focos o primeros sitios de llegada del picudo en el cultivo; en realizar aplicaciones localizadas de insecticidas y llevar registros de las generaciones de picudo en estos sitios, hecho que condiciona la aplicación oportuna de insecticidas.

Una labor complementaria al manejo de focos consiste en recolectar del suelo y de la planta estructuras florales infestadas por picudo y enterrarlas o quemarlas con el fin de reducir poblaciones en el foco e impedir el establecimiento del insecto en el cultivo.

Otro aspecto que es necesario considerar, teniendo en cuenta las nuevas tecnologías, que tienden a aumentar el número de plantas por unidad de área y que afecta directamente la distribución de la carga en la planta, es manejar adecuadamente el crecimiento de la planta a través del uso de reguladores de crecimiento, que permitan implementar el manejo integrado del picudo y las demás plagas. Esto facilitará el monitoreo y la evaluación de las poblaciones de plagas y la aplicación de productos químicos o biológicos cuando sea necesario.

4. RESULTADOS

Control Biológico

- Sistemas de liberación de *Trichogramma* spp. en algodón

Los resultados del parasitismo por *Trichogramma pretiosum* sobre huevos de Alabama bajo los dos sistemas de liberación evaluados comparados con un testigo absoluto (sin liberación) se presentan en la Figura 1. El análisis de varianza señaló que no hubo diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto, cuando se analizó la variable porcentaje de parasitismo. Se registro un parasitismo del 80.1%

para el sistema de liberación en porrón, 81.7% cuando el tarjetón se ubicó en el tercio inferior de la planta, 84.6% cuando el tarjetón se ubicó en el tercio medio y 81.1% en el testigo absoluto. El alto parasitismo registrado en el testigo absoluto, puede explicarse bajo dos hipótesis, la primera, las continuas liberaciones de *Trichogramma* en el C.I Palmira de CORPOICA han incrementado las poblaciones naturales de este parasitoide, lo cual podría estar explicando los resultados encontrados en esta experimentación y la segunda, la separación del testigo absoluto con los tratamientos no fue suficiente para impedir la dispersión del *Trichogramma* sobre el testigo a pesar de haberse utilizado dos surcos de maíz como barrera de separación.

La Figura 2 muestran los resultados obtenidos al cuantificar el parasitismo sobre huevos de *Heliothis* para cada fecha de lectura; en promedio, el parasitismo en el sistema de liberación de porrón fue de 84.0%; para el tratamiento de tarjetón en el tercio inferior 86.8%; para el tarjetón en el tercio medio 96.1% y en el testigo 84.5%. Aunque no se presenta diferencia estadística ($p < 0.05$) entre los tratamientos se observa, que al ubicar el tarjetón en el tercio medio de la planta, se obtiene entre un 10.7 y 12.1% más de parasitismo.

El hecho de no encontrar diferencias porcentuales entre el sistema de liberación estacionaria y la liberación del parasitoide en estado adulto, permite señalar que este sistema de liberación es una opción aplicable, especialmente en siembras de algodón en altas densidades, donde se dificulta la distribución con el sistema de liberación en porrón; es necesario realizar ajustes a este sistema en lo relacionado al material de fabricación del tarjetón. En el experimento se utilizó papel propalcote, que si bien es un material de fácil manipulación, en el campo, absorbe humedad en épocas lluviosas lo que ocasiona proliferación de hongos que afectan negativamente la emergencia del parasitoide. De otro lado, este sistema de liberación implica el aislamiento del tarjetón de las plantas de algodón con el fin de evitar la predación por hormigas de los huevos de *Sitotroga* parasitados.

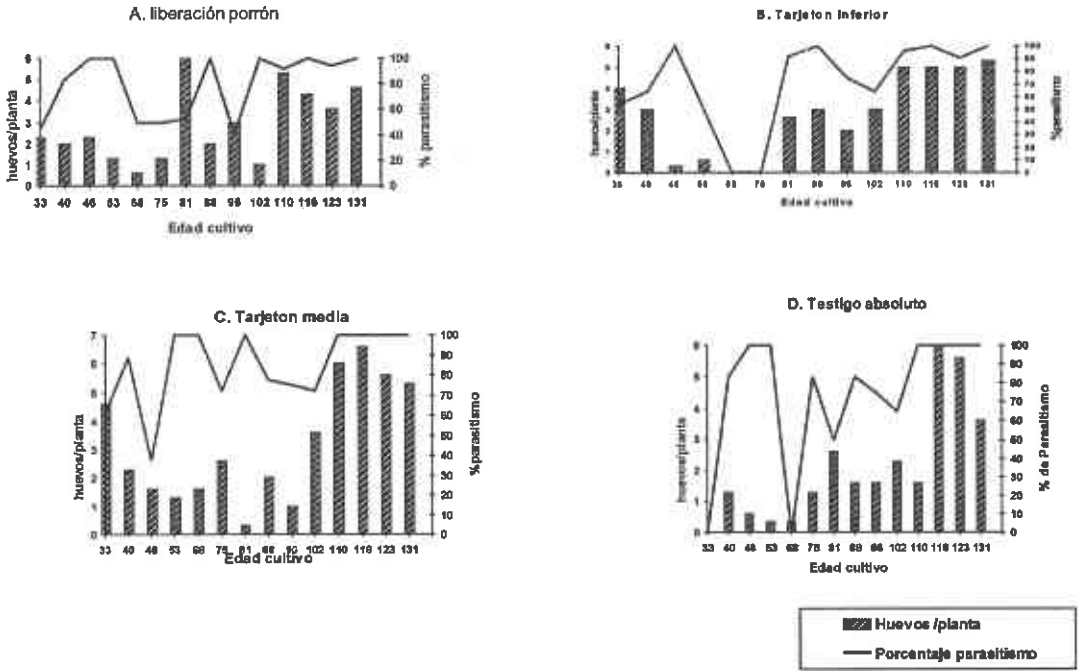


Figura 1. Parasitismo por *Trichogramma pretiosum* sobre huevos de *Alabama argillacea*

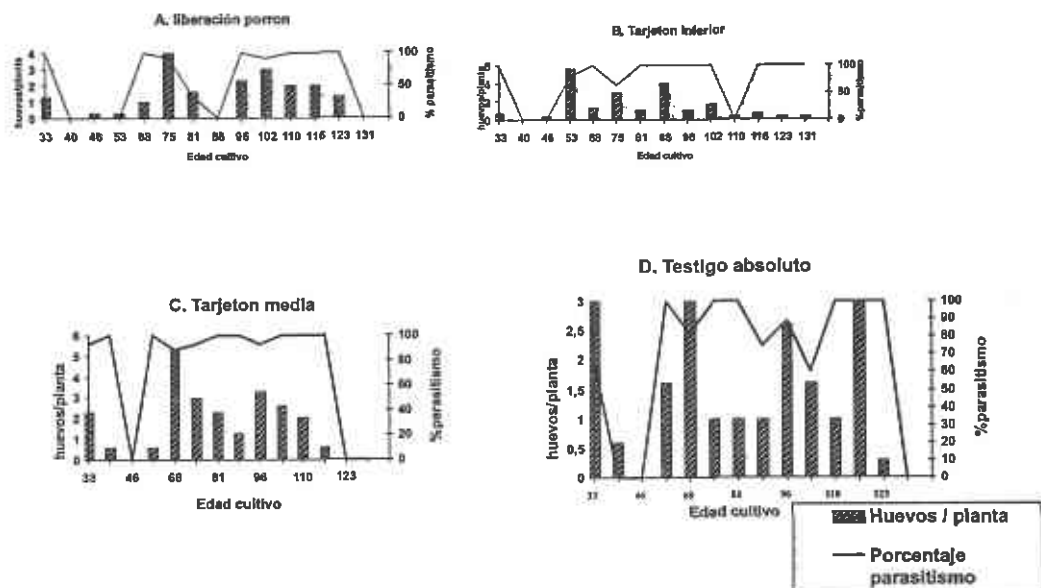


Figura 2 Parasitismo por *Trichogramma pretiosum* sobre huevos de *Heliothis virescens*

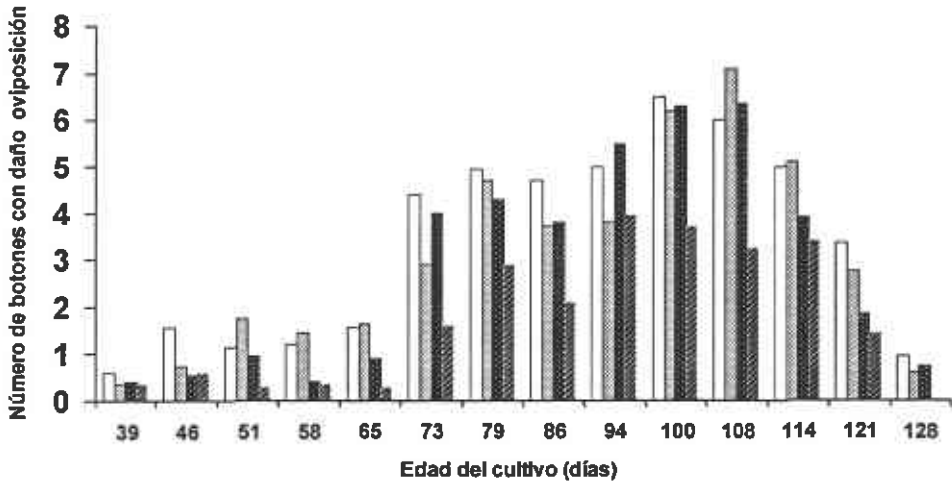
-Evaluación del control microbiológico y no convencional de picudo

-Daño por oviposición en botones florales y cápsulas sanas

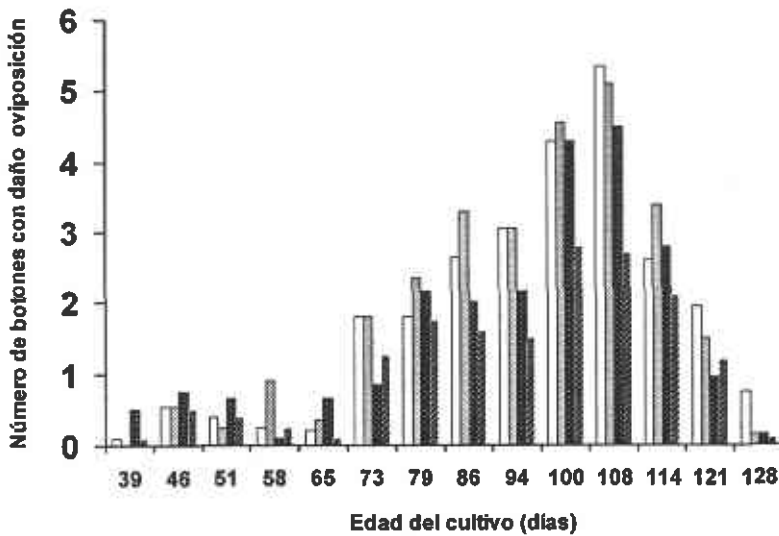
El daño por oviposición de picudo, sobre botones florales en los diferentes tratamientos, se aumentó considerablemente entre los 73 y 144 días de edad del cultivo (maduración de cápsulas), en las dos poblaciones consideradas (0.9 m x 5 plantas) y (0.7 m x 15 plantas). Este hecho está relacionado con el comportamiento de la plaga y la fenología del cultivo. Dicho daño se puede observar en la Figura 3, teniendo en cuenta cada una de las poblaciones de plantas, la edad del cultivo y los tratamientos.

En términos generales, en la siembra convencional los tratamientos evaluados y el testigo químico presentaron mayor número de botones florales con daño por oviposición, si se compara con el daño en la población

POBLACION CONVENCIONAL 0.9 m. x 5 PLANTAS
55.500 plantas/ha



POBLACION CONVENCIONAL 0.7 m. x 15 PLANTAS
213.000 plantas/ha



Beauveria
 Metarhizium
 Agronim
 Malathion

Figura 3. Fluctuación del daño por oviposición del picudo *Anthonomus grandis* bajo cuatro tratamientos y dos densidades de siembra.

alta. Los resultados indican además que no hubo diferencia entre el daño por oviposición en el tratamiento con el extracto vegetal y el químico en ambas poblaciones de siembra, indicando que el nivel de control entre los dos tratamientos fue igual.

Cuando se determinó el grado de protección que ofrecen los diferentes tratamientos, al considerar el número de cápsulas sanas y su expresión porcentual por planta (Tabla 1), se encontró que el porcentaje de cápsulas sanas fue mayor en la población alta. El testigo químico ofreció la mayor protección al cultivo en ambas poblaciones de siembra y el número de cápsulas sanas en el tratamiento con el extracto vegetal no presentó diferencia estadística respecto al control químico. Con esta información se asume que al aplicar cualquiera de los dos tratamientos en alta población la protección sería igual.

Tabla1. Número Promedio de cápsulas sanas por planta en cuatro Tratamientos y dos densidades de siembra

| Tratamiento | Distancias de siembra | | | |
|------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|------------------|
| | 0.9 m x 5 plantas | | 0.7 m x 15 plantas | |
| | No. cápsula sanas/planta | % cápsulas sanas | No. cápsula sanas/planta | % cápsulas sanas |
| Beauveria | 3.1 b* | 49.2 | 3.9 b | 61.9 |
| Metarhizium | 3.3 b | 53.2 | 3.5 b | 62.5 |
| Extracto vegetal | 3.3 b | 53.2 | 4.2 ab | 66.6 |
| Malathion | 5.5 a | 75.3 | 5.7 a | 82.6 |

CV(%)14.6
promedio: 3.81 b**

CV(%) 14.6
Promedio:4.3 a

* Valores con igual letra no son significativamente diferentes al 5% según Tukey

**Valores identificados con igual letra no son significativamente diferentes al 5% según DMS

Estos resultados muestran que los tratamientos con hongos y el tratamiento con el extracto vegetal mejoran su actividad controladora en la población alta, en tanto que el testigo químico parece no afectarse por la densidad de siembra del cultivo.

En esta experimentación, las condiciones de humedad y temperatura que se crean en las poblaciones altas favorecieron tanto la acción patogénica de los hongos entomopatógenos como la acción insecticida del extracto vegetal, haciendo más eficiente su control. Estos resultados son congruentes con un estudio encaminado a evaluar la viabilidad del hongo *B. bassiana* (Bb-9205) para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* en un ecosistema cafetero bajo condiciones de sol y sombra artificial. Vélez, 1997, encontró que el hongo *B. bassiana* se establece fácilmente en condiciones de humedad relativa entre 45.6 y 68.5% propicias de la zona cafetera y concluye que el autosombreado de planta de café favorece la supervivencia de este hongo aplicado en diversas formulaciones al follaje y frutos del café.

De la misma manera puede decirse que las condiciones de sombra creadas en poblaciones altas de algodón, además de favorecer la supervivencia de los hongos entomopatógenos, evitan la degradación del extracto de plantas, en este caso de neem más ajo. Correa (1994) afirma que a mayor temperatura, los compuestos químicos que constituyen el neem *Azadirachta indica* (triterpenoides como el meliantriol, salanina y azadiractina), se volatilizan con facilidad, perdiendo su efecto fitoinsecticida.

- Rendimiento (Kilogramos de algodón por hectárea).

Al analizar la variable rendimiento en Kg/ha, se encontró en términos generales, mayores rendimientos de algodón en poblaciones altas (2143.2 Kg/ha promedio) comparados con los rendimientos registrados en las poblaciones convencionales (1600 Kg/ha promedio), situación que esta directamente relacionada con el mayor número de plantas por área (Tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento (kg de algodón/ha)

| Tratamiento | Distancias de siembra | | | |
|------------------|-----------------------|-----|--------------------|----|
| | 0.9 m x 5 plantas | | 0.7 m x 15 plantas | |
| Beauveria | 1478 | b * | 1545 | b |
| Metarhizium | 1422 | B | 2123 | ab |
| Extracto vegetal | 1265 | B | 2159 | ab |
| Malathion | 2333 | A | 2744 | a |

CV(%) 6.21

Promedio: 1600

CV(%) 20.41

Promedio: 2143.3

* Valores identificados con igual letra no son significativamente diferentes al 5% según Tukey

Los rendimientos también reflejan la protección de los tratamientos en cada población de siembra. El tratamiento químico presentó los mayores rendimientos en ambas poblaciones. En la población alta sin embargo, los rendimientos de los tratamientos con extracto vegetal y Metarhizium no presentaron diferencias significativas respecto al tratamiento químico, esto sugiere que bajo altas poblaciones existen grandes posibilidades para la utilización de hongos entomopatógenos y extractos vegetales, dado a que en términos generales la protección del cultivo en los tratamientos evaluados no presentaron diferencias con el testigo químico.

- Porcentaje de infección de adultos de picudo por *B. bassiana* y *M. anisopliae*

El porcentaje de infección de adultos de picudo por Beauveria y Metarhizium no presentó diferencias significativas cuando los adultos fueron recolectados del follaje de las plantas tanto en la población alta como en la convencional. Cuando los adultos emergieron de botones recolectados del suelo en los lotes sembrados en población alta y convencional, la evaluación de la infección sobre picudo fue más alta para Beauveria en donde se alcanzaron niveles cercanos al 25% que para *M. anisopliae* (Tablas 3 y 4). Bernal, et. al 1999; Fargues y Robert 1985; Lings y Donaldson 1981, argumentan que la causa de esta infección se atribuye posiblemente a la

microconidación o formación de nuevos propágulos a partir de los existentes y que parece que se presentan solo cuando los hongos son aplicados al suelo. De otro lado, Storey et al. 1987,1989; Storey y Gardner 1987, 1988, señalan que la formulación de los hongos influye sobre su permanencia y recuperación en el suelo. Estos autores encontraron que la recuperación de colonias de *B.bassiana* de parcelas tratadas con formulaciones granulares es 10 veces mayor que la recuperación de colonias en parcelas donde se realizaron aspersiones acuosas.

TABLA 3. Porcentaje de infección de *B. bassiana* y *M. anisopliae* sobre adultos de picudo *A. grandis* en población alta (0.7 x 15 plantas)

| Tratamiento | Recolección | | | | | |
|----------------------|-------------|-----|-------------|-------|---|-------------|
| | Follaje | | No. observ. | Suelo | | No. observ. |
| <i>B. bassiana</i> | 8 | a * | 11 | 17 | a | 13 |
| <i>M. anisopliae</i> | 0.6 | a | 10 | 7 | b | 13 |

*Valores identificados con igual letra no son significativamente diferentes al 5% según DMS

TABLA 4. Porcentaje de infección de *B. bassiana* y *M. anisopliae* sobre adultos de picudo *A. grandis* en población CONVENCIONAL (0.9 x 5 plantas)

| Tratamiento | Recolección | | | | | |
|----------------------|-------------|-----|-------------|-------|---|-------------|
| | Follaje | | No. observ. | Suelo | | No. observ. |
| <i>B. bassiana</i> | 3 | a * | 13 | 25 | a | 13 |
| <i>M. anisopliae</i> | 4 | a | 12 | 9 | b | 12 |

* Valores identificados con igual letra no son significativamente diferentes al 5% según DMS

- **Control etológico**

- **Los tubos matapicudos como un componente del MIP del picudo**

La captura semanal de adultos en el período de veda de 1996 - 1997 se presenta en la Tabla 5. Estos resultados señalan que las mayores capturas ocurren en los períodos inmediatos a la destrucción de las socas. Durante este período de 6 semanas se capturó el 82.5% de los individuos (Tabla 6); sin embargo, se continuó capturando adultos durante los meses de veda de Noviembre a Marzo de 1997, lo cual está indicando una atracción de los picudos que se encontraban en los sitios de refugio alrededor de los lotes que se sembraron de algodón y que están formados por bosques y matorrales.

La Tabla 7 presenta el total de adultos de picudo capturados por mes y el total de insectos capturados durante el período de veda (1996-97), el cual ascendió a 22.786 en 17 TMP. Es de anotar que la población que se puede contar es sólo un porcentaje del total de individuos que son atraídos al T.M.P. por la feromona y la cual se indica es sólo un 20%. Lo anterior permite señalar la eficiencia de los T.M.P. para la captura de picudos, resultado que también se ha obtenido en otros sitios algodoneros de Colombia y el exterior, como lo señala Manessi (1998) en el Paraguay.

Los resultados de la captura semanal de adultos de *Anthonomus*, en el período de veda 1997 - 1998 se presentan en la Tabla 5 y como ocurrió en el período de veda 1996 - 1997, la mayor captura se obtuvo durante las primeras 6 semanas de instalados los T.M.P. con el 96,18% de la población total evaluada (Tabla 6). Para este período la mayor captura ocurrió en las dos primeras semanas (88.31%), al ocurrir una destrucción de socas más uniforme y oportuna, mientras que en el período anterior (1996-1997), la destrucción de soca se realizó en tres épocas (1a., 5a. y 6a. semana), influyendo en una menor captura durante las primeras semanas pero a su vez mostrando la atracción de la feromona inmediatamente después de cada corte de las socas (Tabla 5). Este registro indica la importancia que tiene una

adecuada y oportuna destrucción de socas, tal como se establece en los programas de Manejo Integrado de Plagas en el algodónero.

TABLA 5. Captura semanal de adultos de picudo *A. grandis* en época de veda en los T.M.P. CORPOICA. CI Palmira.

| Semana | Periodo | |
|--------------|--------------|--------------|
| | 1996 - 1997 | 1997 - 1998 |
| 1* | 10713* | 30471* |
| 2 | 1286 | 748 |
| 3 | 617 | 2255 |
| 4 | 185 | 673 |
| 5* | 4509* | 298 |
| 6* | 1486* | 164 |
| 7 | 269 | 105 |
| 8 | 468 | 83 |
| 9 | 388 | 124 |
| 10 | 349 | 316 |
| 11 | 233 | 267 |
| 12 | 352 | 85 |
| 13 | 426 | 119 |
| 14 | 206 | 30 |
| 15 | 148 | 22 |
| 16 | 122 | 20 |
| 17 | 323 | 118 |
| 18 | 221 | 95 |
| 19 | 242 | 41 |
| 20 | 118 | 39 |
| 21 | 88 | 17 |
| 22 | 159 | 4 |
| 23 | 41 | 0 |
| 24 | 25 | 4 |
| 25 | 0 | 0 |
| 26 | 46 | 0 |
| 27 | 14 | 0 |
| 28 | Se retiraron | 4 |
| 29 | - | 4 |
| 30 | - | 0 |
| TOTAL | 22786 | 43049 |

*Destrucción de socas

El número total de adultos capturados mensualmente en el período de veda 97-98 se presenta en la Tabla 7, y al igual que en el período anterior (96-97) se continuó capturando adultos que venían de los sitios de refugio, localizados alrededor del lote donde se sembró el algodón, los cuales están constituidos principalmente por bosques y cultivos de frutales. Es necesario destacar que aunque se capturaron adultos hasta el mes de Febrero, en ambos períodos de veda, hubo una disminución notable en la población de adultos capturados, lo cual se reflejó en la baja incidencia de individuos emigrantes al cultivo durante el primer semestre de 1998.

TABLA 6. Porcentaje de captura semanal de adultos de picudo *A. grandis* por los T.M.P. después de la destrucción de socas. CORPOICA - CI Palmira.

| Semana | Período | |
|--------|----------------|----------------|
| | 1996 - 1997 | 1997 - 1998 |
| 1* | 47,2* | 70,78* |
| 2 | 5,64 | 17,53* |
| 3 | 2,70 | 5,24 |
| 4 | 0,81 | 1,56 |
| 5* | 19,79* | 0,69 |
| 6 | 6,52 (82,46)** | 0,38 (96,18)** |
| 7 a 30 | 17,54 | 3,82 |

* Destrucción de socas

TABLA 7. Captura mensual de adultos de picudo (*A. grandis*) utilizando los tubos matapicudos en la época de veda. CORPOICA - CI Palmira.

| Mes | Período | |
|--------------|------------------|------------------|
| | 1996 - 1997 | 1997 - 1998 |
| Septiembre | 10,713 (15 días) | 38,018 (15 días) |
| Octubre | 7910 | 3390 |
| Noviembre | 1203 | 862 |
| Diciembre | 1443 | 437 |
| Enero | 995 | 310 |
| Febrero | 437 | 28 |
| Marzo | 85 | 0 |
| Abril | - | 4 |
| TOTAL | 22,786 | 43,049 |

El número total de adultos de picudos capturados por trampa, confirman nuevamente la eficiencia de los T.M.P. como una forma eficiente de disminuir la población migrante señalada por León (1980), y que es capaz de sobrevivir en los sitios de refugio alimentándose de granos de polen de plantas diferentes al algodón, tal como lo han señalado varios autores, para luego invadir las siembras en el período siguiente e iniciar su período reproductivo una vez se alimenten en los botones florales de las plantas de algodón. Lo anterior resalta la importancia de la destrucción oportuna de socas y de plantas de algodón en el cultivo de rotación que puedan servir de alimentación y reproducción del insecto. Se parte del principio, que la feromona artificial no puede competir con la atracción que ejercen las estructuras (botones y cápsulas jóvenes) de la planta de algodón a los machos de picudo y más teniendo presente el poco número de hospederas reproductivas registradas para la región.

- Efecto del manejo del picudo durante el período de veda, en la cosecha de algodón

En la cosecha de 1998A se midió el efecto que tuvo el manejo de *A. grandis*

en época de veda, tomando como elementos una adecuada destrucción de socas, eliminación de plantas de algodón en los cultivos de rotación (soya y maíz); el empleo de los tubos matapicudos, monitoreo y manejo de focos como una forma de reducir las poblaciones inmigrantes de los sitios de refugio. Estas actividades de manejo se realizaron en lotes comerciales y experimentales de algodón (15, 13, 12 14), sembrados en el CI Palmira en una extensión de 24.7 hectáreas, usando las variedades Deltapine 15790 y Acala 151791, los cuales se sembraron a partir del 23 de Febrero/98. El lote 14 se sembró el 10 de Marzo (Figura 4).

En el lote 15 (7 hectáreas), (Figura 4), los primeros focos de picudo aparecieron cuando el cultivo tenía 63 días de germinado localizándose en el borde del lote, posiblemente provenientes de los sitios de refugio aledaños a un lote de cacao con abundante bosque.

Estos focos fueron pequeños y se controlaron de acuerdo a las técnicas recomendadas de recolección de botones florales con posturas y aplicaciones localizadas de insecticidas (Malathion o Thiodan). Posteriormente a los 73 días se registraron 3 nuevos focos, que se marcaron y controlaron mediante el manejo señalado anteriormente. Los dos últimos focos se registraron cuando el algodón tenía más de 120 días, se realizó su control como una forma de disminuir la población que pudiera migrar hacia los lotes más jóvenes (14A y 14B, Figura 4). En el lote 15 se presentó la apertura de las primeras cápsulas a los 125 días y sólo recibió 0.3 aplicaciones para el control de picudo.

El lote 13 (5 hectáreas), donde se colocaron sólo 2 tubos matapicudos en el borde de los sitios de refugio, presentó una mayor incidencia de picudo, con 2 focos relativamente grandes (0.2 hectáreas) y otros más pequeños que se registraron cuando el cultivo tenía 75 días de sembrado. Se hizo un manejo de la plaga mediante recolección de estructuras y aplicaciones de insecticidas lográndose prácticamente su erradicación. En estos focos se utilizó el producto Trebon en dosis de un litro por hectárea. Después de los

120 días en una franja de Acala 151791 se presentó un foco de picudo de 0.5 hectáreas que fue necesario controlar para evitar el aumento de poblaciones que pudieran migrar hacia el lote 14, sembrado 20 días después. En este lote (13) el número de aplicaciones para picudo fue de 0.6.

El lote 3 de 1.8 hectáreas (Figura 4) de la variedad Acala 151791, presentó una infestación proveniente de un cultivo de plátano vecino, donde seguramente estaban refugiados algunos adultos de picudo. En este sitio por no haber algodón en la cosecha anterior, no se colocaron T.M.P. Este lote tuvo un foco permanente en los extremos, y hacia los 130 días se generalizó en el 50% del área. A pesar de este ataque se continuó manejando como un foco, llegándose a una aplicación general para el

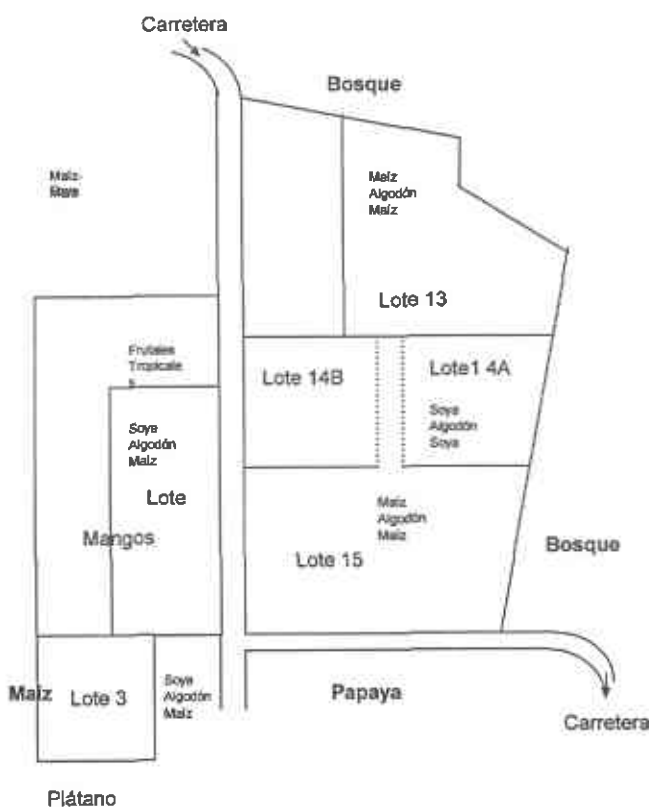


Figura 4 Distribución de los lotes de algodón, CORPOICA C.I. Palmira Semestre A 1998.

control de picudo, lo cual está señalando la importancia de reducir las poblaciones de los sitios de refugio.

En el lote 12 (4 hectáreas), la variedad más tardía (Acala151791), presentó focos de picudo a partir de los 61 días de sembrado. Su manejo como en los casos anteriores se hizo localizando los focos, recolectando botones y realizando aplicaciones localizadas de insecticidas, mediante el seguimiento del ciclo del insecto. Este lote recibió control químico en una hectárea, o sea la cuarta parte del lote. A partir de los 130 días se suspendieron las aplicaciones por considerar que el daño no tenía incidencia sobre la producción y que era ocasionado en los botones nuevos y cápsulas jóvenes que no alcanzan a llegar a producción.

Los lotes de algodón (24.7 has.) sólo recibieron en promedio 0.8 aplicaciones, lo cual representa una alta reducción en el control químico si se compara con 7 ó más aplicaciones que se hicieron en áreas comerciales de algodón del Norte del Valle del Cauca.

La reducción de las poblaciones de picudo y el manejo de focos, permitió adelantar un Manejo Integrado de las otras plagas manteniendo la población natural de parásitoides depredadores y predadores, reforzándola con liberaciones semanales de 50 pulgadas cuadradas de *Trichogramma*, siendo necesaria solo una aplicación de insecticida (Inhibidor de quitina) para el control de Alabama. Las otras plagas presentes como áfidos, *Heliothis*, Rosado de la India, *Buculatrix*, no alcanzaron los niveles de daño económico.

La Tabla 8 presenta algunos parámetros relacionados con el cultivo de algodón en el Centro de Investigación de CORPOICA en Palmira, Valle del Cauca, destacándose el aumento en días después de la siembra de la aparición de los primeros focos (45 a 67 días) de picudo. Otro aspecto

TABLA 8. Parámetros relacionados con cultivos de algodón donde se implementó el manejo del picudo en época de veda con base en los TMP. CORPOICA - CI Palmira. Valle del Cauca.

| Año | 1996 | 1997 | 1998 |
|-------------------------------------|----------|------------------------|----------------------------|
| Area sembrada (has.) | 10 | 10 | 24,7 |
| Dstrucción de socas | Sept./96 | Sept./97 (uniforme) | Setp. a Oct./98 (uniforme) |
| TMP colocados | 0 | 17* | 18 |
| Período de colocación de los TMP | No | Sept. 18/97 a Abril/98 | Sept. 26/97 a Abril/98 |
| Adultos capturados | 0 | 22,786 | 43,049 |
| Aparición primeros focos del picudo | - | 45 D.D.E.** | 67 A 73 DDE** |
| Número de focos promedio por lote | 4,5 | 3,1 | 0,8 |
| Aplicaciones para picudo | 4,5 | 3,1 | 0,8 |
| Kg de algodón-semilla cosechados/ha | | 3,2 | 3,5 |

* Mayor número por las observaciones sobre sus efectos

** DDE. Días después de emergencia

importante es la reducción en el número de aplicaciones de insecticidas contra picudo de 4.5 (1996) antes de iniciarse el programa de colocación de TMP en épocas de veda, pasando a 3.1 en 1997 y 0.8 aplicaciones en 1998, no siendo necesario en este último año aplicaciones generalizadas de insecticidas.

- Monitoreo de capturas de adultos de picudo en T.M.P. en fincas de agricultores

En el período de veda de 1998-1999, se colocaron los T.M.P. en fincas de agricultores de los municipios de Roldanillo y Obando . En 6 de ellas se llevó el registro de la captura de adultos, señalando la eficacia de dichos tubos en la atracción del insecto, tal como se señala en las Figuras 5 y 6.

Lo anterior está indicando que en la época en que se hizo el monitoreo existía una población más alta del insecto en el área de Roldanillo, influenciada por la presencia de socas de algodón presentes en el área.

Los resultados de la captura de adultos de picudo en Palmira en la época de veda 1998-1999, colocando 15 T.M.P. se presentan en la Tabla 9, tal como ocurrió en 1997, las mayores capturas se obtuvieron en las 4 primeras semanas después de instalados los tubos. Al hacer el cambio a los 55 días hubo un aumento de la captura de adultos por la mayor atracción hacia los adultos en las tres semanas siguientes a su instalación.

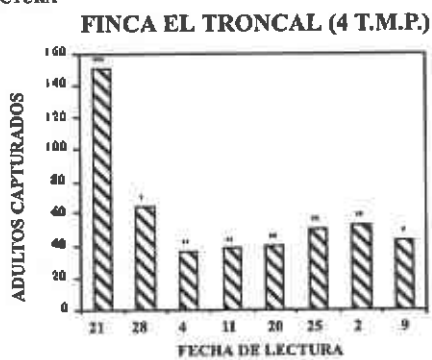
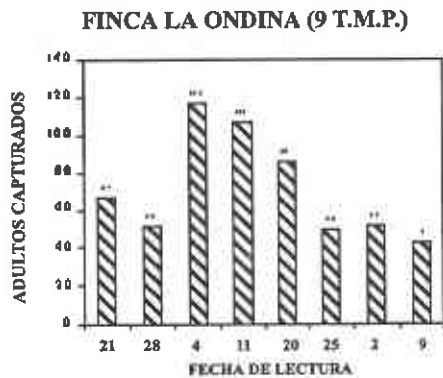
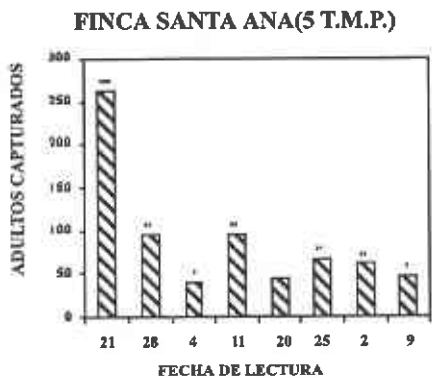
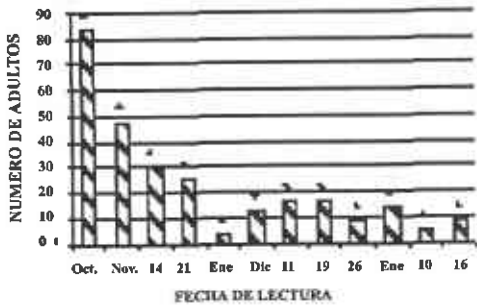
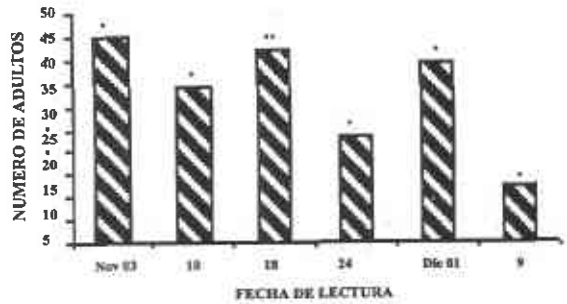


Figura 5. Captura de adultos de picudo en tres fincas del municipio de Roldanillo (Valle del Cauca)

FINCA SANTA ANA(15 T.M.P.)



FINCA LA FLORESTA - OBANDO (20 T.M.P)



FINCA PALMERA CHICA (5 T.M.P)



Figura 6. Captura de adultos de picudo en tres fincas del municipio de Obando (Valle del Cauca) en la época de veda

Tabla 9. Captura semanal de adultos de picudo en el C.I. Palmira, CORPOICA. Total de 15 tubos 1998.

| FECHA | ADULTOS |
|---------------|------------------------------|
| Septiembre 3 | 7494 |
| Septiembre 10 | 1034 |
| Septiembre 17 | 223 |
| Septiembre 23 | 270 |
| Septiembre 30 | 46 |
| Octubre 8 | 52 |
| Octubre 16 | 30 |
| Octubre 22 | 13 (se cambiaron los T.M.P.) |
| Octubre 29 | 182 |
| Noviembre 5 | 282 |
| Noviembre 13 | 328 |
| Diciembre 1 | 90 |
| Diciembre 7 | 64 |
| TOTAL | 9.758 |

- Manejo de focos de picudo

Recomendaciones para el manejo de focos de picudo se incluyen en el Boletín Técnico No. 3 "El picudo del algodnero. Manejo integrado en época de veda y en el cultivo". (Trochez y Herazo, 1999)

En el manejo de focos es necesario hacer énfasis en algunos puntos para la implementación de esta tecnología.

Deben ubicarse los sitios de refugio del picudo, que corresponderán a los

sitios de entrada del insecto a los nuevos campos de algodón.

A partir de los 35 días debe comenzarse la revisión en el lote de algodón, con énfasis en los bordes para localizar los focos de picudo.

Recuerde que la finalidad del manejo de focos es erradicar el picudo de estos sitios y evitar que se disperse al resto de los lotes en época temprana.

Una vez detectados los focos se marcan y define su área. Se deben recolectar cada tres días, los botones con daño de alimentación y oviposición. Algunos botones con daño de alimentación se guardan en frascos de vidrio para hacerle seguimiento a las generaciones del insecto.

Los focos detectados se tratan inmediatamente con un insecticida de baja toxicidad (Categoría 3) y se repite el tratamiento cada tres días y cuando emerja la nueva población de los botones con oviposición que se han guardado.

Los insecticidas pueden aplicarse con bomba de espalda o de motor o tractor guardando las precauciones necesarias utilizando el equipo de protección adecuado.

No se deben aplicar insecticidas de categoría toxicológica alta, que ofrece peligro para los aplicadores.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema de liberación estacionaria se presenta como una nueva opción para el manejo de *Trichogramma* en sistemas de altas poblaciones de siembra en el algodonero, donde se dificulta la liberación convencional con porrón. Esta tecnología facilitará la aplicación del control biológico bajo estos sistemas de producción; desde el punto de vista económico reducirá el

número de jornales en mano de obra utilizada para liberaciones de *Trichogramma*.

En cultivos con altas densidades (214.285 plantas/hectárea) el daño por oviposición sobre botones florales fue menor en comparación con el daño registrado en la población convencional, determinándose una reducción de daño del 46,4; 32; 45,8 y 28,5% para los tratamientos Beauveria, Metarhizium, Extracto vegetal y Químico, respectivamente.

En las poblaciones altas se crean condiciones propicias de humedad, temperatura y sombreado que favorecen tanto la acción patogénica de los hongos entomopatógenos, como la acción fitoinsecticida del extracto vegetal (neem + ajo), haciendo más eficiente su control.

B. bassiana presentó los mayores porcentajes de infección de adultos de picudo como consecuencia de la emergencia de los botones recolectados del suelo en ambas densidades de población.

La mayor captura de adultos de picudo por los TMP ocurrió en las seis primeras semanas después de la destrucción de las socas de algodón, lo cual señala la importancia de colocarlos en esta época.

La baja incidencia del picudo y la aparición tardía de los primeros focos en los lotes sembrados permite un manejo racional del insecto, no siendo necesario aplicaciones generalizadas de insecticidas.

El programa de manejo integrado de plagas del algodonnero que incluye una adecuada y oportuna destrucción de socas, el uso de TMP, manejo de focos de picudo y la liberación del parasitoide de huevos *Trichogramma* permite reducir los costos de control de plagas en un 50% o más; además de los beneficios económicos para los agricultores se logra una protección a la salud humana y al medio ambiente.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. **ANTIA, L.O.P.; POSADA, F.J.; BUSTILLO, P. A.E.; GONZÁLEZ G. M. T.** 1992. Producción en finca del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del cafeto. Avance Técnico CENICAFE (Colombia) No. 182:1-8.
2. **BERNAL, V.M.G.; BUSTILLO, P.A.E.; CHAVEZ, C.B.; BENAVIDES, P.** 1999. Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisoplae* sobre poblaciones de *Hypothenemus hampei* (Coleóptera; Scolytidae) que emergen de frutos en el suelo. Revista Colombiana de Entomología 25(1):11-16.
3. **CORREA, Q.J.A.** 1994. Función protectora de los metabolitos secundarios en las plantas. En: Memorias XXI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología Medellín - Colombia.
4. **FARGUES, J.; ROBERT, P.H.** 1985. Persistencedes conidiospores des hypomyceles entomoghenes *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisoplae* (Metsch) Sor. *Nomuraea rileyi* (F) Samson et *Paecilomyces fumoso-roseus* Wise dans le sol en conditions controlées. Agronomie 5(1).73-80.
5. **LECUONA, R.E.** 1996. *Microorganismos Patógenos Empleados en le Control Microbiano de Insectos Plaga.* Buenos Aires (Argentina). 338p.
6. **LEON, Q.G.** 1980. Algunos aspectos claves en el Manejo Integrado del picudo del algodnero *Anthonomus grandis* Boheman. Separata Memorias VII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Bucaramanga 26p.
7. **LINGG, A.J.; DONALDSON, M.D.** 1981. Biotic and abiotic factors affecting stability of *Beauveria bassiana* conidia in soil. Journal of Invertebrate Pathology 38:191-200.

8. **MANESSI, G. O.** 1998. Evaluación de los beneficios obtenidos con la instalación de tubos matapicudo a la siembra en el área algodonera de Paraguay. Plato Industries INC. Houston Texas EE.UU. 20p.
9. **MORALES, H., G.I.; AGUIRRE, B.F.** 1993. Ciclo de vida y tabla de fertilidad del *Anthonomus grandis* (Boheman) Coleoptera Curculionidae en el Valle del Cauca. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Palmira, Colombia.
10. **PLATO INDUSTRIES, INC** 1994. Folleto Informativo Tubomatapicudos (T.M.P.) Houston Texas EE.UU. Sin paginar.
11. **STOREY, G.K.; GARDNER, W.A.** 1987. Vertical movement of commercially formulated *Beauveria bassiana* conidia through four Georgia soil types. *Environmental Entomology* 16(1):178-181.
12. **STOREY, G.K.; GARDNER, W.A.** 1988. Movement of an aqueous spray of *Beauveria bassiana* into the profile of four Georgia soils. *Environmental Entomology* 17(1):135-139.
13. **STOREY, G.K.; GARDNER, W.A.; TOLLNER E. W.** 1989. Penetration and persistence of commercially formulated *Beauveria bassiana* conidia in soil of two tillage systems *Environmental Entomology* 18(1):835-839.
14. **TROCHEZ P, A.** 1994. Manejo del picudo del algodonero *Anthonomus grandis* (Boheman). En: seminario Manejo de plagas en el cultivo de algodón, Roldanillo (Valle del Cauca) 3º de Noviembre de 1994. Memorias. P. 13 31.
15. **TROCHEZ, A.A.I.; HERAZO, P.F.** 1999. El picudo del algodonero. Manejo en época de veda y en el cultivo. Jesús Gómez (ed) Palmira, Valle del Cauca. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA 22p.
16. **VELEZ, A.P.E.** 1997. Evaluación de formulaciones en aceite y en agua del hongo *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillmin en campo. *Revista Colombiana de Entomología* 23(1):59-64.