**Determinación del radio de dispersión de *Cotesia flavipes* para control del barrenador (*Diatraea saccharalis*) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) San Antonio Suchitepéquez. 2009**

**Aristeo Ortiz B.1**

1Ing. Agr., Jefe del Departamento de Plagas, Ingenio Palo Gordo S.A.

**INTRODUCCIÓN**

En caña de azúcar, según estudios realizados por Márquez (2003) las pérdidas ocasionados por *Diatraea sp* pueden llegar hasta 0.69 libras de azúcar por cada 1 por ciento de intensidad de infestación por tonelada corta de caña. Por las razones anteriores y a lo difícil de su control; se propuso el estudio; Determinación del radio de dispersión de *Cotesia flavipes* para control del barrenador *Diatraea sp* en caña de azúcar *(Saccharum officinarum)* San Antonio Suchitepéquez. Este estudio se sustenta en que el daño causado por los barrenadores en caña, muchas veces se detecta hasta el momento de la extracción del jugo, y que el programa de manejo para esta plaga en el Ingenio Palo Gordo tiene como bastión importante el endoparasitoide exótico *Cotesia flavipes* (himenóptera; Braconidae).

**OBJETIVOS**

1. Determinar el radio de dispersión de *Cotesia flavipes*.
2. Determinar la dirección de dispersión de *Cotesia flavipes* al momento de ser liberado.
3. Determinar la distancia dentro del radio de dispersión en la cual existe mayor ocurrencia de *Cotesia flavipes*.

**METODOLOGÍA**

Esta investigación se realizo en 2 fases, la primera consistió en el establecimiento del ensayo en campo mientras que la segunda fue de laboratorio.

**Fase de campo:**

**Disposición de hospederos e inoculación.**

Para la disposición del hospedero en campo fue necesario la utilización de 90 macetas de caña de azúcar, esta estuvo comprendida por tres tallos cada una; las plantas fueron tomadas del área de semilleros básicos del ingenio, la cual proviene de tratamiento hidrotermico, con esto se garantizo que estuvieran libre de plagas y enfermedades, la variedad utilizada fue CG - 9797. El propósito de esta fase fue contar con los hospederos ubicados estratégicamente en campo con el fin de poder medir el desplazamiento o la dispersión del parasitoide. La fase de inoculación consistió en introducir las larvas a los tallos de cada maceta, haciendo uso de punzones y pequeños tubos elaborados con manguera plástica, para lo cual se considero el grosor y la longitud de la larva.

**Manejo del área de liberación.**

El establecimiento del ensayo en campo fue para distribuir las macetas con los hospederos del parasitoide, para tal efecto este se llevo a cabo bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en espiral el cual permite tener un solo punto de observación en cada repetición, la distribución estuvo basada en los 8 puntos cardinales y a la distancia establecida previamente tal y como se indica más adelante. El propósito fue poder medir la dispersión del parasitoide. Es importante mencionar que se selecciono un área en la cual el cultivo se encontró entre 3 y 5 meses de edad con una circunferencia de 200 metros de diámetro. Además se garantizo que no existiesen registros de liberaciones anteriores de cualquier especie de parasitoide. Por consiguiente se localizo un epicentro o punto central de liberación y se trazaron los puntos de observación. Todos ellos fueron basados en los 8 puntos cardinales, N, NE, E, SE, S, SO, O y NO; (figura 1), tomando como base el norte magnético.

Figura 1. Croquis del experimento

**Procedimiento de liberación:**

A través de un muestreo se determino que en campo existían 2,134 larvas, las colectadas fueron enviadas al laboratorio de entomología de CENGICAÑA con el fin de determinar parasitismo natural. Las larvas que se inocularon de forma artificial fueron 720. Con lo anterior se llevo a cabo el cálculo total en las 4 hectáreas de área experimental la cual ascendió a 2,854. Considerando que la relación optima de liberación de la avispa *Cotesia flavipes* para control de barrenador del tallo es de 8 a 1(8 avispas por cada larva de barrenador), la cantidad total de parasitoide liberado fue de veintitrés mil (23 millares). La liberación se llevo a cabo a las 07:30 AM, la velocidad del viento menor de un kilometro por hora, la temperatura de 23.8˚ c, la humedad relativa de 86.5 por ciento y la dirección del viento registrada Nor –Noroeste, la variedad en la que se realizo el ensayo fue CP 731547, poseía en su momento una edad de 5.03 meses, con una altura promedio de 1.65 metros, y un diámetro de 1.75 centímetros.

**Colecta de hospederos.**

Seis días después de la liberación se procedió a extraer las larvas de los tallos, para tal efecto fue indispensable destruir completamente cada planta para poder extraer la larva con el mayor cuidado posible, una vez estas estuvieron fuera se pusieron en cajas petri con dieta debidamente identificadas. Las larvas fueron llevadas al laboratorio entomológico del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA).

**FASE DE LABORATORIO**

**Recuperación del parasitoide**

Los muestreos fueron realizados con el objetivo de observar la presencia de cualquier forma biológica del parasitoide liberado (cocones, huevos, larvas o la emergencia del adulto) y de los posibles nativos existentes, las lecturas se programaron a cada 3 días, haciendo un total de 10. La identificación de estos agentes fue realizada por el entomólogo del centro. Es necesario indicar que para poder reconocer las formas biológicas de C*otesia flavipes* se requirió de capacitación sobre los diferentes estados del ciclo biológico del parasitoide, y se tuvo una muestra de las diferentes formas biológicas del parasitoide liberado que sirvió como comparador. Las larvas parasitadas en cada momento de revisión de muestras fueron clasificadas de acuerdo a la dirección y a la distancia dentro de la misma, para luego poder hacer una asociación entre distancia y dirección, el dato acumulado de larvas parasitadas por *Cotesia flavipes* versus la población de larvas recuperadas permitió realizar los análisis respectivos. El porcentaje de parasitismo se determino mediante la fórmula: % de parasitismo= [(Total de larvas parasitadas por Cotesia/Total de larvas recuperadas) X100]. Las larvas se mantuvieron bajo dieta y condiciones controladas principalmente de temperatura y humedad, por lo tanto la temperatura promedio durante la ejecución del ensayo fue de 25˚c y la humedad ambiental de 71 por ciento.

**RESULTADOS**

**Radio de dispersión.**

El rango de dispersión o búsqueda del parasitoide se determinó a través del porcentaje de parasitismo alcanzado en cada punto de observación el cual se considero apropiado para medir esta variable. A través del análisis de varianza (Cuadro 1), se demostró que la diferencia es altamente significativa entre el porcentaje de parasitismo ocurrido y las diferentes distancias evaluadas.

|  |
| --- |
| **Cuadro 1. Resumen del análisis de varianza para el porcentaje de parasitismo con transformación raíz cuadrada de x+1, observado en las 10 distancias.** |
|  |  |  |  |  |  |  |
| ***Fuentes de variación*** | ***GL*** | ***SC*** | ***CM*** | ***Fc*** | ***Pr ˃ F*** |  |
| Dirección | 7 | 61.7458 | 8.8208 | 1.87 | 0.0889 | NS |
| Distancia | 9 | 334.6858 | 37.1873 | 7.9 | 0.0001 | **\*\*** |
| Error | 63 | 296.5634 | 4.7074 |  |  |  |
| Total | 79 | 692.9951 |  |  |  |  |
| CV. 74.76 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

Según la prueba de medias por Duncan 0.05 (cuadro 2) se observo que a 10 metros del epicentro se alcanzó el mayor porcentaje de parasitismo con un valor promedio de 62.50 %, a menores distancias como a 20 y 30 metros del punto de liberación el porcentaje se redujo a 39.37 % posteriormente a 40 metros ya no hubieron diferencias significativas bajando a 18.75. Las distancias siguientes de 50 a 100 metros, poseen porcentajes muy pequeños que van de 8.33, 2.50 y 0 % de parasitismo.

**Cuadro 2. Porcentaje promedio de parasitismo observado y su prueba de medias por Duncan de las 10 distancias evaluadas, en Finca Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, 2008.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Distancia en metros** | **% de parasitismo** | **Duncan 0.05** |
| 10 | 62.50 | A |
| 20 | 34.37 | B |
| 30 | 22.92 | CB |
| 40 | 18.75 | CB |
| 50 | 8.33 | C |
| 60 | 8.33 | C |
| 70 | 3.13 | C |
| 90 | 2.50 | C |
| 0 | 0.00 | C |
| 100 | 0.00 | C |

Mediante la determinación del porcentaje de parasitismo, se encontró evidencia de que *Cotesia flavipes* logro dispersarse hasta 90 metros del punto de liberación. En la figura 2 se puede observar también que existen mayores parasitismos a las distancias más cercanas al epicentro y progresivamente disminuye hacia las partes más lejanas.

**Figura 2. Promedio del porcentaje de parasitismo por distancia**

**Dirección de la dispersión de *Cotesia flavipes.***

En relación a este factor y según el análisis de varianza (Cuadro 3), se muestra el efecto del parasitismo que se alcanzo en los diferentes puntos cardinales, en el cual se encontró que no hubo diferencias significativas en el parasitismo hacia dichos puntos.

|  |
| --- |
| **Cuadro 3. Resumen del análisis de varianza para el porcentaje de parasitismo con transformación raíz cuadrada de x+1 observado en los 8 puntos cardinales.** |
|  |   |   |   |   |   |   |
| ***Fuentes de variación*** | ***GL*** | ***SC*** | ***CM*** | ***Fc*** | ***Pr > F*** |  |
| Distancia | 9 | 334.6858 | 37.1873 | 7.9 | 0.0001 | **\*\*** |
| Dirección | 7 | 61.7458 | 8.8208 | 1.87 | 0.0889 | NS |
| Error | 63 | 296.5634 | 4.7074 |  |  |  |
| Total | 79 | 692.9951 |  |  |  |  |
| CV. 74.76 |  |  |  |  |  |  |

A pesar de que las diferencias no fueron significativas con el estadístico de Duncan, se observo una tendencia en el campo a un mayor parasitismo hacia el punto cardinal sur, como se muestra en el cuadro 4, encontrándose 28.33 % de parasitismo. A esto se agrego la dirección Sur-Este, con un porcentaje de parasitismo de 26.67%, Luego las direcciones Sur-Oeste, Oeste y Este con 17.5, 16.83 y 15 % de parasitismo respectivamente, las direcciones Nor-Oeste, Norte y Nor-Este con 10, 9.33 y 5.0 % de parasitismo.

**Cuadro 4. Promedio general del porcentaje de parasitismo por dirección**

|  |  |
| --- | --- |
| **Dirección** | **% de parasitismo** |
| S | 28.33 |
| S-E | 26.67 |
| S-O | 17.50 |
| O | 16.83 |
| E | 15.00 |
| N-O | 10.00 |
| N | 9.33 |
| N-E | 5.00 |

**DISCUSIÓN**

Es importante hacer mención que conocer la forma como se dispersan los enemigos naturales es vital para mejorar los métodos de control donde se hace uso de este recurso como lo menciona caltagirone (1981), citado por Castillo A. (2006). Por otro lado también el uso de enemigos naturales para control requiere de mayor cuidado ya que se sabe que la dispersión de entomófagos está relacionado con las condiciones climáticas en donde la intensidad del viento juega un papel importante Fink y Völk, (1995), como lo afirma también Sallam, (2001). Bajo las condiciones de este estudio, se encontró parasitismo hasta 90 metros del epicentro o punto de liberación, lo cual difiere del estudio de Sallam (2006) donde indica que *Cotesia flavipes* se disperso hasta 64 metros. Factores ambientales, de manejo y tipo de agroecosistema pueden ser la causa de estas diferencias.

Los mayores niveles de parasitismo se encontraron a 10 metros (62,5%) y las razones para que esto ocurriera son muchas por ejemplo: **a)** un menor gasto de energía para desplazamiento, cópula y ubicación de hospederos; **b)** una mayor densidad del parasitoide por área a 10 metros y una mucho menor densidad a 90 metros, no tanto por la incapacidad de desplazarse de *C. flavipes* sino por la dilución de la densidad dentro de un área muy grande lo que favorece o dificulta según el caso la ubicación de hospederos (*Diatraea saccharalis*). Debe considerarse en el último caso que el parasitoide no se mueve en un plano lineal sino dentro de un sector circular de manera que a mayor distancia del epicentro se tendrá una menor densidad de *Cotesia flavipes*. Con la discusión anterior sobre la base de los resultados de este estudio se determinó el comportamiento de la dispersión mediante la tabla de frecuencias acumuladas (cuadro No. 5) y en la que se demuestra que para las condiciones del mismo la mayor ocurrencia del parasitoide estuvo comprendida entre 0 y 40 metros (86% de parasitismo acumulado).

**Cuadro 5. Tabla de frecuencias acumuladas para la distribución del parasitismo**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Distancia en metros** | **Proporción** | **% de parasitismo** | **% de parasitismo acumulado** | **Incremento** |
| 10 | 19/43 | 44.19 | 44.19 | 44.19 |
| 20 | 11/43 | 25.58 | 69.77 | 25.58 |
| 30 | 3/43 | 6.98 | 76.74 | 6.98 |
| 40 | 4/43 | 9.30 | 86.05 | 9.30 |
| 50 | 2/43 | 4.65 | 90.70 | 4.65 |
| 60 | 2/43 | 4.65 | 95.35 | 4.65 |
| 70 | 1/43 | 2.33 | 97.67 | 2.33 |
| 80 | 0/43 | 0 | 97.67 | 0.00 |
| 90 | 1/43 | 2.33 | 100 | 2.33 |
| 100 | 0/43 | 0 | 100 | 0 |
| Total | 43/43 |  |  |  |

Referido a la dirección, el análisis estadístico indicó que *Cotesia flavipes* no sigue un patrón en particular para dispersarse ya que el análisis de varianza valida este comentario indicando que no existe diferencia significativa entre direcciones (puntos cardinales). Factores ambientales como el viento y tipo de agroecosistema puede ser el causal de la orientación de la dispersión, ya que para nuestro caso el parasitoide no se movió en dirección del viento debido a que en el momento de la liberación este no se registro en la estación meteorológica, por ser realmente bajo (menor a 1 Km/Hora). Mientras que la dirección si fue registrada como Nor-Noroeste. Por otro lado una razón muy importante es quizá la protección que brinda el cultivo como efecto de cortina el cual evita que este llegue directamente, facilitando con ello la movilización natural de los adultos dentro del cultivo.

**CONCLUSIONES**

Para las condiciones ambientales estables de este estudio, la distancia máxima de dispersión de *Cotesia flavipes* fue de 90 metros desde el punto de liberación.

Mientras que la mayor concentración u ocurrencia de parasitismo como respuesta de su capacidad de dispersión estuvo en el rango de 0 a 40 metros (86.05 %) con el mayor nivel a 10 metros (44.19 % valor neto) del epicentro.

La dirección que tomo *Cotesia flavipes* al momento de ser liberado, y para las condiciones de este estudio fue hacia el sur con un 29 % de parasitismo, por lo que existió una manifestación de preferencia de forma generaliza hacia las direcciones sureste y suroeste.

**BIBLIOGRÁFIA**

1. Cañamip. (2000). **Manejo integrado de barrenadores en caña de azúcar.** CENGICAÑA. Guatemala.
2. Castillo, A. (2006). **Dispersión del parasitoide africano *Phymastichus coffea* Lasalle (Hymenóptera: Eulophidae) en un nuevo Agroecosistema**. (Ecosur). Departamento de Entomología Tropical. Chiapas, México.
3. Corbett, A. and Rosenheim J. (1996). **Quantifying movement of a minute parasitoid, *Anagrus epos* (Hymenóptera: Mymaridae), using fluorescent dust marking and recapture**. Biological Control 6: 35-44.
4. Debach P. and L. C .Argyriou. (1967). **The colonization and success in Greece of some important *Aphytis spp*. (Hymenóptera: Aphelinidae) parasítica on citrus scale insects (Homóptera: Diaspididae)**. Entomophaga 12: 325-342.
5. Ortiz A. (2007). **Informe anual de plagas zafra 2007/2008, Ingenio Palo Gordo S.A.** Guatemala.
6. Peña, J. et al. (2005). **Establishment of *Aprostocetus vaquitarum* and Quadrastichus haitiensis (Hymenoptera: Eulophidae) in the USA as mortality factors of the diaprepes root weevil (Coleoptera: Curculionidae**). Second International Symposium on Biological Control of Arthropods. September 12-16, Davos, Switzerland.
7. Sallam, M. et al. (2001). **Dispersal of the exotic parasitoid *Cotesia flavipes* in a new ecosystem**. Entomologia Experimentalis et Applicatta Kenia.