

Efecto de cuatro insecticidas y de *Beauveria bassiana* sobre *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae), parasitoide de la broca del café

Effect of four insecticides and *Beauveria bassiana* on *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae) parasitoid of the coffee berry borer

JHON WILSON MEJÍA M.¹; ALEX E. BUSTILLO P.²; JAIME OROZCO H.²;
BERNARDO CHÁVES C.³

Revista Colombiana de Entomología 26(3-4): 117-123 (2000)

Resumen. El manejo integrado de la broca del café incluye el uso de componentes biológicos e insecticidas cuando se requieran. Este enfoque MIP exige que los diferentes sistemas de control que se utilicen sean compatibles, por lo que en este estudio se evaluó en campo el efecto de clorpirifos, endosulfan, fenitrothion, pirimifos-metil, y *Beauveria bassiana* sobre adultos del parasitoide *Prorops nasuta* para determinar los espaciamientos en tiempo para el uso de estos métodos de control sin causar incompatibilidad. Se realizaron dos experimentos, en dos lotes de variedad Colombia. El primero consistió en la aspersión de los insecticidas y luego la liberación de *P. nasuta* al cabo de 1, 7, 14, 22 y 29 días. En el segundo se liberó *P. nasuta* y luego se asperjaron los insecticidas 1, 7, 15, 21 y 29 días después. Se utilizó un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial: 5 (insecticidas) x 5 (tiempos de liberación/aspersión) x 4 (repeticiones). La unidad experimental fue una rama por árbol con 40 cerezas, que se cubrió con una manga entomológica y se infestó con broca. A los 33 días se iniciaron las aspersiones de los insecticidas y/o las liberaciones del parasitoide. Los resultados muestran que todos los insecticidas ocasionaron mortalidad a *P. nasuta* y que ésta disminuyó a medida que se espaciaron los métodos de control en el tiempo. Cuando se asperjen los insecticidas primero, el plazo mínimo para liberar el parasitoide es de 22 días; pero si se liberan los parasitoides primero, se debe esperar 9 días para asperjar *B. bassiana* y 20 días para asperjar los insecticidas. Se demostró que endosulfan no es selectivo a *P. nasuta*.

Palabras clave: Café. *Hypothenemus hampei*. Clorpirifos, Endosulfan. Fenitrothion. Pirimifos metil.

Summary. The integrated coffee berry borer management includes the use of both biological and chemical components when required. This IPM approach requires that the different control systems used must be compatible. This study evaluated under field conditions the effect of chlorpiriphos, endosulfan, fenitrothion, pirimiphos-methyl and *Beauveria bassiana* on adults of the parasitoid, *Prorops nasuta* to determine the time lapse to use these methods of control without causing incompatibility. Two experiments were conducted in two coffee plots of colombian coffee variety. The first consisted of spraying the insecticides and then the release of *P. nasuta* after 1, 7, 14, 22 and 29 days. In the second experiment, *P. nasuta* was released first and then the insecticides were sprayed at 1, 7, 15, 21 and 29 days. A complete randomized design with factorial array: 5 (insecticides) x 5 (release/spray time) x 4 (replications) was implemented. The experimental unit was one branch/tree with 40 berries, which were kept with the aid of a sleeve nylon entomological cage and was infested with adults of coffee berry borer. Thirty-three days after infestation the spray of insecticides or release of parasitoids were made. Results showed that all the insecticides caused mortality to *P. nasuta* and that mortality decreased as time between control methods was greater. Results showed that when insecticides are sprayed first, the minimum time elapsed to release parasitoids should be 22 days; but when the parasitoids are released first it is advisable to wait 9 days before spraying *B. bassiana* and 20 days to spray the insecticides. Endosulfan was showed not to be selective against *P. nasuta*.

Key words: Coffee. *Hypothenemus hampei*. Clorpirifos. Endosulfan. Fenitrothion. Pirimifos metil.

Introducción

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), es el problema fitosanitario más importante que afronta la caficultura colombiana (Cárdenas 1991, Bustillo 1991). Se considera que es uno de los insectos plaga más difíciles de controlar, no sólo por sus hábitos sino por las características ecológicas de la zona cafetera colombiana-

na. Para enfrentar este problema se ha optado por un enfoque ecológico enmarcado dentro de los principios del manejo integrado de plagas (MIP) (Bustillo *et al.* 1995, 1998). En este enfoque se le ha dado gran importancia al desarrollo del control biológico con hongos entomopatógenos (Bustillo y Posada 1996, Bustillo 1999) y parasitoides (Orozco y Aristizábal 1996). El uso de insecticidas sólo se recomienda

cuando técnicamente se requieren y como último recurso para reducir poblaciones de broca que han superado los umbrales de daño económico (Villalba *et al.* 1995). En este esquema es de vital importancia conocer la compatibilidad de los diferentes métodos de control que se empleen.

El uso de *B. bassiana* como un insecticida biológico contra la broca del café está

1 I. A., Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo, E-mail: jwlina@hotmail.com

2 I. A., Ph.D. e Ing. Agr., M.Sc., Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas-Colombia. A.A. 2427 Manizales. E-mail: fcabus@cafedecolombia.com; fcjoro@cafedecolombia.com, respectivamente.

3 Estadístico, M.Sc. Cenicafé, Chinchiná, Caldas. E-mail: fcch@cafedecolombia.com

bastante documentado (Bustillo *et al.* 1991, Bustillo y Posada 1996, Bustillo 1998). La Federación Nacional de Cafeteros ha patrocinado un programa de introducción de *B. bassiana* en todas las zonas a donde ha llegado la broca, lo cual ha proporcionado una situación favorable para el establecimiento y dispersión del hongo en todo el país. En este momento la investigación está dirigida a la producción industrial y aplicación de este agente biológico como un insecticida (Flórez *et al.* 1997, Posada 1998, Bustillo 1999), por lo que es importante determinar su efecto sobre la fauna benéfica, especialmente si es introducida, como es el caso de *Prorops nasuta* Waterston.

A Colombia se han introducido exitosamente los parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, *P. nasuta* y *Phymastichus coffea* La Salle (Orozco y Aristizábal 1996) y paralelamente se han desarrollado procesos de producción masiva (Orozco 1995, Portilla y Bustillo 1995, Bustillo *et al.* 1996), los cuales han permitido introducir estas especies en los cultivos de café infestados con broca. El establecimiento de *P. nasuta* en cafetales infestados con broca ha sido comprobado en Brasil (Yokoyama *et al.* 1978), en Colombia (Portilla y Bustillo 1995; Quintero *et al.* 1998) y en Ecuador (Cisneros y Tandazo 1991).

Una de las preocupaciones en esta actividad es la compatibilidad que pueda existir entre el uso de insecticidas químicos y biológicos con estos parasitoides, en el ecosistema cafetero. Estudios previos con *C. stephanoderis* demostraron que es muy susceptible a varios insecticidas (Bustillo *et al.* 1998); sin embargo, fue bastante compatible con los hongos *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Reyes *et al.* 1995) pero se desconoce su acción en relación con *P. nasuta*. Este estudio tuvo por objetivo evaluar en condiciones de campo, el efecto de los insecticidas clorpirifos, endosulfan, fenitrothion, pirimifos metil y del entomopatógeno *B. bassiana*, sobre la supervivencia de *P. nasuta* simulando dos situaciones al aplicar los insecticidas antes y después de la liberación del parasitoide.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó durante los meses de julio a noviembre de 1998 en la Subestación Experimental "Maracay", en Quimbaya, Quindío. Durante el estudio, la humedad relativa promedio fue de 78.1% y la temperatura de 25.7 °C. El tiempo se caracterizó por lluvias muy frecuentes con un acumulado de 831 mm.

Los adultos de *H. hampei* y de *P. nasuta* se obtuvieron de la Unidad de Cría de Parasitoides de Cenicafe en Chinchiná. El hongo, *B. bassiana*, se obtuvo del Centro de Biotecnología "Mariano Ospina Pérez" en Montenegro, Quindío, y correspondió al aislamiento de Cenicafe Bb 9205 cultivado en sustrato de arroz (Antía *et al.* 1992).

Con el fin de cumplir con el objetivo propuesto de estudiar la compatibilidad de *P. nasuta* con varios insecticidas se realizaron dos experimentos en forma simultánea. En cada uno se seleccionó un lote de café de variedad Colombia, la parcela experimental consistió de 9 árboles (3 x 3) y el árbol central del surco medio correspondió a la parcela efectiva, la que se marcó con una cinta plástica de color para facilitar su localización. La unidad experimental fue una rama productiva de este árbol, con frutos en el estado apropiado para el ataque de la broca (150 días de edad), a la cual se le retiraron todos los frutos infestados por este insecto. La infestación con broca se hizo siguiendo el método de mangas entomológicas descrito por Villalba *et al.* (1995).

Uno de los lotes se utilizó para probar la compatibilidad de *P. nasuta* con el uso de insecticidas, realizando primero la aspersión de los insecticidas y luego la liberación del parasitoide al cabo de 1, 7, 14, 21 y 28 días. En el otro lote se liberó primero *P. nasuta* y luego se asperjaron los insecticidas al cabo de 1, 7, 14, 21 y 28 días. Las parcelas se distribuyeron en el campo en un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial 5 x 5 correspondiendo a cinco productos y cinco tiempos de liberación y usando cuatro repeticiones más un testigo para cada tiempo de liberación.

Los insecticidas evaluados fueron clorpirifos, endosulfan, fenitrothion, pirimifos metil y *B. bassiana*, en las presentaciones comerciales de Lorsban 4 E, Thiodan 35 C.E., Sumithion 50 C.E., Actellic 50 C.E. y el hongo "Cebiopest", respectivamente. Las dosis evaluadas fueron 1,5 litros por hectárea para el caso de los insecticidas y 5 x 10⁹ esporas por árbol en caso del entomopatógeno.

Se realizó una infestación artificial usando mangas entomológicas sobre ramas de árboles de café, en relación de cuatro adultos de broca por fruto de café. Treinta y tres días después de hecha la infestación, cuando la población de broca en los frutos garantizó la supervivencia del parasitoide, se dejaron 40 frutos por unidad experimental y se iniciaron las aspersiones de los insecticidas y liberaciones de *P. nasuta*, correspondientes a cada experimento. Para realizar las aspersiones, las mangas se retiraron previamente y se volvieron a colocar una vez ésta se terminó. El parasitoide se liberó en el interior de las mangas en una relación de 1.5 avispas por fruto brocado.

Los insecticidas se asperjaron con equipos de presión previa retenida (PPR) marca Triunfo, a una presión de 40 lb/pulg² con una boquilla TX3 que garantiza una descarga de 200 cc/min. Para evitar contaminaciones por residuos se optó por usar un equipo diferente para cada tratamiento.

Los tratamientos se evaluaron al cabo de cuatro días de realizada la liberación de *P.*

nasuta en los diferentes tratamientos. Para esto se retiró la rama junto con la manga correspondiente a la unidad experimental y se registró el número de adultos de *P. nasuta* vivos y muertos encontrados fuera de los frutos en las mangas y el número de adultos de *P. nasuta* vivos y muertos dentro de los frutos.

Los frutos se depositaron en cajas galleteras debidamente marcadas y se trasladaron al laboratorio en nevera de icopor, para evitar el escape de parasitoides y brocas. Los frutos se sometieron a deshidratación por ventilación y luego se disecaron para contar el número de estados de *P. nasuta* en su interior. Se excluyeron de la evaluación los frutos vanos, descompuestos, o con presencia de *B. bassiana* en las unidades experimentales donde el hongo no era el tratamiento. Los adultos del parasitoide muertos en los tratamientos con *B. bassiana* y testigo, se colocaron en una cámara húmeda por cuatro días, para favorecer su esporulación y asegurar el diagnóstico de muerte por hongo. Con las variables evaluadas, se estimó para cada tratamiento el porcentaje promedio de mortalidad, basando los estimativos en el total de parasitoides encontrados en las mangas y en el interior de los frutos.

Para realizar los análisis estadísticos los datos en porcentaje se transformaron a raíz cuadrada para normalizarlos y se hizo un análisis de varianza. A través de un análisis de regresión se estimó la ecuación de predicción del porcentaje de mortalidad del parasitoide para cada producto. La comparación de los tratamientos con los intervalos de confianza de los componentes de la ecuación. Los tiempos mínimos requeridos para que los insecticidas no interfirieran con la liberación de *P. nasuta* se estimaron igualando las ecuaciones del porcentaje de mortalidad de cada producto con la del testigo.

Resultados y Discusión

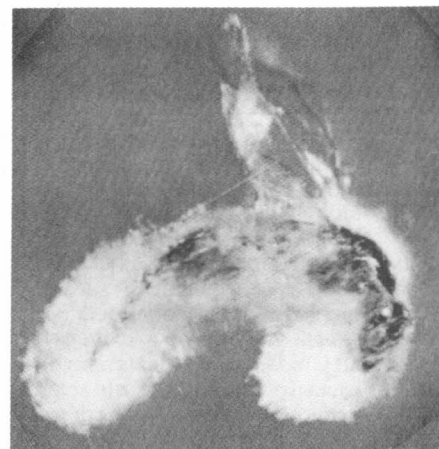
Los resultados del estudio se muestran en las tablas 1 a 8 y en las figuras 3 a 5. Los resultados se presentan y discuten de acuerdo con cada uno de los experimentos.

Aspersión de los productos y posterior liberación del parasitoide

En la tabla 1 se presentan los resultados de la mortalidad promedia causada por los insecticidas a *P. nasuta* cuando se liberaron para el control de la broca días después de la aspersión de los insecticidas. Todos los insecticidas causaron una alta mortalidad al parasitoide la cual se fue reduciendo a medida que se ampliaba el tiempo entre la aspersión de los insecticidas y la liberación de *P. nasuta* (Tabla 1). En promedio, a través de las evaluaciones, el 77% de los parasitoides en el tratamiento con *B. bassiana*, presentaron infección, en tanto que en el testigo fue del 17%. El aspecto de la infección sobre los parasitoides se presenta en la figura 1. La condición de

Tabla 1. Mortalidad promedio causada por insecticidas a *Prorops nasuta* cuando se liberan para el control de la broca días después de la aspersión

Insecticida	% de MORTALIDAD				
	Tiempo de liberación del parasitoide días después de aspersión de los insecticidas				
	1	7	14	22	29
Clorpirifos	96.9	80.0	65.2	49.2	37.5
Endosulfan	85.4	78.6	61.9	39.2	40.9
Fenitrothion	98.3	84.6	57.7	39.7	41.8
Pirimifos metil	97.1	79.0	53.0	44.7	46.2
Beauveria bassiana	82.4	80.8	47.1	40.8	38.7
Testigo	34.8	47.7	49.9	44.9	41.1

**Figura 1** Adulto de *Prorops nasuta* con signos de infección por *Beauveria bassiana*. (Fotografía: Gonzalo Hoyos, Cenicafe)**Tabla 2.** Resultados del análisis de varianza de la mortalidad promedio causada por insecticidas a *Prorops nasuta* cuando se liberan varios días después de la aspersión. Datos transformados a raíz cuadrada

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F
Tiempo de liberación	4	124.5	31.13	86.08	0.0000
Producto	5	24.29	4.859	13.44	0.0000
Interacción	20	37.21	1.860	5.144	0.0000
Error	84	30.38	0.362		
Total	113	225.2			

C. V.=7.9

alta humedad relativa ocasionada por la alta precipitación durante el estudio, unidas al confinamiento de la rama del árbol en las mangas entomológicas, posiblemente facilitaron una mayor infección por el hongo *B. bassiana*. El análisis de varianza (Tabla 2) mostró diferencias significativas ($P=0.05$) entre tiempos de liberación y productos, la interacción producto - tiempo

de liberación también fue significativa ($P=0.05$).

Con el fin de analizar la tendencia de los resultados se hicieron ajustes a varios modelos demostrándose que el lineal fue el más ajustado (Tablas 3 y 3a). No se encontraron diferencias significativas al observar los intervalos de confianza ($P=$

0.05), entre los parámetros de las ecuaciones (intercepto *a*, pendiente *b*) para los diferentes tratamientos, pero sí con el testigo (Fig. 2).

Aquel tiempo en el que la mortalidad del producto se hace igual a la mortalidad del testigo, se considera el plazo recomendado entre la aspersión del insecticida y la liberación del parasitoide (Reyes *et al.* 1995). Para obtener estos plazos se igualaron las ecuaciones estimadas para el porcentaje de mortalidad (PM) de los productos con la del testigo y se despejó la variable independiente días. De acuerdo con los tiempos indicados en la tabla 4, se considera que un plazo mínimo de 23.4 días es el más indicado para liberar el parasitoide después de la aspersión de cualquiera de los insecticidas. Estudios con *C. stephanoderis* demostraron que este plazo debe ser mínimo de 15 días para el hongo *B. bassiana* (Reyes *et al.* 1995), en el caso de los insecticidas el plazo debe ser de 21 días (Guzmán 1996). Estas diferencias pueden explicarse por las diferencias en las condiciones ambientales en las que se realizaron los experimentos o por una mayor susceptibilidad de *P. nasuta* a estos insecticidas.

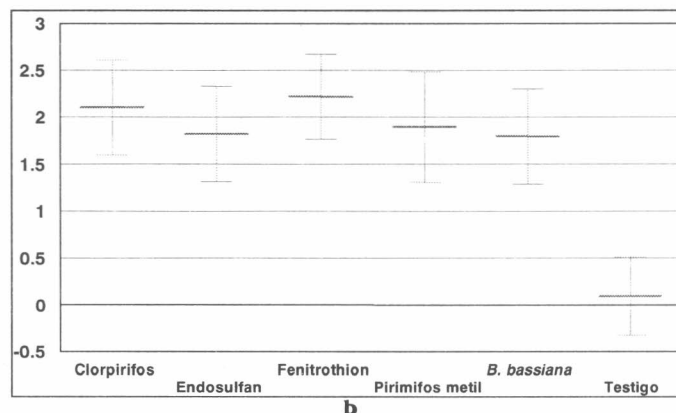
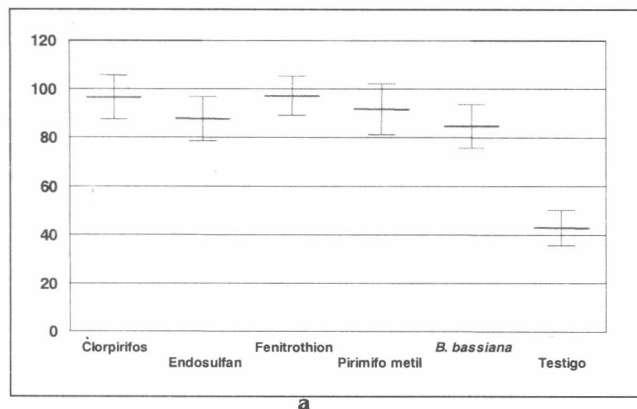
**Figura 2.** Intervalos de confianza para cada uno de los parámetros (intercepto *a* y pendiente *b*) de las ecuaciones de mortalidad de *Prorops nasuta* en los tratamientos cuando los insecticidas se asperjaron primero y posteriormente se liberaron los parasitoides.

Tabla 3. Ecuaciones de predicción del porcentaje de mortalidad (PM) de *Prorops nasuta* en función de su liberación, días después de la aspersión (DDA) de los insecticidas

Insecticidas	Ecuación	R ²
Clorpirifos	PM = 96.64 - 2.10 * DDA	0.8289
Endosulfan	PM = 87.70 - 1.82 * DDA	0.7573
Fenitrothion	PM = 97.20 - 2.22 * DDA	0.8614
Pirimifos metil	PM = 91.67 - 1.89 * DDA	0.7178
<i>Beauveria bassiana</i>	PM = 84.71 - 1.79 * DDA	0.7685
Testigo	PM = 42.94 + 0.09 * DDA	0.0139

Tabla 3a. Niveles de significancia (P>T) y coeficientes de correlación (R²) de tres modelos probados para explicar el comportamiento del porcentaje de mortalidad de *P. nasuta* controlado por el testigo, a través del tiempo entre aspersión y liberación

Tratamiento	Lineal		Lineal transformación log		Cuadrática	
	Pr > ITI Para b	R ²	Pr > ITI Para b	R ²	Pr > ITI Para b ²	R ²
Clorpirifos	0,0001	0,7869	0,0028	0,5094	0,0234	0,8504
Endosulfan	0,0001	0,7024	0,0042	0,5085	0,0827	0,7520
Fenitrothion	0,0001	0,8101	0,0071	0,5317	0,0007	0,9095
Pirimifos metil	0,0001	0,6168	0,0114	0,3770	0,0005	0,8163
<i>B. bassiana</i>	0,0001	0,7043	0,0429	0,4194	0,0116	0,8039

Tabla 4. Intervalo de tiempo estimado entre la liberación de *Prorops nasuta* y la posterior aspersión de los insecticidas para que su efecto sea mínimo

Insecticidas	Intervalo (días)
Clorpirifos	24,5
Endosulfan	23,4
Fenitrothion	23,5
Pirimifos metil	24,6
<i>Beauveria bassiana</i>	22,2

Tabla 5. Mortalidad promedia de *Prorops nasuta* causada por insecticidas asperjados varios días después de su liberación para el control de la broca

INSECTICIDAS	% de MORTALIDAD				
	Aspersión de insecticidas días después de la liberación de <i>Prorops nasuta</i>				
	1	7	15	21	29
Clorpirifos	92.3	70.5	58.3	82.8	85.3
Endosulfan	86.5	60.0	49.3	81.0	81.0
Fenitrothion	94.0	63.5	50.8	78.0	83.3
Pirimifos metil	91.0	64.7	52.0	83.5	82.5
<i>Beauveria. bassiana</i>	46.3	30.0	50.0	75.8	84.0
Testigo	32.8	31.0	46.7	80.0	80.3

Liberación del parasitoides y posterior aspersión de los productos

La mortalidad sobre *P. nasuta* fue alta en todos los tratamientos y se pudo constatar una reducción con la aspersión de los insecticidas hasta 15 días después de la liberación de los parasitoides. La mortalidad generalizada que se presentó después del día 15 de la liberación (Tabla 5) no es atribuible a los tratamientos como lo demuestra el testigo, posiblemente se debió a otras causas abióticas como clima.

El análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad (Tabla 6) mostró diferencias altamente significativas ($P > 0.0001$), entre tiempos de aspersión y productos, la interacción producto-tiempo de aspersión fue altamente significativa. De diferentes modelos probados, para observar la tendencia de los tratamientos a través del tiempo, el cúbico fue el de mejor ajuste. En las tablas 7 y 7a se presentan las ecuaciones de mortalidad por producto y los niveles de significancia.

Los intervalos de confianza (Fig. 3) para los valores estimados del intercepto y los componentes lineal, cuadrático y cúbico de la ecuación de mortalidad por producto muestran diferencias significativas en los tratamientos con insecticidas y los tratamientos hongo y testigo; entre los dos últimos no hubo diferencias significativas. Reyes *et al.* (1995) en estudios de compatibilidad de *B. bassiana* con *C. stephanoderis*, encontraron que el hongo no tuvo efecto significativo sobre el parasitoides cuando se asperjó luego de la liberación. Guzmán (1996), en bioensayos de laboratorio, encontró que al asperjar clorpirifos un día después de liberado *C. stephanoderis*, las mortalidades del parasitoides alcanzaron el 79.4%, resultados que corroboró en experimentos de campo.

Las mortalidades de adultos del parasitoides *P. nasuta*, cuando estos se liberan y luego se asperjan los insecticidas, podrían atribuirse a que no todos los parasitoides permanecen dentro de los frutos una vez han ingresado. Al respecto Hempel (1934) indica que cuando la población de estados inmaduros de la broca en los frutos no garantiza la supervivencia del parasitoides, éste los abandona y vuela en busca de nuevos frutos brocados, de esta forma el parasitoides entraría en contacto con el insecticida o el entomopatógeno.

De acuerdo con los intervalos indicados en la tabla 8, se considera que un plazo superior a los 9 días resulta el más apropiado para asperjar *B. bassiana* después de liberar *P. nasuta*. Para el caso de los insecticidas este plazo debe ser superior a los 20 días. Con respecto al pirimifos metil, la ecuación estimada para el porcentaje de mortalidad matemáticamente se hace igual a la del testigo a los 77 días, pero de acuerdo con la figura 4, en la que se presentan las gráficas correspondientes a la ecuación estimada de mortalidad del producto y el testigo, un plazo superior a 20

Tabla 6. Análisis de varianza de la mortalidad promedio de *Prorops nasuta* causada por insecticidas asperjados varios días después de su liberación para el control de la broca. Porcentajes transformados a raíz cuadrada

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F
Tiempo de aspersión	4	20215.7	5053.9	47.39	0.0001
Producto	5	9298.5	1859.7	17.44	0.0001
Interacción	20	1123.6	556.2	5.22	0.0001
Error	84	8958.5	106.6		
Total	113	48822.5			

C.v. = 15.07

Tabla 7. Ecuaciones de predicción del porcentaje de mortalidad (PM) de *Prorops nasuta* en función de la aspersión de insecticidas, días después de la liberación (DDL)

Insecticida	R ²	Ecuación
Clorpirifos	0.4401	PM= 102.401 - 8.6565 *DDL + 0.5573 *DDL ² - 0.0959 *DDL ³
Endosulfan	0.5900	PM= 98.4023 - 10.878 *DDL + 0.7489 *DDL ² - 0.0136 *DDL ³
Fenitrothion	0.7881	PM= 105.781 - 11.028 *DDL + 0.7027 *DDL ² - 0.0120 *DDL ³
Pirimifos metil	0.5981	PM= 103.355 - 11.122 *DDL + 0.7690 *DDL ² - 0.0141 *DDL ³
<i>B. bassiana</i>	0.7688	PM= 53.4673 - 7.7911 *DDL + 0.7233 *DDL ² - 0.0144 *DDL ³
Testigo	0.9194	PM= 38.1946 - 5.0130 *DDL + 0.5927 *DDL ² - 0.0127 *DDL ³

días constituye un mejor criterio técnico para la aspersión, puede notarse que aunque en este plazo las curvas no se cortan, su aproximación es notoria.

Los niveles de mortalidad que se presentaron en el tratamiento testigo, entre 34.8% y 49.9% (para el primer experimento) y entre 31.0 y 80.3% (para el segundo), están indicando la susceptibilidad del parasitoide a la manipulación. Es posible que las frecuentes lluvias, que caracterizaron el tiempo en el que se realizó el experimento, hayan sido otro factor importante de mortalidad. Bacca *et al.* (1998), en trabajos de campo con *P. nasuta* utilizando mangas entomológicas, registraron mortalidades naturales del 37%.

El efecto letal de insecticidas sobre la fauna benéfica ha sido bien documentado en la literatura (Wilkinson *et al.* 1979, Pitts y Pieters 1982, Peter y David 1988, Tilman y Scott 1997). Sin embargo, en estudios de laboratorio, se indica que *P. nasuta* y *C. stephanoderis* pueden resistir concentraciones entre 30 y 40 veces más altas de endosulfan que la broca del café (Brun y Decazy 1992), lo que contrasta con estudios hechos por Ramos (1993) en Centroamérica en los que encontró que el endosulfan formulado como Thiodan 35 EC, fue más tóxico a *C. stephanoderis* que a la broca. Resultados similares a estos fueron encontrados por Guzmán (1996) en

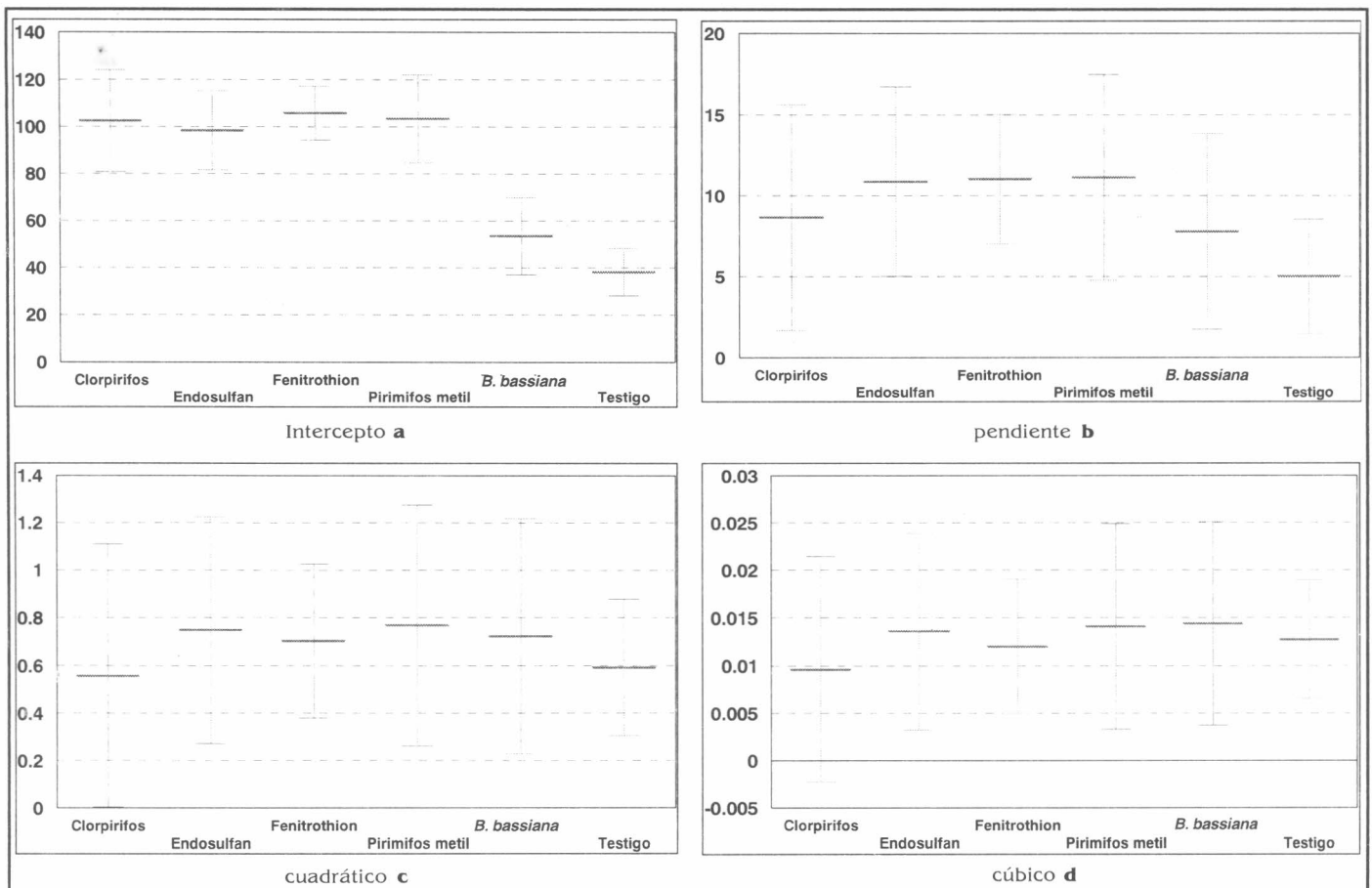
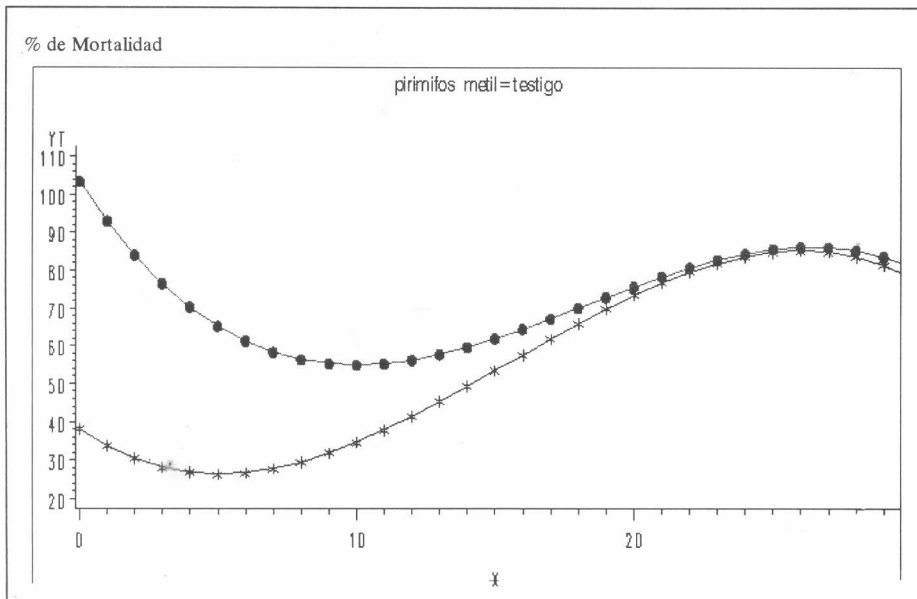


Figura 3. Intervalos de confianza para cada una de los parámetros (intercepto **a**, pendiente **b**, cuadrático **c** y cúbico **d**) de las ecuaciones de mortalidad de *Prorops nasuta* con los tratamientos, cuando los parasitoides se liberaron primero y posteriormente se asperjaron los insecticidas.

Tabla 7a. Niveles de significancia (PT) y coeficientes de correlación (r-square) de tres modelos probados para explicar el comportamiento del porcentaje de mortalidad de *P. nasuta* a través del tiempo entre liberación y aspersión

Tratamiento	Lineal		Cuadrática		Cúbica	
	Pr > ITI Para b	R ²	Pr > ITI Para b ²	R ²	Pr > ITI Para b ³	R ²
Clorpirifos	0,8253	0,0029	0,0131	0,3296	0,1059	0,4401
Endosulfan	0,7240	0,0071	0,0045	0,3909	0,0132	0,5900
Fenitrothion	0,8251	0,0028	0,0001	0,6137	0,0023	0,7881
Pirimifos metil	0,7910	0,0048	0,0160	0,3521	0,0144	0,5981
<i>B. bassiana</i>	0,0001	0,5856	0,1355	0,6411	0,0115	0,7688
Testigo	0,0001	0,8145	0,7052	0,8162	0,0005	0,9194



X= Días después de la liberación de *P. nasuta*

Figura 4. Curvas de mortalidad en porcentaje de *Prorops nasuta* en los tratamientos pirimifos-metil (superior) y testigo (inferior). Obsérvese que las mortalidades se hacen iguales hacia los 20 días.

Tabla 8. Intervalo de tiempo estimado entre la aspersión de insecticidas y la liberación de *Prorops nasuta* para que causen el mínimo efecto

Insecticidas	Intervalo (días)
Clorpirifos	21,9
Endosulfan	18,2
Fenitrothion	17,4
Pirimifos metil	77,2
<i>Beauveria bassiana</i>	8,6

Colombia y en este estudio donde se ha demostrado que esta formulación de endosulfan no es selectiva a los parasitoides de la broca usando las dosis comerciales recomendadas para el control de este insecto.

Conclusiones

- Los insecticidas clorpirifos, endosulfan, fenitrothion, pirimifos metil y el entomopatógeno *B. bassiana* no fueron fisiológicamente selectivos al parasitoide *P.*

nasuta. Cierta selectividad ecológica puede obtenerse separando en el tiempo el uso de estos componentes:

- Para garantizar la eficacia de estos métodos de control (parasitoides, insecticidas biológicos y químicos) en programas de manejo integrado de la broca, se recomienda guardar un intervalo de tiempo prudencial en su uso.

- Para el caso entre la aspersión de los insecticidas y la liberación de *P. nasuta*, éste debe ser mínimo de 24 días; pero si primero se libera el parasitoide, el plazo para asperjar los insecticidas debe ser mínimo de 20 días. Cuando se trata de *B. bassiana*, el plazo entre la aspersión y la liberación del parasitoide debe ser mínimo de 24 días y si primero se hace la liberación, el plazo para la aspersión debe ser mínimo de 9 días.

- En este estudio se comprobó de nuevo que el endosulfan no es selectivo a los parasitoides de la broca del café.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Bacterióloga Patricia Marín por su colaboración en los trabajos con *B. bassiana* y al I. A. Luis Fernando Machado y su personal de la Subestación Experimental "Maracay", por la colaboración prestada en las labores de campo.

Bibliografía

ANTIA, O. P.; POSADA, F. J.; BUSTILLO, A. E.; GONZALEZ, M. T. 1992. Producción en finca del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. Cenicafé, Avances técnicos No. 182, 12p.

BACCA I., R. T.; BUSTILLO P., A. E.; OROZCO H., J.; CHAVES C., B. 1998. Evaluación de la capacidad depredadora del parasitoide *Prorops nasuta* Waterston (Hymenoptera: Bethyilidae) sobre *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) en condiciones de campo. Resúmenes, XXV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, SOCOLEN, Cali. p. 107.

BRUN, L. O.; DECAZY, B. 1992. Etude de la toxicité de l'endosulfan sur l'entomofaune parasitaire du scolyte des fruits de caféier *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae). Café Cacao Thé 36 (2): 121-128.

BUSTILLO, A. E. 1991. Perspectivas de un manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* en Colombia. Agricultura Tropical (Colombia) 28 (1): 83-93.

BUSTILLO, A. E. 1998. Control of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, by fungal pesticides in Colombia. En: Proc. Internac. Workshop, 9 - 13 december 1996, Berlin, Germany. Biotechnology for crop protection - its potential for developing countries. Zentraistellefur Ernährung und Landwirtschaft (ZEL)- Feldafing / Zschortau, p. 219-229.

BUSTILLO, A. E. 1999. Avances en el control biológico de la broca del café, *Hypothenemus hampei*, bajo la estrategia MIP.

- Memorias XXVI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen, Bogotá, julio 28-30, p. 98-102.
- BUSTILLO, A. E.; POSADA, F. J. 1996. El uso de entomopatógenos en el control de la broca del café en Colombia. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica), 42: 1-13.
- BUSTILLO, A. E.; CASTILLO, H.; VILLALBA, D.; MORALES, E.; VELEZ, P. E. 1991. Evaluaciones de campo con el hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* en Colombia. ASIC, 14e. Colloque, San Francisco, EE.UU., 1991. p. 679-686.
- BUSTILLO, A. E.; VILLALBA, D.; OROZCO, J.; BENAVIDES, P.; REYES I. C.; CHAVES, B. 1995. Integrated pest management to control the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, in Colombia. ASIC, 16e. Colloque, Kyoto, Japan, p. 671-680.
- BUSTILLO, A. E.; OROZCO, J.; BENAVIDES, P.; PORTILLA, M. 1996. Producción masiva y uso de parasitoides para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia. Revista Cenicafé 47 (4): 215-230.
- BUSTILLO, A. E.; CARDENAS, R.; VILLALBA, D.; BENAVIDES, P.; OROZCO, J.; POSADA, F. 1998. Manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 134p.
- CARDENAS, R. 1991. La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). En: SEMINARIO sobre broca del café. Socolen, Medellín, 21 de mayo de 1990. Miscelánea No.18, p. 1-13.
- CISNEROS, P.; TANDAZO A. 1991. Evidencias sobre el establecimiento del parasitoide *Prorops nasuta* W. en el suroriente de Ecuador. En: SEMINARIO sobre broca del café. Socolen, Medellín, 21 de mayo de 1990. Miscelánea No.18, p. 50-57.
- FLOREZ, E.; BUSTILLO, A. E.; MONTOYA, E. C. 1997. Evaluación de equipos de aspiración para el control de *Hypothenemus hampei* con el hongo *Beauveria bassiana*. Revista Cenicafé 48 (2): 92-98.
- GUZMAN, D. E. 1996. Efecto de varios insecticidas sobre el parasitoide de la broca del café *C. stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethylinidae). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Manizales, Colombia. 131p.
- HEMPEL, A. 1934. A *Prorops nasuta* Waterston no Brasil. Arquivos do Instituto Biológico 5: 198-217.
- OROZCO, J. 1995. Uso de parasitoides de origen africano para el control de la broca en Colombia. Memorias XXII Congreso de SOCOLEN. Bogotá, Julio 26-28, p. 102-108.
- OROZCO, J.; ARISTIZABAL, L. F. 1996. Parasitoides de origen africano para el control de la broca del café. Avances Técnicos de Cenicafé No. 223. Chinchiná, enero de 1996.
- PETER, C.; DAVID, B. V. 1988. Comparative toxicities of some insecticides to *Chilocorus nigritus* (F) Coccinellidae: Coleoptera. Pesticides 22 (1): 23-25.
- PITTS, D. L.; PIETERS, E. P. 1982. Toxicity of chlordimeform and methomyl to predators of *Heliothis* spp. on cotton. Journal of Economic Entomology 75 (2): 353-355.
- PORTILLA, M.; BUSTILLO, A. E. 1995. Nuevas investigaciones en la cría masiva de *Hypothenemus hampei* y de sus parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta*. Revista Colombiana de Entomología 21 (1): 25-33.
- POSADA, F. J. 1998. Production, formulation and application of *Beauveria bassiana* for control of *Hypothenemus hampei* in Colombia. University of London, Imperial College of Science, Technology and Medicine, Department of Biology, UK. Thesis for the degree of Doctor Philosophy. 227p.
- QUINTERO, C.; BUSTILLO, A. E.; BENAVIDES, P.; CHAVES, B. 1998. Evidencias del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethylinidae) en cafetales del departamento de Nariño, Colombia. Revista Colombiana de Entomología 24 (3-4): 141-147.
- RAMOS M., J. M. 1993. Susceptibilidad del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethylinidae) y su huésped la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), a diferentes plaguicidas en laboratorio. Trabajo de grado de Químico Agrícola. Universidad Autónoma de Chiapas. Tapachula, Mexico. 103p.
- REYES, I. C.; BUSTILLO, A. E.; CHAVES, B. 1995. Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre el parasitoide de la broca del café, *Cephalonomia stephanoderis*. Revista Colombiana de Entomología 21 (4): 199-204.
- TILLMAN, P. G.; SCOTT, W. 1997. Susceptibility of *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) to field rates of selected cotton insecticides. Journal of Entomological Science 32 (3): 303-310.
- VILLALBA, D. A.; BUSTILLO, A. E.; CHAVES, B. 1995. Evaluación de insecticidas para el control de la broca del café en Colombia. Revista Cenicafé 46 (3): 152-163.
- WILKINSON, J. D.; BIEVER, K. D.; IGNOFFO, C. M. 1979. Synthetic pyrethroid and organophosphate insecticides against the parasitoid *Apanteles marginiventris* and the predators *Geocoris punctipes*, *Hippodamia convergens*, and *P. maculiventris*. Journal of Economic Entomology 72 (4): 473-475.
- YOKOYAMA, M.; NAKAMO, O.; RIGITANO, R. L. DE O.; NAKAYAMA, K. 1978. Situação atual da vespa de Uganda *Prorops nasuta* Waterston 1923. (Hymenoptera: Bethylinidae) no Brasil. Científica 5 (7): 394.