

Determinación del establecimiento de parasitoides de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) en cafetales del Soconusco, Chiapas, México.

Jaime Gómez Ruiz¹, Andoni Santos Ovilla², Javier Valle-Mora¹ y Pablo J. Montoya Gerardo³

¹El Colegio de la Frontera Sur. Carretera Antigua Aeropuerto Km. 2.5. Apartado Postal 36, 30700 Tapachula, Chiapas, México.

²Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera a Puerto Madero Km. 1.5, Colonia Centro, 30700 Tapachula, Chiapas, México.

³Programa Moscamed, Dirección General de Sanidad Vegetal, SAGAR. Apartado Postal 368, 30700 Tapachula, Chiapas, México.

Resumen

GÓMEZ RUIZ J, SANTOS OVILLA A, VALLE-MORA J, MONTOYA GERARDO PJ. 2010. Determinación del establecimiento de parasitoides de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) en cafetales del Soconusco, Chiapas, México. ENTOMOTROPICA 25(1): 25-36.

El presente estudio fue conducido en plantaciones de café del Soconusco, Chiapas para evaluar el establecimiento de tres parasitoides africanos de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) liberados en esta región con fines de control biológico. Durante el período inter cosechas se muestrearon frutos infestados con la broca en 31 plantaciones de café de cuatro municipios. Los frutos colectados fueron observados y disectados para detectar la presencia de cualquier estadio o restos de los siguientes parasitoides de la broca del café: *Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta* y *Phymastichus coffea*, así como del parasitoide nativo *Cephalonomia hyalinipennis*. Para su análisis se consideraron diferentes variables, como liberación previa de parasitoides, especies de café sembradas, altitud de los sitios, la existencia previa de crías rurales, presencia de ríos y condiciones del cafetal (cuidado o descuidado). Estos datos fueron utilizados en un Modelo Lineal Generalizado. Los resultados mostraron que *C. stephanoderis* se encontró en el 67,74% de las muestras, con porcentajes de parasitismo entre 0,33 y 26 %. *C. hyalinipennis* fue detectado en un sitio con parasitismo de 3%. *P. nasuta* y *P. coffea* no fueron detectados. La presencia de *C. stephanoderis* fue correlacionada con la altitud, las especies de café y el número de liberaciones previas, entre otros. Se confirma el establecimiento de *C. stephanoderis*, 20 años después de su primera liberación en plantaciones de café de Chiapas, México.

Palabras clave adicionales: Bethyidae, *Cephalonomia stephanoderis*, *Cephalonomia hyalinipennis*, *Prorops nasuta*, *Phymastichus coffea*.

Abstract

GÓMEZ RUIZ J, SANTOS OVILLA A, VALLE-MORA J, MONTOYA GERARDO PJ. 2010. Determination of the establishment of parasitoids of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in coffee plantations of Soconusco, Chiapas, México. ENTOMOTROPICA 25(1): 25-36.

The present study was conducted in coffee plantations of Chiapas to evaluate the establishment of three African parasitoids of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (CBB), that have been released in this region for biological control purposes. During the inter cropping period were sampled fruits infested with the CBB from 31 coffee plantations in four municipalities. The infested fruits were dissected in order to detect the presence of any of the three species of CBB parasitoids: *Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta* and *Phymastichus coffea*. We were also looking for parasitism by the native parasitoid *Cephalonomia hyalinipennis*. For analysis, we considered several variables, such as parasitoid earlier releases, species of coffee planted, altitude of sites, the prior existence of rural

young, presence of rivers and conditions of coffee (careful or careless). This data was analysed in a Generalized Lineal Model. The results showed that *C. stephanoderis* was found in 67,7% of samples, and the percent of parasitism ranged from 0,33 to 26%. *C. hyalinipennis* was only detected in a single sample and its parasitism was 3%. *P. nasuta* and *P. coffea* were not found in the samples. The presence of *C. stephanoderis* was correlated with altitude, the species of coffee and the number of previous releases, among others. In this study we confirm the establishment of *C. stephanoderis*, 20 years after its first release in coffee plantations of Chiapas, Mexico.

Additional key words: Bethyridae, *Cephalonomia stephanoderis*, *Cephalonomia hyalinipennis*, *Prorops nasuta*, *Phymastichus coffea*.

Introducción

El café (*Coffea* spp.) es una planta de origen africano que pertenece a la familia de las rubiáceas. Existen 64 especies del género *Coffea*, pero el 70% de la producción mundial de café proviene de las especies *Coffea arabica* Linneo y *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Maestri y Santos 1977). Los dos países con mayor producción son Brasil y Colombia, seguidos por Indonesia, Vietnam y México (ICO 2006).

El cultivo del café se ve afectado por la presencia de plagas y enfermedades que perjudican la productividad y la calidad del grano. Entre las plagas, la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) es considerada la de mayor importancia en las regiones cafetaleras del mundo (Le Pelley 1968, Barrera et al. 2007), ya que ataca directamente al fruto causando pérdidas de peso, depreciación del grano y baja calidad de la bebida por presencia de impurezas en los granos brocados (Waterhouse y Norris 1989, Damon 2000). En México se tienen evidencias de su presencia desde 1978 (Baker 1984), cuando se reportó por primera vez en el estado de Chiapas. Muchos años después se reportó en los estados de Oaxaca, Guerrero, Veracruz, Puebla, Hidalgo, Nayarit, San Luis Potosí y Querétaro y más

tarde se le detectó en Jalisco, Colima y Tabasco (Ramírez et al. 2007).

Hypothenemus hampei es originario de África y fue introducido al continente americano a principios del siglo pasado, donde encontró condiciones propicias para su desarrollo por la falta de reguladores biológicos (Klein-Koch et al. 1988). Debido a lo anterior, se implementaron programas de control biológico para la búsqueda, introducción y establecimiento de enemigos naturales de otras regiones cafetaleras del mundo (Barrera et al. 1990b y c, Murphy y Moore 1990). El control biológico clásico, a través de sus enemigos naturales, es una de las herramientas más promisorias, ya que una vez implementado es barato y accesible para los productores (Barrera et al. 1990a).

En México, se han criado cuatro especies de parasitoides del orden Hymenoptera en el laboratorio (Barrera 2005). Tres de ellas pertenecientes a la familia Bethyridae, *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, *C. hyalinipennis* Ashmead y *Prorops nasuta* Waterston; en tanto que *Phymastichus coffea* LaSalle, es de la familia Eulophidae. Las hembras de los tres betílidos se alimentan y ovipositan externamente (ectoparasitoides) sobre larvas/pupas de *H. hampei*, mientras que *P. coffea* es un endoparasitoide de adultos.

Cephalonomia stephanoderis ha sido el parasitoide de la broca del café más utilizado en programas de liberaciones masivas con fines de control biológico. En México, se realizaron las primeras liberaciones con fines de establecimiento en cafetales del Soconusco Chiapas, entre 1988 y 1990 (Barrera et al. 1991a y b) siendo recuperado en los sitios de liberación después de 13 meses. En Ecuador se realizaron liberaciones en 1988, recuperándose a los pocos meses (Klein-Koch et al. 1988), mientras que en Colombia fue recuperado en campo después de 4 años de haberse liberado (Quintero et al. 1998). Sin embargo, en estudios recientes en ese país, se demostró su ausencia en los cafetales

(Maldonado y Benavides 2007). En Honduras, su presencia fue observada en el 90% de los sitios muestreados (Rodríguez 2007), mientras que en El Salvador se detectó en el 92% de los sitios después de 10 años de liberaciones (Hernández et al. 2007).

Gran parte de las liberaciones en campo de *C. stephanoderis* en los diferentes sitios de la región del Soconusco en Chiapas, se hicieron a través de las “crías rurales”, concepto que involucra la cría y liberación del agente de control biológico en las comunidades cafetaleras con la participación de los productores (Barrera et al. 1991a). Dentro de esta concepción, las fincas San Miguel, Holanda y los productores de ISMAM, liberaron miles de adultos de *C. stephanoderis* durante 1992-1995 logrando una disminución de la broca hasta cinco veces menor respecto a las fincas vecinas (Barrera 1995 y 1996).

En el caso de *Prorops nasuta*, las primeras liberaciones realizadas con fines de establecimiento a nivel mundial se hicieron en Java en 1923 (Clausen 1978), donde aparentemente no fue exitoso su establecimiento (Begeman 1926). En Brasil, a pesar de ser considerada exitosa su introducción, el programa de control biológico con *P. nasuta* se abandonó en la década de 1940, debido en parte al surgimiento de los insecticidas organoclorados. Un aspecto importante que llamó la atención, fue la recuperación de este parasitoide en las zonas cafetaleras de Brasil en 1975, lo que demostró su capacidad adaptativa, ya que sobrevivió a sequías severas y a fuertes heladas que afectaron los cafetales por varios años en ese país (Yokohama et al. 1978). En Ecuador su establecimiento se logró gracias a las liberaciones de adultos criados en el laboratorio (Cisneros y Tandazo 1990). En México, este parasitoide no ha logrado su establecimiento en el campo (Infante et al. 2001). En Colombia, después de 15 años de liberaciones, se ha encontrado en casi todos los sitios muestreados (Maldonado y Benavides 2007).

Cephalonomia hyalinipennis, es un parasitoide nativo de la broca del café, que fue descubierto en 1997 en muestras de café de la Finca el Encanto en Tuxtla Chico, Chiapas (Pérez-Lachaud 1998). Esta especie, a pesar de haberse criado bajo condiciones de laboratorio, no ha sido liberado en los cafetales, ya que se demostró que además de actuar como parasitoide, también es un hiperparásito de larvas de *C. stephanoderis* (Pérez-Lachaud et al. 2004).

Phymastichus coffea, parasitoide de adultos de la broca y de reciente introducción en México, fue liberado con fines experimentales en algunos sitios de la región del Soconusco (Infante et al. 1994). Los estudios demostraron que *P. coffea* sólo fue recuperado hasta tres meses después de su liberación, en tanto que en muestras posteriores no hubo presencia de este parasitoide (Castillo et al. 2004). Sin embargo, estudios realizados en Colombia, mencionan su establecimiento en campo (Aristizabal et al. 2004, Baker 1999).

Los primeros estudios realizados para determinar el establecimiento de los parasitoides de la broca del café en el mundo, demuestran que solamente *C. stephanoderis* y *P. nasuta* han logrado establecerse en algunos sitios donde fueron liberados (Dufour et al. 1999). Sin embargo, se desconoce su presencia en zonas donde nunca se ha liberado, además que no se han realizado estudios recientes para determinar cuál es el estado que guardan estos parasitoides. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el establecimiento de los tres parasitoides de la broca del café y del parasitoide nativo.

Materiales y Métodos

Para la evaluación del establecimiento de los parasitoides se seleccionaron 31 sitios cafetaleros de la región del Soconusco (Figura 1), tomando en consideración antecedentes previos de liberación con parasitoides, la existencia de manejo de crías rurales, las especies de café presente, la altura sobre el nivel del

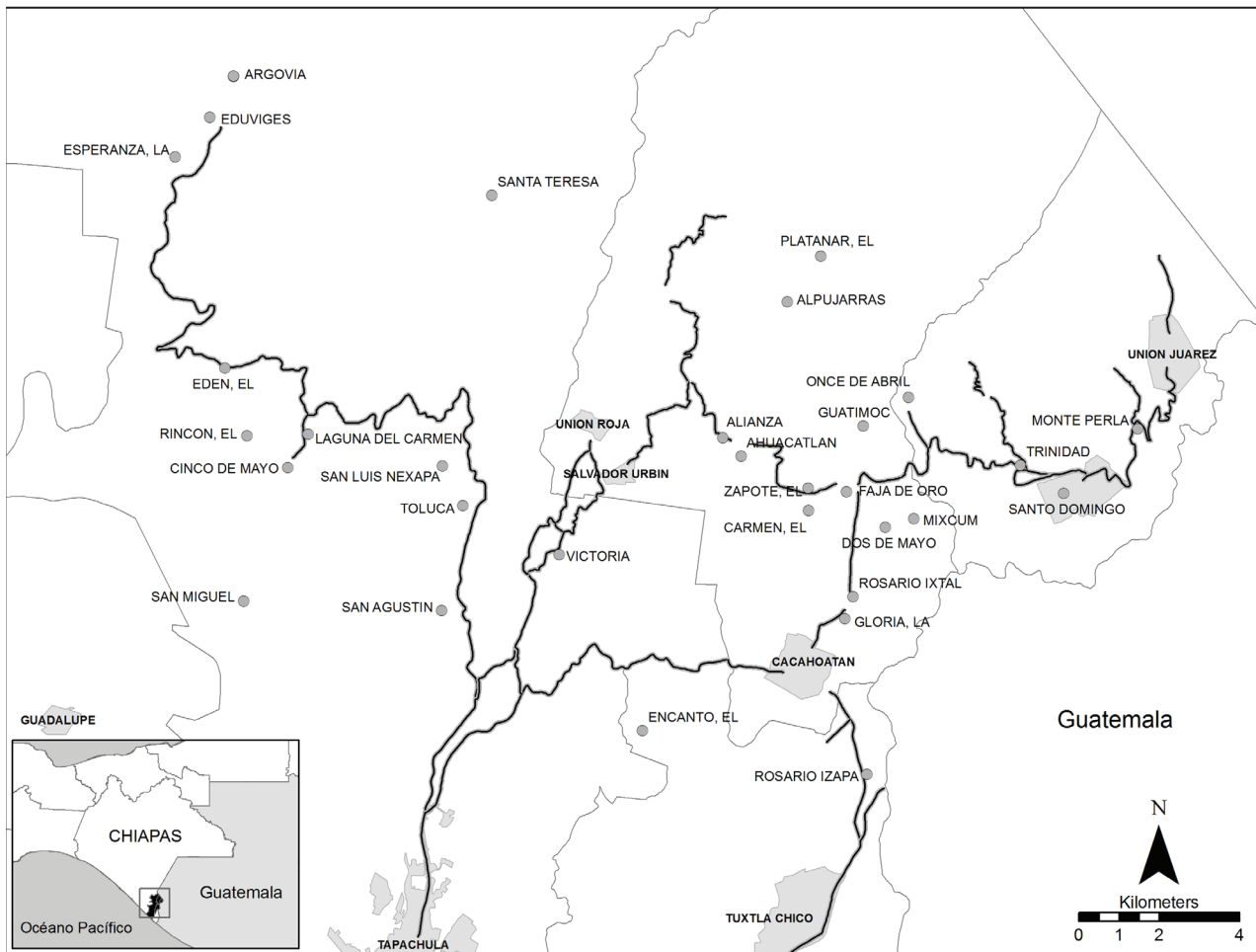


Figura 1. Mapa donde se indican los sitios que se muestrearon para determinar la presencia de parasitoides de la broca del café en el Soconusco, Chiapas.

mar, presencia de ríos y condiciones del cafetal (cuidado o descuidado) durante el muestreo (Cuadro 1). Los sitios seleccionados se ubicaron en los municipios de Cacahoatán, Unión Juárez, Tuxtla Chico y Tapachula.

En cada una de las fincas y ejidos seleccionados, se eligió un sitio de la parte central del área sembrada con café, donde se realizó el muestreo en un radio aproximado de 500 metros. De cada sitio se tomaron 300 frutos perforados secos, tanto de la planta como del suelo (pepena y repela), la cantidad de frutos propuesta por Barrera y Valle (2004) para tener una alta confiabilidad en muestreos relacionados con la broca del café y sus parasitoides. La época de

colecta se realizó durante los meses de enero a abril (época inter cosecha) ya que la disposición de frutos es menor que durante la cosecha y las probabilidades de detectar a los parasitoides es mayor.

Diseción de frutos

Los frutos colectados se colocaron en bolsas de polipapel, rotulándose con la fecha y lugar del muestreo. Estos fueron trasladados al laboratorio para su disección, utilizando un microscopio estereoscópico, navaja con bisturí y pinceles. Para determinar la presencia de los parasitoides *C. stephanoderis* y *P. nasuta*, se tomó como criterio la observación de cualquier

Cuadro 1. Características de los sitios muestreados para detectar la presencia o ausencia de parasitoides de la broca del café en el Soconusco, Chiapas, México.

Lugar	Municipio	Altitud (m)	Presencia de arroyos y/o ríos	Café sembrado	Parasitoide liberado previamente	Antecedentes de cría rural	Condición del cafetal
Ejido Platanar	Cacahoatán	1270	No	<i>C. arabica</i>	<i>C. stephanoderis</i> , <i>P. coffea</i>	No	Cuidado
Ejido Alpujarras	Cacahoatán	1144	No	<i>C. arabica</i> y <i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i> , <i>P. nasuta</i>	No	Descuidado
Ejido Ahuacatlán	Cacahoatán	945	No	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i> , <i>P. nasuta</i>	No	Cuidado
Finca Alianza	Cacahoatán	788	Si	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i> , <i>P. coffea</i> y <i>P. nasuta</i>	No	Cuidado
Ejido Guatimoc	Cacahoatán	746	Si	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i>	No	Descuidado
Ejido 2 de Mayo	Cacahoatán	711	Si	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i>	No	Descuidado
Finca El Zapote	Cacahoatán	709	No	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i>	No	Descuidado
Ejido Faja de Oro	Cacahoatán	708	No	<i>C. arabica</i> y <i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i>	No	Cuidado
Ejido Mixcum	Cacahoatán	659	No	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i>	No	Descuidado
Ejido El Carmen	Cacahoatán	633	No	<i>C. canephora</i>	Ninguno	No	Cuidado
Ejido Rosario Ixtal	Cacahoatán	620	Si	<i>C. arabica</i> y <i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i>	No	Cuidado
Finca La Gloria	Cacahoatán	561	Si	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i> , <i>P. coffea</i> y <i>P. nasuta</i>	No	Cuidado
Finca El Encanto	Cacahoatán	483	No	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i> , <i>P. coffea</i> y <i>P. nasuta</i>	No	Cuidado
Ejido Trinidad	Unión Juárez	976	No	<i>C. arabica</i> y <i>C. canephora</i>	Ninguno	No	Cuidado
Ejido Santo Domingo	Unión Juárez	804	No	<i>C. arabica</i> y <i>C. canephora</i>	Ninguno	No	Cuidado
Ejido 11 de Abril	Unión Juárez	764	Si	<i>C. arabica</i> y <i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i>	No	Cuidado
Finca Monte Perla	Unión Juárez	704	No	<i>C. arabica</i>	<i>P. coffea</i>	No	Cuidado
Finca Santa Teresa Chicharras	Tapachula	912	No	<i>C. arabica</i>	<i>C. stephanoderis</i>	Si	Cuidado
Finca Argovia	Tapachula	590	No	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i>	Si	Cuidado
Finca Laguna El Carmen	Tapachula	544	No	<i>C. arabica</i>	<i>C. stephanoderis</i>	No	Descuidado
Finca El Rincón	Tapachula	537	Si	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i> , <i>P. coffea</i>	Si	Cuidado
Ejido El Edén	Tapachula	532	No	<i>C. arabica</i>	<i>C. stephanoderis</i> , <i>P. coffea</i>	No	Descuidado
Ejido 5 de Mayo	Tapachula	514	No	<i>C. canephora</i>	Ninguno	No	Descuidado
Ejido Toluca	Tapachula	513	No	<i>C. canephora</i>	Ninguno	No	Cuidado
Finca Eduviges	Tapachula	512	Si	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i>	Si	Cuidado
Finca La Esperanza	Tapachula	496	Si	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i> , <i>P. nasuta</i>	Si	Cuidado
Finca San Luis Nexapa	Tapachula	488	No	<i>C. arabica</i>	<i>C. stephanoderis</i>	No	Cuidado
Cantón Victoria	Tapachula	460	No	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i>	No	Cuidado
Finca San Agustín	Tapachula	413	No	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i> , <i>P. nasuta</i>	No	Cuidado
Finca San Miguel	Tapachula	406	No	<i>C. canephora</i>	<i>C. stephanoderis</i> , <i>P. coffea</i> y <i>P. nasuta</i>	Si	Cuidado
Campo Experimental Rosario Izapa	Tuxtla Chico	427	No	<i>C. arabica</i>	<i>C. stephanoderis</i> , <i>P. coffea</i> y <i>P. nasuta</i>	No	Descuidado

estadio adultos o cocones, de los mismos en el interior de los frutos (Barrera et al. 1998). Para el caso de *Phymastichus coffea* se observó si en la perforación que hace la broca en el fruto habían brocas adultas y si éstas presentaban una perforación en el ápice del abdomen, característica que demuestra la emergencia de adultos de este parasitoide (Infante et al. 2003).

Modelo estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados por un Modelo Lineal Generalizado con Estructura de Error Binomial (SAS System Windows, Release 8.02), donde se comparó la presencia de parasitoides en las muestras con respecto a las siguientes variables: antecedentes previos de liberación con parasitoides, la existencia de crías rurales, especies de café presentes, altura sobre el nivel del mar, presencia de ríos y/o arroyos y las condiciones del cafetal (cuidado o descuidado), con la finalidad de determinar si alguna de estas variables estaba influyendo en la presencia o no de parasitoides.

Resultados

Las disecciones de los frutos colectados en las plantas registraron porcentajes de parasitismo que oscilaron entre 0,33 y 26,0%, con un promedio de 4,61% (± 7.42), en la mayoría de los sitios muestreados, mientras que en los frutos tomados del suelo no se encontró presencia de parasitoides, debido a que los frutos presentaban alta humedad y un grado de descomposición avanzado, lo que dificultó detectar la presencia de los insectos. El 67,74% de los sitios estudiados de la región Soconusco en el presente trabajo, tuvieron la presencia de alguno de los parasitoides de la broca.

Cephalonomia stephanoderis fue el parasitoide que se encontró en mayor proporción en los frutos muestreados, seguido de *Cephalonomia hyalinipennis*. Los otros dos parasitoides, *Prorops*

nasuta y *Phymastichus coffea*, no se encontraron en ninguno de los frutos disectados (Cuadro 2).

Los sitios que registraron los mayores valores de parasitismo con *Cephalonomia stephanoderis* fueron las fincas La Gloria y La Esperanza, con el 26% cada uno, mientras que el porcentaje más bajo fue de 0,33% registrado en el ejido Rosario Ixtal y la finca Laguna El Carmen. Para el caso del parasitoide *Cephalonomia hyalinipennis* se encontró el 3% de parasitismo, en la Finca Monteperla, único sitio donde se detectó su presencia.

De los 31 sitios seleccionados para el muestreo, en 25 de ellos se había realizado liberaciones previas de adultos de *C. stephanoderis*, pero sólo en 17 se encontró la presencia de este parasitoide en el presente estudio (Cuadro 1 y 2).

Los mayores porcentajes de parasitismo encontrados en los diferentes sitios fueron en cafetales sembrados con café robusta (47,6%), posteriormente la mezcla árabe y robusta (28,5%) y por último el café árabe (23,8%).

El análisis estadístico realizado, mostró que las variables que influyeron en la presencia de parasitoides en los sitios muestreados fueron la altura del cafetal ($P=0,0005$), la especie de café sembrada ($P=0,001$), la presencia de crías rurales ($P=0,00003$) y las liberaciones previas ($P=0,008$), mientras que la presencia de ríos y/o arroyos ($P=0,31$) y la condición del cafetal ($P=0,93$) no tuvieron ninguna influencia (Cuadro 3).

Discusión y Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que la mayoría de los sitios estudiados de la región Soconusco, cuentan con la presencia de algún parasitoide de la broca del café. Se comprobó el establecimiento de *C. stephanoderis* en la mayoría de los sitios donde se habían liberado y además se corroboró su capacidad de dispersión, ya que se le encontró en sitios donde nunca antes se habían liberado, demostrando con ello su adaptación a las condiciones de la región

Cuadro 2. Porcentajes de parasitismo y especies de parásitos obtenidos de la disección de los frutos de los diferentes sitios examinados.

Sitios	Presencia de parasitoides	Especie encontrada	Parasitismo (%)	Altitud (m)
Ejido Platanar	Si	<i>C. stephanoderis</i>	0,769	1270
Ejido Alpujarras	Si	<i>C. stephanoderis</i>	5	1130
Ejido Trinidad	Si	<i>C. stephanoderis</i>	6	994
Ejido Ahuacatlan	Si	<i>C. stephanoderis</i>	2	945
Fca. Santa Teresa Chicharas	Si	<i>C. stephanoderis</i>	9	912
Ejido Santo Domingo	Si	<i>C. stephanoderis</i>	3	790
Fca. La Alianza	Si	<i>C. stephanoderis</i>	1	788
Ejido Dos de Mayo	No		0	781
Ejido Once de Abril	Si	<i>C. stephanoderis</i>	2	761
Ejido Guatimoc	No		0	746
Ejido Faja de Oro	Si	<i>C. stephanoderis</i>	1	724
Finca El Zapote	Si	<i>C. stephanoderis</i>	1	709
Fca. Monteperla	Si	<i>C. hyalinipennis</i>	3	704
Ejido El Carmen	No	<i>C. stephanoderis</i>	3	684
Ejido Mixcum	No		0	652
Fca. Argovia	No		0	590
Ejido Rosario Ixtal	Si	<i>C. stephanoderis</i>	0,333	585
Fca. La Gloria	Si	<i>C. stephanoderis</i>	26	555
Fca. Laguna El Carmen	Si	<i>C. stephanoderis</i>	0,333	544
Ejido El Edén	No		0	532
Ejido Toluca	No		0	513
Fca. Eduviges	No	<i>C. stephanoderis</i>	0,666	512
Fca. La Esperanza	No	<i>C. stephanoderis</i>	26	496
Fca. San Luis Nexapa	Si		0	488
C. Exp. Rosario Izapa	Si	<i>C. stephanoderis</i>	3	427
Finca El Encanto	No	<i>C. stephanoderis</i>	1	413
FCA. San Agustín	No		0	413
Cantón Victoria	No		0	460
Ejido 5 de Mayo	No		0	514
Fca. El Rincón	Si	<i>C. stephanoderis</i>	2	912
Fca. San Miguel	Si	<i>C. stephanoderis</i>	0,666	406

del Soconusco. Sin embargo, hay que tomar en cuenta también que existen factores que han limitado su establecimiento, ya que en algunos sitios estuvo ausente, a pesar de haberse liberado con anterioridad. Dentro de los factores que han limitado el establecimiento y la efectividad de *C. stephanoderis* se encuentran la cosecha, que ocasiona la mortalidad de los parasitoides

durante el proceso de beneficiado húmedo y la falta de alimentos y refugios al retirar los frutos del campo (Barrera 1994, Dufour et al. 1999)

Se comprobó que el parasitoide *Prorops nasuta* no se ha podido establecer en el campo (Infante et al. 2001), a pesar de que se ha logrado establecer en otras regiones de América con características similares a la región Soconusco (Klein-Koch

Cuadro 3. Resultados del Modelo Lineal Generalizado con Estructura de Error Binomial, donde se compararon la presencia de parasitoides en las muestras con respecto a las diferentes variables donde valores P=0.05 son altamente significativos.

Coefficients:	Valor	Error standard	t	P < 0,05
(Intercept)	-4,68405392	0,51043275	-9,17663287	0,0000000056
Altitud (m)	0,00173899	0,00043233	4,02238655	0,0005711090
esp1	-0,9876202	0,27629359	-3,57453173	0,0016921619
esp2	0,18020245	0,27498922	0,65530732	0,5190641279
rios	-0,32224037	0,31121656	-1,03542166	0,3117200253
condcaf	0,02121178	0,24904348	0,08517298	0,9328942392
libpre	-0,80138616	0,27862111	-2,87625784	0,0087699587
criarur	1,29441817	0,25193062	5,13799469	0,0000377428

esp1 = especie de café (robusta); esp2 = especie de café (arabica); ríos = presencia de ríos y/o arroyos; condcaf = condición del cafetal (cuidado o descuidado); libpre = liberaciones previas de parasitoides; criarur = antecedentes previos de liberaciones de parasitoides.

et al. 1988, Quintero et al. 1998, Maldonado y Benavides 2007), por lo que es necesario realizar más investigaciones para analizar las limitantes que han impedido su establecimiento en nuestro país.

Phymastichus coffea no se encontró en las muestras analizadas, a pesar de que en algunos de los sitios muestreados, se habían realizado liberaciones de este parasitoide un año antes. Lo anterior sustenta el trabajo de López (2008), quien reporta haberlo recuperado en campo hasta nueve meses después de la liberación, pero no encontrarlo a los 12 meses. Debido a que *P. coffea* es un parasitoide de adultos y que la época de su liberación en el campo es en el momento en que *H. hampei* coloniza los frutos, y que además no ha sido posible su establecimiento, será necesario realizar una estrategia de liberaciones periódicas a escala regional para su éxito (Barrera et al. 2008).

El primer reporte de la presencia del parasitoide *C. hyalinipennis* en Chiapas fue en la Finca El Encanto, en el Municipio de Tuxtla Chico (Pérez-Lachaud 1998), pero en las muestras que tomamos de dicha finca no lo encontramos, por el contrario, sólo obtuvimos adultos de *C. stephanoderis*. Sin embargo, en los frutos colectados en la Finca Monteperla,

del municipio de Unión Juárez, se obtuvieron adultos de *C. hyalinipennis*, por lo que éste sería un nuevo reporte de este parasitoide en un sitio diferente del que se encontró por vez primera. Lo anterior es un poco preocupante, ya que bajo condiciones de laboratorio se ha reportado que *C. hyalinipennis*, además de competir por alimento con los otros parasitoides, puede ser una influencia negativa en los cafetales, ya que también actúa como hiperparásito de los parasitoides de la broca (Pérez-Lachaud et al. 2004; Batchelor et al. 2005 y 2006).

Se ha reportado que todas las variedades y especies comerciales de café son atacadas por la broca, aunque se menciona que existe cierta preferencia por el café robusta (*Coffea canephora*) (Barrera 1994). Nuestros resultados confirman dicha preferencia, ya que se encontró mayor porcentaje de parasitoides en cafetales sembrados con café robusta que en sembradíos con café árabe, lo que demuestra la adaptación de *C. stephanoderis* a las condiciones que presentan las plantaciones de esta especie de café.

Los niveles de parasitismo de *C. stephanoderis* encontrados en los diferentes sitios, y la presencia de los parasitoides en los diferentes lugares, se deben en gran parte a las liberaciones previas y periódicas, realizadas en los últimos años por

Ecosur (El Colegio de la Frontera Sur) como parte del trabajo de liberaciones periódicas con fines de establecimiento, y a las liberaciones de adultos realizadas por las diferentes crías rurales. Esto se ve reflejado en los análisis, donde estos dos factores están influyendo en la presencia de parasitoides en las muestras. Algo importante que hay que resaltar, son los años de las últimas liberaciones realizadas de *C. stephanoderis* en los sitios donde se detectó su presencia. Dichas liberaciones fueron hechas en diferentes tiempos, los cuales iniciaron en el año 1990 (dos sitios de liberación), 1992 (tres sitios), 1994 (1 sitio), 1995 (6 sitios), 1997 (1 sitio), 1998 (1 sitio), 2000 (2 sitios) y 2003 (1 sitio) es decir, se tienen 17, 15, 13, 12, 10, 9, 7 y 4 años que se hicieron las últimas liberaciones en dichos sitios, lo que nos demuestra que ya es un hecho su establecimiento en la región.

Es importante mencionar que en las dos fincas que presentaron los mayores porcentajes de parasitismo (26 %) se hicieron las últimas liberaciones en el año 2000 y 2003, pero además, dichas fincas han servido como campos experimentales de Ecosur, donde se han liberado grandes cantidades del parasitoide *C. stephanoderis* con fines de estudio, razón por la cual, se encontraron estos porcentajes de parasitismo. Así mismo, se pudo observar que en sitios donde nunca antes se había liberado a este parasitoide, se detectó su presencia. Estos lugares son: Ejido Trinidad, Ejido Santo Domingo y Ejido El Carmen, lo que demuestra la buena capacidad de dispersión que se ha observado en *C. stephanoderis* hacia otros lugares (Aristizabal et al. 1995).

Ya se mencionó que existen factores importantes que limitan el desarrollo de las poblaciones de los parasitoides y entre estos podemos mencionar la mortalidad ocasionada por el efecto mecánico directo de la cosecha al retirar del cafetal los frutos parasitados y la baja disponibilidad de los estadios de desarrollo de la broca susceptibles de ser parasitados al final del período postcosecha

y al inicio del período de fructificación (Barrera 1994, 1995 y 1996), sin embargo, a poco más de 20 años de las primeras liberaciones de *C. stephanoderis* en la región del Soconusco en Chiapas, con estos estudios se confirma su establecimiento en los cafetales de la región, de tal manera que ahora forman ya parte de la fauna benéfica de la región.

Agradecimientos

Agradecemos al Q. Enrique López Pascasio por su valioso apoyo en la colecta de frutos durante los muestreos, así como al L. I. Higinio López por la elaboración del mapa donde se indican los sitios de muestreo.

Referencias

- ARISTIZÁBAL LF, CHÁVEZ CB, BAKER PS, OROZCO HJ. 1995. Dispersión del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* en el campo en relación a la broca del café (*Hypothenemus hampei*). Avances Técnicos Cenicafé. 18 p.
- ARISTIZÁBAL LF, SALAZAR HM, MEJÍA CG, BUSTILLO AE. 2004. Introducción y evaluación de *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae) en fincas de pequeños cafecultores a través de investigación participativa. *Revista Colombiana de Entomología* 30: 219-224.
- BAKER PS. 1984. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its control in southern Mexico (Coleoptera, Scolytidae). *Folia Entomológica Mexicana* 61: 9-4.
- BAKER PS. 1999. The coffee berry borer in Colombia. Final Report of the DFID CENICAFE-CABI Bioscience IPM for coffee project, 143 p.
- BARRERA JF. 1994. Dynamique des populations du scolyte des fruits du caféier, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera:Scolytidae) et lutte biologique avec le parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera:Bethylidae), au Chiapas, Mexique. [Tesis de Doctorado]. Francia: Universidad Paul Sabatier, Toulouse.

- BARRERA JF. 1995. Los agentes de control biológico de la broca del café en México. En: Memorias del VI Curso Nacional de Control Biológico, SMCB. 6-8 de nov., 1995. Tapachula, Chiapas, México. p 172-183.
- BARRERA JF. 1996. Potencialidad del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* para ser usado en liberaciones inundativas contra la broca del café *Hypothenemus hampei*. En: Memorias del 17 Simposio sobre Cafeticultura Latinoamericana. 23-27 oct. San Salvador, El Salvador, Ed. IICA/PROMECAFE, Tegucigalpa, Honduras. 2: 265-277.
- BARRERA J F. 2005. *Simposio sobre Situación Actual y Perspectivas de la Investigación y Manejo de la Broca del Café en Costa Rica, Cuba, Guatemala y México*. Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chiapas, México. 66 p.
- BARRERA JF, CASTILLO A, INFANTE F, GÓMEZ J. 1998. Diez años de investigación y uso de *Cephalonomia stephanoderis* en México: Hechos y Nuevos Retos. En: Barrera JF, Guerra AA, Menn JJ, Baker PS. Editores. II Reunión Intercontinental sobre Broca del Café. Tapachula, Chiapas, México. 29 p.
- BARRERA JF, BAKER PS, SCHWARZ A, VALENZUELA J. 1990a. Nota científica: Introducción de dos especies de parasitoides africanos a México para el control biológico de la broca del caféto *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). *Folia Entomológica Mexicana* 79: 245-247.
- BARRERA JF, INFANTE F, CASTILLO A, GÓMEZ J. 1990b. *Control Biológico de la Broca del café por medio de parasitoides*. En: Primer Curso Internacional Sobre protección de Cultivos Tropicales. Tapachula, Chiapas. México. p 117-122.
- BARRERA JF, INFANTE F, VEGA M, GONZÁLEZ O, CARRILLO E, CAMPOS O, MUÑOZ R, SERRANO A, OSORTO JJ, DECAZY B, MOORE D. 1990c. Introducción de *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae) a Centroamérica para el control biológico de la broca del caféto, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Turrialba* 40: 570-574.
- BARRERA JF, GÓMEZ J, CASTILLO A, LÓPEZ E, HERRERA J, GONZÁLEZ G. 2008. Broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). En: Arredondo HC, Rodríguez LA. editores. Casos del Control Biológico en México. Mundi Prensa México. p 101-120.
- BARRERA JF, HERRERA J, GÓMEZ J. 2007. Riesgo-vulnerabilidad hacia la broca del café bajo un enfoque de manejo holístico. En: Barrera JF, García A, Domínguez V, Luna C. editores. La Broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques. ECOSUR-SME. 132 p.
- BARRERA JF, VALLE J. 2004. Método simple para tamaño óptimo de muestra aplicable al parasitismo, infestación y otras variables de dos categorías. En: Memorias XXVII Congreso Nacional de Control Biológico. p 93-96.
- BARRERA JF, DE LA ROSA W, GÓMEZ J, CASTILLO A. 1991a. Establecimiento temporal de *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae), parasitoide de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) (Coleoptera: Scolytidae) en el sureste de Chiapas. México. En: Resúmenes del XXVI Congreso Nacional de Entomología. p 194.
- BARRERA JF, DE LA ROSA W, GÓMEZ J, INFANTE F, CASTILLO A. 1991b. Evaluación del impacto de *Cephalonomia stephanoderis* sobre la broca en campo. En: Resúmenes XIV Simposio de Cafeticultura Latinoamericana. PROMECAFE. Panamá. p 217-229.
- BATCHELOR IP, HARDY ICW, PÉREZ-LACHAUD G. 2005. Insect gladiators II: Competitive interactions within and between bethylid parasitoid species of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Biological Control* 32: 194-202.
- BATCHELOR IP, HARDY ICW, BARRERA JF. 2006. Interactions among bethylid parasitoid species attacking the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Biological Control* 36: 106-118.
- BEGEMAN H. 1926. Verslag van den entomoloog over het tigdvak. 3 december 1924-31(december 1925). *Mededelingen Koffiebessenboeboek Fonds* 14: 194-207.
- CASTILLO A, INFANTE F, LÓPEZ G, TRUJILLO J, KIRKENDALL LR, VEGA FE. 2004. Laboratory parasitism by *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae) upon non-target bark beetles associated with coffee plantations. *Florida Entomologist* 87(3): 274-277.
- CISNEROS P, TANDAZO A. 1990. Evidencias sobre el establecimiento del parasitoide *Prorops nasuta* Waterston en el suroriente de Ecuador. Sociedad Colombiana de Entomología, SOCOLEN, Medellín, Miscelánea 18: 50-57.

- CLAUSEN CP. 1978. Introduced parasites and predators of arthropod pest and weeds: A world review. Agriculture Handbook N° 480. ARS. USDA. Washington, D. C.
- DAMON A. 2000. A review of the biology and control of coffee berry borer *Hypothenemus hampei* Ferrari. (Coleoptera: Scolitydae). *Bulletin of Entomological Research* 90: 453-465.
- DUFOUR B, BARRERA JF, DECAZY B. 1999. La broca de los frutos del café: ¿La lucha biológica como solución? En: Bertand B, Rapidel B. editores. Desafíos de la Caficultura en Centroamérica. San José Costa, Rica. IICA, PROMECAFE, CIRAD, IRD, CCC. Francia. p 293-318.
- HERNÁNDEZ A, ARIAS EM, GRANDE JC. 2007. Desarrollo del programa de manejo integrado de la broca del café en el Salvador. En: Barrera JF, García A, Domínguez V, Luna C. editores. La Broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques. ECOSUR-SME. 132 p.
- [ICO] INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. 2006. Página web [http:// www.ico.org](http://www.ico.org). Visitado en marzo de 2009.
- INFANTE F, MURPHY ST, BARRERA JF, GÓMEZ J, DE LA ROSA W, DAMON A. 1994. Cría de *Phymastichus coffea* parasitoides de la broca del café y algunas notas sobre su historia de vida. *Southwestern Entomologist* 19: 313- 315.
- INFANTE F, MUMFORD J, MENDEZ I. 2001. Non-recovery of *Prorops nasuta* (Hymenoptera : Bethyridae) an imported parasitoid of the coffee berry borer (Coleoptera: Scolitydae) in Mexico. *Southwestern Entomologist*, 26(2): 159-163.
- INFANTE F, BARRERA JF, CASTILLO A, ESPINOZA JC, GALINDO VH, ORTIZ MJ, MONTES R, VEGA FE, GÓMEZ J. 2003. “*Phymastichus*” la avispa que parasita a los adultos de la broca del café. *Ecosur-Sibej*. 14 p.
- KLEIN-KOCH C, ESPINOZA O, TANDANZO A, CISNEROS P, DELGADO D. 1988. Factores naturales de regulación y control biológico de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) *Sanidad Vegetal (Ecuador)* 3(3): 5-30.
- LE PELLEY RH. 1968. *Pests of coffee*. Tropical Science Series. Longmans Press, Green and Co. Ltd., London. 590 p.
- LÓPEZ EP. 2008. Cría, liberación y establecimiento de *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulopidae) en México. [Tesis de Licenciatura]. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chiapas. 24 p.
- MAESTRI M, SANTOS-BARROS R. 1977. *The Coffee*. In: Alvim P.T. and T. T. Kozłowski (Eds.). Ecophysiological of tropical crops. Academic Press. London. p 249-278.
- MALDONADO CE, BENAVIDES P. 2007. Evaluación del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta*, controladores de *Hypothenemus hampei* en Colombia. *Cenicafe*, 58: 333-339.
- MURPHY ST, MOORE D. 1990. Biological control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolitydae): Previous programmes and possibilities for the future. *Biocontrol News and Information* 11: 107-117.
- PÉREZ-LACHAUD G. 1998. A new Bethyrid Attacking the coffee berry borer (Coleoptera: Scolitydae) in Chiapas, México and some notes on its biology. *Southwestern Entomologist*, 23 (3): 287-288.
- PÉREZ-LACHAUD G, BATCHELOR IP, HARDY ICW. 2004. Wasp eat wasp: facultative hyperparasitism and intra-guild predation by bethylid wasps. *Biological Control* 30: 149-155.
- QUINTERO CE, BUSTILLO AE, BENAVIDES P, CHÁVEZ CB. 1998. Evidencias del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae) en cafetales del departamento de Nariño, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 24 (3): 141-147.
- RAMÍREZ M, GONZÁLEZ M, BELLO A, ROMERO S. 2007. Desarrollo del programa de manejo integrado de la broca del café en el Salvador. En: Barrera JF, García A, Domínguez V, Luna C. (Eds). La Broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques. ECOSUR-SME. 132 p.
- WATERHOUSE DF, NORRIS KR. 1989. *Hypothenemus hampei* (Ferrari). In biological Control Pacific Prospects-suplement 1. Austr. Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia 56 p.
- YOKOHAMA M, NAKANO O, RIGITANO RL, NAKAYAMA L. 1978. Situação atual da vespa de Uganda, *Prorops nasuta* Waterston 1923 (Hymenoptera: Bethyridae) no Brazil. *Científica* 5(3): 394.