

MANEJO ECOLÓGICO DE LA BROCA *Hypothenemus hampei* Ferrari (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE)

Zenaida Ochoa⁽¹⁾, Jaquelin Sánchez⁽¹⁾, Dayaeth Alfonso⁽¹⁾ Melitón Adams⁽²⁾ y Nelio Villa⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad Bolivariana de Venezuela, programa de formación en agroecología.

⁽²⁾ PDVSA Intevep. Urb. Santa Rosa, sector El Tambor.

Los Teques, Edo. Miranda, Venezuela.

zenaida251974@yahoo.es

RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación en la plantación de café orgánico de la Hacienda El Carmen de PDVSA-INTEVEP, ubicado en los Teques, Municipio Guaicaipuro del Estado Miranda (1440 msnm, temperatura media: entre 18° y 24° y una mínima de 11°, HR: 82,5% y precipitación media entre 1000 y 2000 mm/año) durante Junio-Septiembre 2008, para evaluar la fluctuación poblacional de la broca *Hypothenemus hampei* Ferrari y su control. Se determinó la densidad poblacional de la broca. El índice de trampeo y el índice de infestación en fruto. Se evaluó estadísticamente la efectividad de captura de las trampas (artesanal y Yéssica), se evaluó la influencia de los factores climáticos y la fenología de la plantación en la fluctuación poblacional del insecto. Finalmente se evaluó la correlación múltiple con la variable N° de broca y las variables ambientales (temperatura, humedad y precipitación). El mismo consistió en la instalación de 55 trampas artesanales en un área experimental de 2,5 ha y en 1 ha del área experimental se instaló la primera Estación Central de Control. Se realizaron 11 muestreos cada 8 y 15 días. Se evaluó de forma aleatoria 29 trampas. Resultado: La población detectada fluctuó entre 290 y 1015. El mayor descenso estuvo entre 92 y 159 individuos. La población aumento entre 290 y 319 individuos en la etapa de fructificación. El índice de trampeo fue de 1° lo que no representa ningún riesgo. El índice de infestación en fruto en el primer muestreo, fue de 2° y 3°. En el segundo muestreo el índice fue de 1° y 4°. No se observó diferencia en el uso de los dos tipos de trampa. La influencia de los factores climáticos no fue significativa.

INTRODUCCIÓN

La detección en Venezuela de la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari, data del año 1995, es referida por primera vez causando daño en cerezas de café en fincas productoras del estado Táchira del Municipio Urdaneta. Es considerada desde entonces como el insecto plaga más importante de este cultivo por su efecto directo en la producción y calidad del grano de café, mermando la producción hasta en un 50%. Este insecto-plaga fue introducido en Brasil a principios del siglo pasado, extendiéndose luego por casi todos los países cafetaleros en Centro y Suramérica.

Para el control de la broca del café es necesaria la aplicación de algunas técnicas que conlleve al control de la población del insecto en la plantación. Una de las amenazas más notoria para su control es la ausencia aparente de enemigos naturales debido a su condición de plaga exótica, y por ende, la necesidad de aplicar productos químicos insecticidas cuyo consecuencia impacta en el ecosistema, la salud de los habitantes de la zona, contaminación de las aguas, residuos contaminantes en el producto final que se consume, etc. El manejo ecológico de la broca del café, contempla entre otras medidas, la aplicación de prácticas culturales, control etológico y el control biológico.

En este trabajo de investigación se uso específicamente el control etológico, implementando las trampas artesanales y Yéssica que permitió la evaluación continua de la dinámica poblacional del insecto. Se determinó los índices de infestación: índice de trampa, broca por día e índice de infestación en fruto. También se evaluó la efectividad de captura de la trampa artesanal y la trampa Yéssica. Así como la influencia de los factores climatológicos y la fenología de la plantación en la zona. Además se analizó estadísticamente en los dos tipos de trampas, la correlación múltiple de la variable N° de brocas con las variables ambientales Temperatura, Humedad y Precipitación.

El propósito de este trabajo es evaluar la fluctuación poblacional de la broca *Hypothenemus hampei* y su control, en el área experimental de café orgánico ubicado en la Hacienda El Carmen de PDVSA – INTEVEP, Los Teques, Municipio Guaicaipuro, Estado Miranda. Establecer las bases cognoscitivas que permitan a futuro difundir la aplicación metodológica que pueda beneficiar otras plantaciones de café de la región.

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en una plantación de café orgánico de la variedad Arábico en la Hacienda El Carmen de PDVSA-INTEVEP. Esta hacienda es atendida por la Asociación Cooperativa Laguna Verde y presenta un área es de 196 ha. Esta ubicada en el sector Santa Rosa del Municipio Guaicaipuro en Los Teques, Estado Miranda, a los 1440 msnm. Presenta un área experimental de 2,5 ha. Los linderos de la Hacienda son al norte: fila la Montañuela, al sur: Quebrada La Palma, al este: Hacienda El Alero y por el oeste: con Quebrada Los Rivera y Quebrada de la Virgen.

El recurso hidrobiológico lo constituyen los manantiales de las Quebradas Cobalonga, La Palma, Mal paso y La Campana, siendo los más importantes los de Cobalonga y La Palma, que siempre mantienen el suministro de agua tanto en invierno como en verano.

Clima.

Según la clasificación en Zonas de vida del Mundo (L. R. Holdridge), el área está ubicada en la zona bosque húmedo premontano, la cual tiene como límites climáticos generales un promedio anual de precipitaciones entre 1000 y 2000 mm.

La estación lluviosa generalmente comienza en el mes de mayo, la cual va aumentando hasta alcanzar su máximo entre los meses julio y agosto, comenzando a declinar en septiembre hasta finales de noviembre.

La temperatura media anual es de 18°C con una máxima de 24°C y una mínima de 11°C. Entre los meses diciembre enero y febrero es cuando se presentan las temperaturas más bajas, y los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio son de temperaturas más altas.

Posee una evapotranspiración potencial comprendida entre 0,5 y 1,0 lo que indica que al haber lluvias bien distribuidas, el balance hídrico es muy favorable durante casi todo el año. El exceso de agua no llega a causar problemas de lavado de suelos; pero una sequía fuerte permite los incendios anuales. (Cañizales, 1981)

Vegetación.

La vegetación es variable un 70% de las especies son de origen nativo y el 30% es de origen antrópico, es decir plantado por el hombre. Las de origen nativo están constituidas por árboles como: el Bucare (*Eritrina poeppigiana*), Guamo (*Inga spp*), Manzanillo (*Rhaus striata*) entre otros, entre los arbustos: Mora (*Rubus floribundus*), Helecho (*Pteridium caudatum*), flor Amarilla *Psychotria macrophylla*), así como hierbas

donde predomina la Pira (*Amarantus viridis*), Capim melao (*melinis minutiflora*) y la Escobilla (*Scopana dulcis*). (Cañizales, 1981)

Suelo.

El origen del suelo es metasedimentario, presenta un color marrón grisáceo o marrón en los horizontes superficiales o primeros 30-40cms. Se consideran medianamente pesados, variando entre francos, franco arenoso, franco arcilloso y franco arcilloso arenoso. En general los primeros horizontes están medianamente estructurados, no así los horizontes del sub-suelo, que presentan estructura débil. Presentan pedregosidad, en especial esquistos micáceos y cuarzo. Por su configuración topográfica, no muestra signos de mal drenaje interno, y el externo es excesivamente rápido. La penetración de la raíces de las especies vegetales, es buena con 1.6 m de profundidad. Hay abundante actividad biológica especialmente de lombrices, bachacos hormigas y hongos. Las características químicas son muy deficientes; por el bajo contenido de nutrientes, tanto en superficie como en subsuelo. El pH es fuertemente ácido varía entre 4,3 y 6 El contenido de materia orgánica es alto a moderado en los primeros 15 o 20cms de profundidad y bajo en el resto del perfil. (Cañizales, 1981).

MATERIALES Y METODOS

Instalación y Monitoreo de Trampas.

Previo al desarrollo de la investigación se participó en el mes de abril del 20 al 25 de 2008 en el taller sobre “Manejo Integrado del Cultivo de Café” con énfasis en el “Manejo Integrado de la Broca”. En este taller se realizó una actividad enmarcada dentro de la “Misión Madres del Barrio” y consistió en la instalación de 40 trampas artesanales en un área de 2 ha en una plantación de café orgánico en la Hacienda el Carmen.

Dos meses después se amplió 1/2 ha más el área de acción e igualmente se aumentó a 15 el número de trampas. Estas trampas fueron elaboradas con materiales de desecho, como envases de refresco de 2 lts de capacidad, complementando con alambre dulce y manguera plástica de 20cms de longitud, que eran selladas por ambos extremos con silicón y dos perforaciones muy mínimas para la salida del producto atrayente. Este producto atrayente era una mezcla de alcoholes Metanol / Etanol a una proporción de 3:1. Adicionalmente dentro de la trampa se colocaba una solución jabonosa (sin olor).

La elaboración consiste en colocar la botella con la tapa hacia abajo y desde este punto hacia arriba a unos 10 cm. aproximadamente abrir tres ventanas rectangulares de 10 cm. de largo por 4 cm. de ancho. Estas ventanas se hacen alrededor del envase con una separación entre ellas equitativa y en la parte superior del corte se forma una tapa o alero para protegerla de la lluvia.

Luego se cortan las mangueras de unos 22 cm. sellándolas en cada extremo con silicón y en una punta a 2 cm. se hacen dos perforaciones con una aguja punta roma. Con la ayuda de una inyectora se introducirá la mezcla atrayente Metanol 3:1. Seguidamente con un alambre dulce (aprox. 70 cm.) se hace un giro en la mitad para formar un pequeño círculo por donde pueda pasar la manguera, este alambre se introduce por dos de las ventanas de la botella obligando que el círculo quede en el centro. En la parte de afuera se unen los extremos del alambre hacia el fondo de la botella, entrelazándolos y luego se dobla formando un garfio que permitirá colocarlo en la planta.

La solución colectora o jabonosa deberá hacerse muy suave y con jabón sin olor. Esta solución se le agregará a la botella por una de las ventanas, y será donde quedaran los insectos atrapados para su cosecha y registro de cada semana o 15 días.

Las 15 trampas fueron distribuidas en la ½ ha. Para un total de 55, luego se colocaban en las plantas a una altura aproximada de 1 m. La cosecha de las trampas se realizó semanalmente o cada 15 días. Cebando las trampas con el atrayente (Metanol 3:1), en caso de ser necesario, además de renovar la solución colectora en cada muestreo.

Las fechas de los muestreos fueron las siguientes:

Mayo 26, Junio 06, 12 y 19, Julio 04 y 28, Agosto 06, 20 y 28 y Septiembre 04, 13 y 27. Estos resultados permitieron realizar un trabajo estadístico, con selección de trampas aleatorias, análisis de varianza e índices de infestación y analizar la densidad poblacional de los individuos, correlacionándola con los cambios meteorológicos: Temperatura, Humedad R y Precipitación en función de la fenología de la plantación de café.

Para evaluar la fluctuación poblacional se tomaron 29 trampas de forma aleatoria de cada muestreo.

Se calculó el índice de trampeo para el número de trampas muestreadas, con la siguiente fórmula:

$$\text{BTD (Broca / Trampa x Día)} = \frac{\text{Nº total de Brocas capturadas en la evaluación}}{\text{Nº de trampas en la E.C. x Nº días en la evaluación}}$$

Con la finalidad de conocer el índice de infestación de los frutos y en vista de encontrarse éstos susceptibles al ataque de broca (120 DDFP), en una ha. se seleccionaron 5 puntos, uno en cada extremo y otro en el centro, en cada punto se escogió en zigzag 5 plantas y en el tercio medio se tomaron dos ramas opuestas, para contar en cada una el total de frutos sanos (TFS) y el total de frutos brocados (TFB), esto se repitió dos veces con un lapso de 22 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Al inicio de la investigación hubo una alta captura de individuos, esto por ausencia de trampas antes de la investigación realizada. A partir del segundo muestreo hasta el sexto se determinó un descenso significativo en la captura, por la aplicación del manejo ecológico y el control etológico. Seguidamente se encontró la mayor captura de broca en el séptimo y octavo muestreo; esto se pudo deber al hecho de que la plantación se encontraba en la etapa de fructificación, estado fenológico de la planta en el que el fruto se encuentra en el momento óptimo para ser perforado por el insecto.

Cabe destacar la importancia de la fenología del cultivo en relación con el número de brocas capturadas, coincidiendo con Camilo, Olivares y Jiménez (2003) en que las épocas de floración y fructificación, son las etapas más susceptibles para el ataque la broca. Razón por la cual es de vital importancia conocer la fenología del cultivo en la zona donde se trabaja.

El índice de infestación por trampa por día durante los dos primeros muestreos fue 2° y 3° respectivamente, valores estimados según el cuadro 1 de estimación de riesgo de González (2006). Estos valores se registraron debido a la ausencia de trampas para la captura de la broca antes del periodo de investigación. Posteriormente, el índice de infestación se mantiene en 1° hasta el último muestreo por el manejo ecológico de la broca y el monitoreo a través de las trampas.

TABLAS Y GRÁFICOS

En el gráfico 1 se observa una fluctuación de la población entre 290 y 1015 individuos. El mayor número de capturas ocurre en los dos primeros muestreos, el menor número de captura estuvo entre 92 y 159 individuos. Así, la población aumenta entre 290 y 319 durante los últimos 5 muestreos.

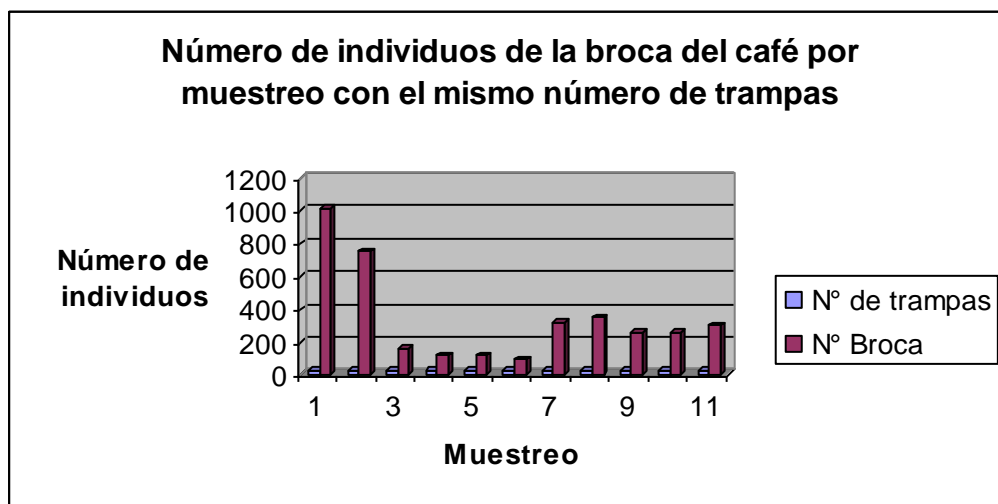


Gráfico 1. Número de individuos de la broca del café por muestreos, con el mismo número de trampas.

Tabla 1. Índice de infestación por trampa por días

Fecha	N° de broca	N° Trampa	Días	° de infestación
06/06/2008	1378	39	11	2°
12/06/2008	1009	39	6	3°
19/06/2008	219	40	7	1°
04/07/2008	176	40	15	1°
28/07/2008	146	40	24	0°
06/08/2008	92	29	10	1°
20/08/2008	561	52	9	1°
28/08/2008	678	55	8	1°
04/09/2008	431	55	6	1°
13/09/2008	509	55	9	1°
27/09/2008	550	55	14	1°

Durante los dos primeros muestreos se observa un índice de infestación de 2° y 3°, esto debido a la ausencia de trampas. Posteriormente se mantuvo en 1° hasta el último muestreo dado el monitoreo y control.

Tabla 2. Índice de Infestación durante dos muestreos (IIF₁), 2 (IIF₂) en cinco puntos, evaluando en cinco plantas, dos ramas y en ellas los frutos sanos y frutos brocados

Punto	Rama	IIF ₁	IIF ₂
1	1	0	0
	2	0	0,8
2	1	0	0
	2	0	0,8
3	1	0	1,7
	2	0	10,4
4	1	2,3	0,0
	2	6,6	0
5	1	0	0,0
	2	0	0

De acuerdo a la tabla el punto cuatro del primer índice tiene 2° y 3° de infestación y el segundo índice en el punto 3, tiene 1° y 4° de infestación.

ANALISIS DE VARIANZA

Tabla 3. Número promedio de brocas capturadas con las trampas artesanales (A) y con las trampas Yéssica (Y) en cuatro muestreos en el mes de Agosto en la Hacienda El Carmen.

Muestreo	Trampa	
	A	Y
1	13	11
2	10	5
3	9	8
4	6	3

Tabla 4. Tabla resumen del Análisis de Varianza.

Fuente	SC	g.l.	CM	R.V.
Entre muestras	15,16	1 (k-1)	15,16	1,63
Dentro de las muestras	55,64	6 (N-k)	9,27	
Total	70,80	9 (N-1)		

Por medio del ANAVAR se pudo determinar que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de trampas. Es decir no existe efecto del tratamiento.

Tabla 5. Valores Climáticos desde la fecha de instalación de trampas hasta el último muestreo, eventos fenológicos: Latencia Floral (LF), Floración (FL), Fructificación (FR), Número de brocas capturadas x muestreos, en la Plantación de café orgánico de la Hacienda El Carmen de PDVSA - INTEVEP. Edo Miranda.

Muestreo	Fecha	Nº Brocas	Nº de Trampas	Temperatura °C	Humedad %	Precipitación mm	Días	Fenología
1	06/06/2008	1378	39	20.15	82,42	0,0056	11	FL
2	12/06/2008	1009	39	20.15	82,42	0,0056	6	FL
3	19/06/2008	219	40	20.15	82,42	0,0056	7	FL
4	04/07/2008	176	40	19,48	84,15	0,0036	15	FL
5	28/07/2008	146	40	19,48	84,15	0,0036	24	FL/FR
6	06/08/2008	92	29	20,1	79,1	0,0229	10	FL/FR
8	20/08/2008	561	52	20,1	79,1	0,0229	9	FL/FR
9	28/08/2008	678	55	20,1	79,1	0,0229	8	FR
10	04/09/2008	431	55	20,5	80.61	0,1009	6	FR
11	13/09/2008	509	55	20,5	80.61	0,1009	9	FR

Se observa que el factor climático no tuvo mayor variabilidad para incidir en la fluctuación poblacional del insecto. El estado fenológico de la planta en los últimos cuatro muestreos incide en el número de individuos capturados. Análisis estadístico para las trampas Artesanales

Análisis de correlación múltiples de la variables N° de brocas con las variables ambientales Temperatura, Humedad y Precipitación.

Tabla 6. Coeficiente de correlación múltiple para la variable dependiente N° de brocas con las variables ambientales independientes Temperatura, Humedad y Precipitación.

R	R ²	R ² ajustado	F	p
0,907	0,082	-0,65	0.012	0,987

Análisis no significativo, por lo que con los datos no se puede demostrar alguna relación entre la variable dependiente de N° de Broca con las variables independientes ambientales (Temperatura, Humedad y Precipitación).

Análisis estadístico para las trampas Yessica

Análisis de correlación de la variable N° de brocas con las variables ambientales Temperatura, Humedad y Precipitación.

Tabla 7. Coeficiente de correlación R de Pearson para la variable dependiente N° de brocas con las variables ambientales independientes Temperatura, Humedad y Precipitación.

Variables	Coeficiente de correlación R
N° de Brocas - Temperatura	- 0,81
N° de Brocas - Humedad	- 0,80
N° de Brocas - Precipitación	0,99

Con este análisis se pudo establecer una relación negativa entre la variable N° de brocas y las variables ambientales temperatura y humedad. Así mismo, se pudo establecer una relación positiva entre la variable N° de brocas y la variable ambiental precipitación.

Estos resultados nos muestran que la captura de brocas es menor a mayor temperatura y humedad. Mientras que la captura de brocas es mayor cuando la precipitación aumenta.

CONCLUSIONES.

1. Los resultados muestran la eficacia del control etológico mediante el uso de trampas artesanales para evaluar la fluctuación poblacional del *Hypothenemus hampei*.
2. No hubo diferencia relevante en la efectividad de los tipos de trampa (artesanal y Yéssica) de acuerdo al análisis de varianza.
3. El grado de infestación por trampa por día no representa ningún riesgo porque se mantiene en 1° hasta el último muestreo.
4. En el análisis estadístico de correlación múltiple,, no hubo influencia de los factores climáticos en los resultados dado que no se encontró una correlación entre la variable N° de brocas y las variables ambientales con las trampas Artesanal.
5. En el análisis estadístico de correlación múltiple hubo una relación negativa entre la variable N° de brocas y las variables ambientales temperatura y humedad. Así mismo, se pudo establecer una relación positiva entre la variable N° de brocas y la variable ambiental precipitación en las trampas Jessica.

BIBLIOGRAFÍA

- Rafael Montilla, Belkis Camacho, Amparo Quintero y Gloria Cardozo. (2006) Parasitismo por *beauveria bassiana* sobre la broca del café, en el estado Trujillo,).
- CENIAP.
http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at5602/pdf/montilla_r.pdf.

Consulta Agosto 2008.

- SASA. Manual de Manejo Integrado de la Broca. 2007
Consulta agosto 2008.
- Cañizales Raúl (1981): Haciendas El Carmen y El Alero Estudios de Suelos. Instituto Tecnológico Venezolano del Petróleo. Fundarbol.
Consulta Agosto 2008.
- Moreno Celia (1992): Inventario Florístico Instituto. Hacienda El Carmen. Instituto Tecnológico Venezolano del Petróleo. Fundarbol.
Consulta Agosto 2008.
- González Eutimio, Adams Meliton, Torres Sandra, Casares Rafael, Castillo Ana Meneses Hecni. (2006): Fluctuación Poblacional de (*Hypothenemus hampei*) Ferrari en una plantación de café orgánico. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Instituto de Química y Tecnología. Laboratorio de Ensayos para la Mosca de la Fruta.
Consulta Agosto 2008.
- José Efraín Camilo, Frank Félix Olivares, Héctor Antonio (2003) Fenología y reproducción de la broca del café (*hypothenemus hampei*) ferrari durante el desarrollo del fruto.
FAO http://www.fao-sict.un.hn/documentos_interes/14_fonologia_cafe.pdf
Consulta Agosto 2008.
- González Eutimio, Casares Rafael, Castillo Ana, Meneses Hecni, Del Pozo Javier, Arnal Eustaquio, Ramos Fidel y Carrillo Víctor (2004): Broca del Café (*Hypothenemus hampei*) Ferrari. Imágenes para la identificación de la especie
Publicación Divulgativa: S: 03, N: 04, A: 06
www.agr.ucv.ve/descargas/broca.doc -
Consulta Septiembre 2008.