



Trampas artesanales con atrayentes alcohólicos en el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) en la Colonia Bolinda, Caranavi

Traps craft with attractive alcohols in the control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) in Cologne Bolinda, Caranavi

Quispe-Condori Rosalía^{1,2*}, Loza-Murguía Manuel^{3,4}, Marza-Mamani Félix^{1,2}, Gutiérrez Rolando^{1,2} Riquelme Cristóbal², Aliaga Fernando², Fernández Celia²

Datos del Artículo

¹Instituto de Investigación y Extensión Agrícola, Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto (UPEA). Km 25, Carretera Internacional La Paz-Desaguadero. La Paz – Bolivia.

²Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto (UPEA). Villa Esperanza Avenida Sucre s/n. Primer piso, Bloque B Ciudad de El Alto. La Paz, Bolivia. 591(2)-2115231.

³Universidad Católica Boliviana San Pablo-UCB, Unidad Académica Campesina Carmen Pampa-UAC-CP, Ingeniería Agronómica. Coroico - Nor Yungas – La Paz, Bolivia. 591(2)8781991.

⁴Departamento de Enseñanza e Investigación en Bioquímica & Microbiología-DEI&BM. Unidad Académica Campesina Carmen Pampa-UAC-CP. boliwiamanloza@yahoo.com

***Dirección de contacto:**

Rosalía Quispe-Condori. Instituto de Investigación y Extensión Agrícola, Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto (UPEA). Km 25, Carretera Internacional La Paz -Desaguadero. La Paz – Bolivia. Tel +591-72046455. E-mail: lurds_7@hotmail.com

Palabras clave:

Protección vegetal, trampas atrayentes, broca del café, Caranavi.

J Selva Andina Biosph.
2015; 3(1):2-14.

Historial del artículo.

Recibido abril, 2014.
Devolto octubre 2014
Aceptado abril, 2015.
Disponible en línea, mayo 2015

Editado por:
Selva Andina Research Society

Resumen

El café constituye uno de los principales cultivos de la región de Caranavi, entre los factores bióticos que afecta negativamente en la producción, se destaca la incidencia de la broca del café (*Hypothenemus hampei*). Con el objeto de encontrar alternativas prácticas y económicas para control de la plaga, se realizó la investigación en la Colonia Bolinda del Municipio de Caranavi La Paz-Bolivia, el ensayo fue establecido bajo un diseño completamente al azar, con dos factores y tres repeticiones, en 1.5 hectáreas distribuidas al azar en los cafetales. Se utilizaron 3 tipos de trampas artesanales construidas de botellas plásticas de gaseosas, INIA, ECOIAPAR Y TRAMPA BROCA, en combinación con los atrayentes mezclas de alcoholes metanol (M) y etanol (E) en proporción 3:1; mezcla 3:1:1 M-E+café molido, 2:1 M-E y alcohol comercial como testigo. Se evaluó captura de brocas/trampa/atrayente. Se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre ellas. Las mayores capturas de adultos hembras de *Hypothenemus hampei* se presentaron en la proporción 2:1 de M-E y la trampa ECOIAPAR (T8) fue como la más eficiente y económica, logrando capturar 4877 brocas, con un costo de trampa (1.50 Bs) y el atrayente (2.20 Bs), seguido por el T2 con el mismo costo (proporción 3:1 de M-E y trampa INIA) con 159 brocas y los tratamientos testigos T9, T5 y T1 (alcohol comercial) obtuvieron menores capturas con 23, 35 y 38 brocas, lo que significa que no es efectiva para el control. Los costos de la implementación del trapeo el costo marginal fue de 40 Bolivianos/ha. Los resultados obtenidos en el estudio muestran las mayores capturas en los meses de diciembre y enero, el uso de trampas artesanales constituye una alternativa para el trapeo en el periodo de postcosecha, que es un método más práctico y económico factible para los productores.

© 2015. *Journal of the Selva Andina Biosphere. Bolivia. Todos los derechos reservados.*

Abstract

The coffee is one of the main cultivated crops in the Caranavi region, among the biotic stress factors; the borer of the coffee (*Hypothenemus hampei*) is the one that affects significantly and negatively. In order to finding alternative practical and economic for the control of the pest, it was carried this investigation in the “Bolinda” Colony of the Caranavi Municipality The Peace-Bolivia, the trial was established under a completely random, design with two study factors, e three replications, 1.5 ha distributed at random in the coffee plantations. Three types of traps were built handmade. These were, INIA, ECOIAPAR and TRAP BORER, in combination with the attractive mixtures of alcohols methanol (M) and ethanol (E) in the proportion of 3: 1; it mixes 3: 1: 1 M-E+milled coffee, 2: 1 M-E and commercial alcohol as check. Borer/trap/attractive capture was evaluated. He she was highly significant statistical differences among them. The biggest captures female adults of *Hypothenemus hampei* were presented in the proportion 2: 1 of M-E and ECOIAPAR trap (T8) was identified as the most efficient and economic, being able to capture 4877 borer, with a cost

Key words:

Plant protection,
traps attractive,
coffee berry borer,
Caranavi.

trap (1.50 Bs) and the attractive (2.20 Bs), continued by the T2 with the same cost (proportion 3: 1 of M-E and INIA trap) with 159 borer and the treatments witness T9, T5 and T1 (commercial alcohol) they obtained smaller captures with 23, 35 and 38 drills, which means that it is not effective for the control. The costs of the implementation of traps the marginal cost of 40 Bolivianos/ha. The results obtained in the study show the biggest borer captures were in December and January, the use of handmade traps constitutes an alternative for the control in the period of postharvest, a more practical and economic method, feasible for the producers.

© 2015. Journal of the Selva Andina Biosphere. Bolivian. All rights reserved.

Introducción

El café (*Coffea arábica*) es el principal cultivo de la región de Caranavi, considerada actualmente como la capital cafetalera de Bolivia; su gran importancia socioeconómica del sector, la superficie cultivada a nivel nacional es de 28901 ha, con una producción de 27099 t y un rendimiento de 938 kg/ha (INE 2008), el 30% se destina al mercado local y el 70% a la exportación. El año 2009 el Banco Central de Bolivia reportó 14.6 millones de Dólares Americanos por ingresos de café al Producto Interno Bruto (BIP), con un volumen de 74333 sacos de 60 kg (FECAFEB 2010). Los principales departamentos productores de café de Bolivia son: La Paz, el 95.5%, el restante 4.5% se distribuye entre: Santa Cruz, Tarija, Beni, Cochabamba y Pando (INE 2008).

La broca del café *Hypothenemus hampei*, (Ferrari 1867) (Coleóptera: Scolytidae: Scolytinae) es el principal insecto (plaga) más perjudicial para la caficultura a nivel regional y mundial, causando daño económico a la producción, en cantidad y calidad del grano del cafeto, en 1903 comenzó a convertirse en una plaga en el cultivo del café, producto del importante repunte que tuvo la siembra de este cultivo en los países del África ecuatorial (Lopez-Vaamonde *et al.* 1997, Damon 2000). Las hembras de la broca perforan el fruto y construyen galerías en

su interior, lo cual ocasiona daños como la caída del fruto y pérdida de peso del grano de café (Wegbe *et al.* 2003).

Una estimación de pérdidas en peso del fruto de café al ser atacado por la broca, en porcentajes de infestación de la cosecha, se pueden obtener pérdida de peso y tipo de café, teniendo en cuenta sólo la infestación por la broca (Rena *et al.* 1986). La ecuación obedece a la ecuación lineal $y = 0.0095 + 0.2095x$ propuesto por Souza *et al.* 1983, Reis *et al.* 1984, donde la pérdida de $y = x =$ peso perforado de café (%).

Debido a su importancia económica y distribución extendida de la plaga, esta es objeto de muchas investigaciones alrededor del mundo, relacionados con su biología, ciclo de vida, control biológico con parasitoides y entomopatógenos, en los últimos años con el control etológico, que han sido de mayor interés para los sectores académicos, productores y autoridades estatales, cuyos resultados tengan el propósito de contrarrestar el riesgo fitosanitario en los cafetales. Existen diferentes diseños de trampas hechas de material artesanal, que son tan eficaces y de bajos costos, (Barrera *et al.* 2008). Estudios realizados en Venezuela, El Salvador y Brasil, obtuvieron la efectividad de capturas de broca utilizando mezclas de alcoholes de metanol-etanol en propor-

ciones 1:1, 2:1 y 3:1 (Gonzales *et al.* 2008, Dufour 2004, Da Silva *et al.* 2006).

Debido a la no existencia en el manejo tecnológico de la mencionada plaga, el presente estudio busca optimizar métodos de control en base a las proporciones óptimas de atrayentes y la trampa ideal, para la implementación de un programa de manejo integrado, que presenta una alternativa en la producción de café ecológico reduciendo los costos de producción y manteniendo por debajo del umbral económico.

En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de los atrayentes alcohólicos a través de trampas artesanales para el control de la broca del café, y la fluctuación poblacional analizando sus costos.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó de noviembre 2008 a mayo 2009, en la localidad de la Colonia Bolinda, central Caranavi, cantón del mismo nombre perteneciente al municipio de Caranavi, Primera Sección de la provincia Caranavi, del departamento de La Paz Bolivia a 175 km al norte de la ciudad de La Paz, ubicada 15° 46' 65" Latitud Sur y 67° 32' 35" Longitud Oeste y a una altura de 1462 msnm.

Las condiciones climáticas contemplan, temperaturas medias que oscilan entre 18 y 25 °C, humedad relativa 70 a 80% y la precipitación pluvial anual es de 1400 a 1600 mm (Cuba 2007).

El estudio se estableció en una plantación de café de la variedad caturra roja y amarilla en un área de 1.5 ha con una edad de 15 años de plantación, a una distancia de 2 m entre hileras y 1 m entre plantas, para un total de 5000 plantas/ha, bajo sombra por las especie de siquili, cedro y cítrico (N.C.)

Se diseñaron 3 trampas artesanales de botellas plásticas de gaseosas de 2 L de capacidad (Figura 1), este modelo de trampa ha sido desarrollado siguiendo las metodologías de Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Venezuela (INIA), Instituto Nacional de Paraná Brasil (ECOSUR e IAPAR) (ECOIAPAR) y Asociación Nacional de Café (ANACAFE) en Guatemala (TRAMPA BROCA). Los diferentes atrayentes alcohólicos se colocaron en envases plásticos de 20 mL de capacidad (dispensadores) se hicieron orificios de 0.2 mm en la parte superior para garantizar la volatilización del atrayente. Estos dispensadores se colocaron dentro del envase trampa, sujetos con un alambre galvanizado No. 20 sujetando y asegurándolos ubicados en el área cercana a los dos orificios, haciendo la restitución de los atrayentes cada 15 días.

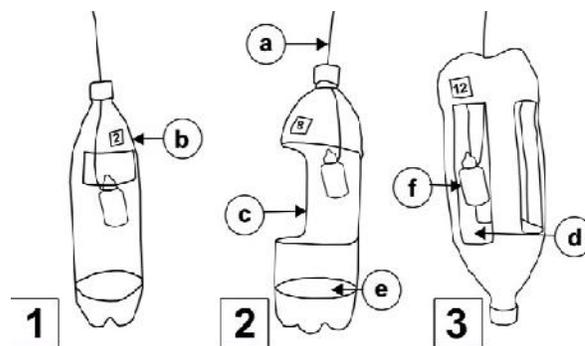


Figura 1 Tipos de trampas 1(INIA); 2(ECOIAPAR); 3(TRAMPA BROCA). a) Alambre para colgar la trampa, b) Identificación, c) Ventana, d) Perforaciones de desagüe, e) Agua para la captura, f) Difusor (gotero de 20mL)

B1 Trampa (INIA), se le hizo una ventana rectangular de aproximadamente 8 cm de ancho y 4 cm de alto en la parte superior del envase transparente.

B2 Trampa (ECOIAPAR), se hizo una ventana de 11 cm de ancho x 20 cm alto con perforaciones en el

envase transparente para permitir el desagüe durante la época de lluvia.

B3 Trampa (TRAMPA BROCA), se hizo cinco ventanas en forma alterna, con perforaciones para permitir el desagüe del agua en época de lluvia.

El presente estudio fue conducido en base a la estructura de un diseño completamente al azar con tres repeticiones con arreglo bifactorial donde el factor A fue constituido por atrayentes de alcoholes y el factor B por tipos de trampas (Tabla 1 y 2) los tratamientos estaban conformados de la siguiente manera:

Tabla 1 Factores (A) proporción de atrayente y (B) tipo de trampa

Factor A(atrayente)	Factor B (Trampa)
A1 = Alcohol Comercial (Testigo)	B1 = (INIA)
A2 = Proporción 3:1 M: E	B2 = (ECOIAPAR)
A3 = Proporción 3:1:1 M:E:CM	B3 = (TRAMPA BROCA)
A4 = Proporción 2:1 M:E	

M = Metanol, E = Etanol, CM = Café molido

Tabla 2 Tratamientos evaluados según la proporción de atrayente y tipo de trampa

TRAT.	TIPO DE ATRAYENTE	TIPO DE
1	Alcohol comercial (testigo)	Trampa 1
2	M: E 3:1	Trampa 1
3	M : E + 10 g CM 3:1:1	Trampa 1
4	M : E 2:1	Trampa 1
5	Alcohol comercial (testigo)	Trampa 2
6	M : E 3:1	Trampa 2
7	M : E + 10 g CM 3:1:1	Trampa 2
8	M : E 2:1	Trampa 2
9	Alcohol comercial (testigo)	Trampa 3
10	M: E 3:1	Trampa 3
11	M : E+ 10 g CM 3:1:1	Trampa 3
12	M : E 2:1	Trampa 3

M = Metanol, E = Etanol, CM = Café molido

Se instalaron 36 trampas en el área de estudio distribuidas al azar en columnas de 4 a una distancia de 20 m, se dejó una franja de 10 m alrededor de la parcela util como borde. Las unidades se colocaron en las ramas del cafeto a una altura de 1.20 m de altura (desde el suelo a la parte inferior de la trampa), luego se cargó los atrayentes a los difusores (18 mL) con una jeringa, posteriormente se llenó el fondo de la trampa con agua jabonosa como medio de captura de las brocas.

La recolección de datos se realizó cada semana directamente en el campo. Para ello se tomaban las trampas y se vaciaban sobre un cedazo plástico que dejaba pasar el agua y retenía la broca capturada lo que facilitaba el conteo. El conteo en campo se realizó de forma visual, para lo cual se utilizó un palito delgado para separar la broca uno del otro, registrando en planillas la cantidad de broca capturada por trampa y tratamiento. La identificación de cada espécimen se la realizó utilizando un esteromicroscopio Olympus SZX16 Zoom. El porcentaje de ataque de broca se realizó a través de la metodología propuesta por (Bustillos *et al.* 1998), se realizó en zig-zag, antes de la cosecha, se eligió 30 plantas/ha al azar, se cogió una rama de la parte media de la planta en el cual se contabilizó el total de los frutos de la rama y el total de los frutos brocados. Con estos datos se realizó el cálculo de porcentaje de infestación mediante la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Infestación} = \frac{\text{Frutos brocados}}{\text{Total de frutos}} \times 100$$

La determinación de la población fluctuante. Una vez registrado los valores de captura por tratamiento por semana, se calculó el promedio de captura por mes y de esta manera se determinó la época de emergencia masiva y el comportamiento de la broca

del café, para contrarrestar los efectos fitosanitarios, aplicando las medidas de control necesarias y oportunas. Para el análisis económico se registraron los costos de los insumos y mano de obra lo que permite calcular el costo marginal y la tasa de retorno marginal, a través de la metodología propuesta por (CIMMYT 1988).

El Costo marginal se obtuvo de la diferencia de restas los costos que varían de los tratamientos evaluados menos los costos que varían del testigo. La tasa marginal de retorno se calculó con base en el coeficiente obtenido de la diferencia del beneficio neto y el costo variable entre tratamiento de un beneficio neto inferior a otra mayor.

La efectividad de los tratamientos se calculó en base al número de brocas adultas capturadas por el tipo de trampa y atrayente.

Para el análisis de los datos. La efectividad de los tratamientos se calculó en base al número de brocas adultas capturadas. Los datos evaluados según la variable de respuesta son el número de brocas capturadas por semana, edad y sexo, brocas capturadas por proporción de atrayente y por tipo de trampa.

Para el análisis estadístico de los resultados, se utilizó programas SAS, SPSS y S-Plus. Se hizo el análisis de varianza (ANVA) en comprobación previa de homogeneidad en base a tendencias del número de brocas capturadas y se utilizó la Prueba de medias Duncan al 5 % determinando la diferencia significativa entre tratamiento.

Resultados

Tabla 3 Captura total de brocas del café (*Hypothenemus hampei*) en una rama de cada planta en la Colonia Bolinda municipio de Caranavi del Departamento de La Paz, Bolivia

Planta	Total frutos por rama	Total frutos brocados	% Infestación
1	33	1	
2	50	2	
3	39	16	
4	34	5	
5	36	2	
6	37	9	
7	88	2	
8	47	11	
9	38	0	
10	47	16	
11	32	6	
12	60	4	
13	73	18	
14	45	6	
15	45	16	
16	60	15	
17	63	20	
18	46	9	
19	39	4	
20	102	30	
21	61	18	
22	87	12	
23	67	5	
24	34	4	
25	30	1	
26	46	8	
27	35	2	
28	30	1	
29	36	5	
30	75	17	
Total	1515	265	17.4

Tabla 4 Captura total de brocas, promedio mensual y semanal por trampas Caseras de adultos de broca del café (*Hypothenemus hampei*) con tres atrayentes (mezclas alcohólicas) durante 26 semanas en la Colonia Bolinda municipio de Caranavi del Departamento de La Paz, Bolivia

Tratamiento	Total Brocas Capturadas/Repetición	Promedio/Mes	Promedio/Semana
T1 = A1B1	35	5	1
T2= A2B1	1591	227	57
T3 = A3B1	631	90	23
T4 = A4B1	634	91	23
T5= A1B2	38	5	1
T6 = A2B2	906	129	32
T7 = A3B2	1016	145	36
T8 = A4B2	4877	697	174
T9 = A1B3	23	3	1
T10 = A2B3	858	3	1
T11 = A3B3	738	105	26
T12 = A4B3	870	124	31

En la Tabla 5, se observa el T8 presentó mayor captura de broca para los meses de diciembre y enero con promedios de 358.3 y 606.7, seguidamente T2 con 101.7 y 98.3. Posteriormente los tratamientos T7, T6, T12, T10, T11, T4 y T3 lograron capturas similares, aunque sin encontrarse diferencias. Finalmente los tratamientos (testigos) alcohol comercial T1, T5 y T9 obtuvieron capturas muy bajas, esto significa que el alcohol comercial no atrae a la broca, como los de más tratamientos que contenían mezclas de alcoholes de metanol y etanol.

En el mes de noviembre la captura de broca por la interacción de trampa por atrayente el cuadrado medio fue de (441.17) siendo altamente significativo (< 0.0001), con CV: 15.8% presentando bajas capturas con un promedio de 18.9 brocas capturadas, debido a que la plaga inició a emprender el vuelo buscando nuevos frutos a colonizar.

En los meses de diciembre y enero la captura de broca por la interacción de trampa por atrayente el cuadrado medio de fue de 24908.10 y 79980.34, cuyo análisis estadístico indica que hay diferencias altamente significativas, con CV: 14.3% y 12%, presentando mayores capturas con promedios de 73.9 y 93.7 brocas debido a la época de migración y a las condiciones climáticas favorables.

Tabla 5 Promedio semanal de capturas por trampas Caseras de adultos de broca del café (*Hypothenemus hampei*) con tres atrayentes (mezclas alcohólicas) durante 26 semanas en la Colonia Bolinda municipio de Caranavi del Departamento de La Paz, Bolivia

Tratamiento	Nov-2008	Dic-2008	Ene-2009	Feb-2009	Mar-2009	Abr-2009	May-2009
T1 = A1B1	0.0	0.3	1.7	2.0	3.0	2.0	2.7
T5= A1B2	0.3	0.7	0.3	5.0	1.0	4.0	1.3
T9 = A1B3	0.0	0.7	1.0	1.3	1.0	2.0	1.7
T2= A2B1	10.3	101.7	96.3	86.0	98.3	60.3	77.3
T4 = A2B2	20.7	50.0	47.3	47.7	74.0	26.0	36.3
T6 = A2B3	38.7	49.3	81.0	36.3	43.0	17.3	20.3
T3 = A3B1	15.7	30.0	38.3	38.0	22.0	26.7	39.7
T7 = A3B2	35.7	97.7	77.7	47.3	43.7	16.0	20.7
T11 = A3B3	10.3	80.7	70.0	19.7	14.7	28.7	22.0
T4 = A4B1	10.3	18.3	24.3	44.7	33.0	32.7	47.0
T8 = A4B2	40.7	358.3	606.7	97.7	185.7	104.3	232.3
T12 = A4B3	44.3	100.0	79.7	10.3	8.7	10.7	36.3

Tabla 6 Análisis de varianza de capturas/atrayente/trampa Caseras de adultos de broca del café (*Hypothenemus hampei*) de noviembre 2008 a mayo 2009 durante 26 semanas en la Colonia Bolinda municipio de Caranavi del Departamento de La Paz, Bolivia

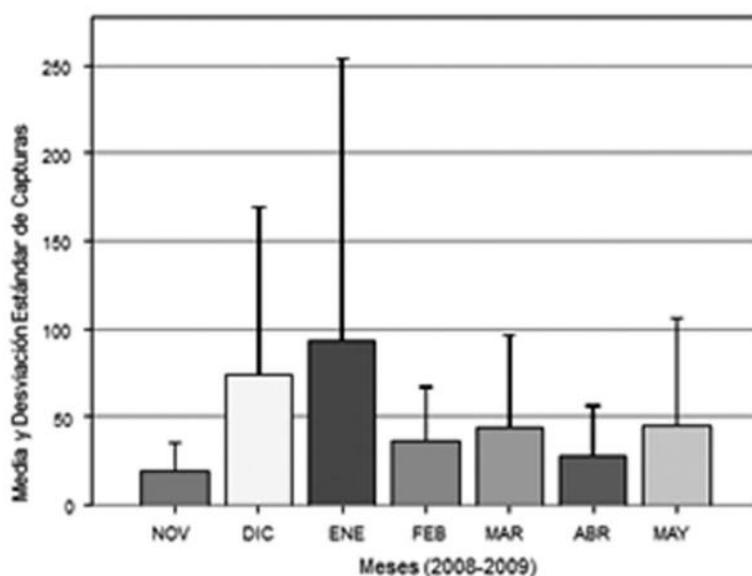
FUENTE DE VARIACION	GL	CUADRADO MEDIO						
		nov-08	dic-08	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09
Atrayente (A)	3	1620.84**	38009.87**	91651.92**	5259.1**	11610.4**	3456.5**	17380.3**
Tipo Trampa (B)	2	873.25**	26200.36**	72564.19**	3529.75**	10749.2**	1649.1**	8383.69**
AXB	6	441.17**	24908.10**	79980.34**	1638.60**	6619.47**	2414.0**	10329.1**
Error Experimental	24	8.9	112.9	128.2	31.3	61.5	20.5	61.1
R ²		0.97	0.99	0.99	0.97	0.98	0.98	0.98
CV		15.8%	14.3%	12%	15.4%	17.8%	16.4%	17.4%

** Significativa a una probabilidad estadística al $\alpha=0.05$.

Tabla 7 Promedio de capturas en las 36 trampas Casera de adultos de broca del café (*Hypothenemus hampei*) con tres atrayentes (mezclas alcohólicas) durante 26 semanas en la Colonia Bolinda municipio de Caranavi del Departamento de La Paz, Bolivia

Tipo de Trampa	Nov-2008	Dic-2008	Ene-2009	Feb-2009	Mar-2009	Abr-2009	May-2009	
B1=INIA	9.083	37.583	40.417	42.667	39.083	30.417	41.667	240.92
B2=ECOIAPAR	24.333	126.667	183.000	49.417	76.083	37.583	72.667	596.75
B3=T/BROCA	23.333	57.667	57.917	16.917	16.833	14.667	20.083	207.42

Figura 2 Fluctuación poblacional de capturas en las 36 trampas Casera de adultos de broca del café (*Hypothenemus hampei*) con tres atrayentes (mezclas alcohólicas) durante 26 semanas en la Colonia Bolinda municipio de Caranavi del Departamento de La Paz, Bolivia



Discusión

El estudio de infestación de brocas, se realizó a través de la metodología propuesta por (Bustillos, *et al.* 1998) por método de muestreo aleatorio o completamente al azar, fácil, confiable, rápido y económico; los resultados de la infestación en las 30 plantas/ha evaluadas (tabla 1), con 30 a 102 frutos por rama dieron un 17.4% de infestación. Trujillo *et al.* (2006) señala que este tipo de muestreo constituye una medida aproximada de infestación que permite a

caficultores y técnicos estimar poblaciones de broca, identificar los sitios de mayor concentración de la broca, conocidos como "focos", conocer el grado de penetración de la broca en los frutos y evaluar en un momento dado las medidas de control utilizadas.

El elevado grado de infestación hallado en la Colonia Bolinda, nos indica una diferencia amplia frente a los diferentes niveles de infestación de broca presentadas en los lotes evaluados, es decir, en lotes

con niveles de infestación bajos (menores a 2.5%), medios (entre 2.5 y 5%) y altos (mayores 5%). Trujillo *et al.* (2006).

En otros estudios de campo, Bustillo & Mejía (2003), encontraron similitud en los niveles de infestación por broca al evaluar por primera vez ambos métodos de muestreo.

Tabla 8 Costo total por tratamiento por ha para el control de *Hypothenemus hampei*

Tratamiento	Descripción	C/trampa (Bs)	C/tratamiento 18 ml (Bs)	C/tratamiento+ atrayente(Bs)	C/Total/ha (Bs)
1	Alcohol comercial (testigo) + INIA	1.50	0.20	1.70	34
2	M-E 3:1+INIA	1.50	2.20	3.70	74
3	M-E-Café molido 3:1:1+INIA	1.50	2.50	4.00	80
4	M-E 2:1+INIA	1.50	2.20	3.70	74
5	Alcohol comercial (testigo) + ECOIAPAR	1.50	0.20	1.70	34
6	M-E 3:1+ECOIAPAR	1.50	2.20	3.70	74
7	M-E-CM 1:1:1+ECOIAPAR	1.50	2.50	4.00	80
8	M-E 2:1+ECOIAPAR	1.50	2.20	3.70	74
9	Alcohol comercial (testigo) + TRAMBROCA	1.60	0.20	1.80	36
10	M-E 3:1+TRAMBROCA	1.60	2.20	3.80	76
11	M-E-CM 1:1:1+TRAMBROCA	1.60	2.50	4.10	82
12	M-E 2:1+TRAMBROCA	1.60	2.30	3.80	76

M = Metanol, E = Etanol, CM = Café molido

El porcentaje de infestación de la parcela de estudio fue de 17.4%. Según a los grados de valoración por (ANACAFE 1978, y modificada por Franqui & Medina 2003) significa que la el área en estudio está totalmente infestada. De este análisis se infiere la necesidad de evaluar niveles de infestación de la broca del café en campo, periódicamente y cuando se realice el muestreo aleatorio que permita ubicar 30 sitios por cada 5000 árboles de café y recorrer el lote en zig-zag.

El manejo de trampas con atrayentes es una forma de controlar los insectos plagas, conocida desde hace mucho tiempo. Sus aplicaciones en agricultura han sido bastante amplias antes de la aparición de los primeros insecticidas sintéticos en los años 40 del siglo pasado (Balachowsky 1951) Las lluvias torrenciales y esporádicas para los meses de diciembre y enero alcanzaron una mayor precipitación de 20.6 mm así como los valores de humedad relativa media mensuales de 76.8 y 74.8% lo cual manifestó provocando la migración

de la broca en los cafetales como se observa en la tabla 4, En general se observa la mayor captura se presentó bajo condiciones de alta precipitación asociado con incrementos de humedad relativa, los que se reflejan en los meses de diciembre y enero, que están estrechamente relacionadas con la salida de la broca del grano del café, que coincide con la época de transito de la plaga, en busca de nuevos frutos para su infestación y su reproducción, esto ocurre a los 120 días después de la floración.

Según los reportes de Mathieu *et al.* 1999, determinaron, que el trapeo debe emplearse cuando las hembras salen de los frutos secos donde se ha desarrollado su ciclo de vida, en busca de granos nuevos y que generalmente concuerda con los cambios climáticos como aumento de la humedad relativa la que es generada por la lluvia y temperatura después de las primeras lluvias.

Los resultados obtenidos del presente trabajo son similares a los obtenidos por Barrera *et al.* (2008), en cuanto a la efectividad de la trampa, quienes evaluaron dos tipos de trampas ETOTRAP 1291.2 ± 203.6 ; en ECOIAPAR 1484 ± 324.5), observando mayores capturas en ECOIAPAR (una ventana) que en ETOTRAP (3 ventanas), con un rango de captura superior que varió de 14.9 a 223.6%.

La broca del café es atraída a trampas cebadas con una mezcla de alcoholes y los datos de las capturas muestran que estas trampas localizadas en los cafetales sirven como una herramienta de alerta para los caficultores para conocer cuando la broca está volando en busca de nuevos frutos. En estudios previos se ha documentado la atracción que ejercen mezclas de alcoholes sobre adultos de broca, que generan los cafetales de sus procesos metabólicos de la maduración de los frutos de café (Cárdenas 2000).

Actualmente el atrayente que se está usando en el campo es etanol y metanol con las proporciones que suelen variar de 50:50 a 30:70 (Dufour 2004); la mayor efectividad de captura de una trampa cuya composición es la siguiente: metanol etanol 1:1, 2:1, 3:1 y 0:1 (Gonzales *et al.* 2008).

Por lo tanto, la ubicación de las trampas en los arbustos podría ser una forma de incrementar la efectividad del trapeo, pues podría capturarse parte de los individuos que hacen desplazamientos a corta distancia. Dufour (2004), recomienda colgar las trampas en las ramas intermedias de los cafetos, con lo que el atrayente puede llegar a las brocas que se encuentran emergiendo de los frutos. Borbón (2004) evaluó alturas de ubicación de la trampa de 0.5, 1.5 y 2.5 metros del suelo.

La fluctuación poblacional de la broca (Figura 2), se observó la máxima captura en los meses de diciembre y enero debido a la época de emergencia masiva de la broca en busca de granos nuevos para infestar, es decir que en estos meses los frutos son susceptible al ataque de la plaga cuando alcanza el 20% de su peso seco del grano, estado conocido como “semi consistencia”, que ocurre a los 120 días después de la floración, adecuado para la reproducción de la broca, esto significa que esta etapa es factible para utilizar métodos de control para contrarrestar sus efectos nocivos, rompiendo su ciclo vital para evitar los daños económicos.

Los estudios realizados en los otros países productores de café obtuvieron datos de fluctuación poblacional muy diferente que en Bolivia. Según los reportes de Fernández & Cordero (2005) en Venezuela, determinaron la fluctuación poblacional de la broca logrando máxima captura en el mes de abril. Barrera *et al.* (2006), sostienen que en Méxi-

co, las mayores capturas de *Hypothenemus hampei*, fueron entre marzo y abril.

Los resultados del análisis económico de los tratamientos, se puede observar (Tabla 7) que el tratamiento (T8) cuya combinación de mezclas de alcoholes metanol y etanol en proporción 2:1 versus trampa artesanal ECOIAPAR fue la más eficiente y económica para su aplicación en el campo con un costo de 74 bolivianos, sin embargo se podía considerar los tratamientos (T6, T4 y T2) con un costo similar pero no tan efectiva, en cuanto a menor costo son similares a los reportes (Barrera *et al.* 2008) en México quienes compararon 3 modelos en eficiencia y costo, la trampa IAPAR resulto ser el modelo de menor costo de 19.60 US\$ por hectárea, en comparación con 34.64 US\$ para el modelo Fiesta y 60.63 US\$ para el modelo Brocap®.

El análisis de costos marginales del trapeo, se realizaron a través de la metodología propuesta por (CIMMYT 1988), se utilizó los costos parciales en bolivianos de los siguientes componentes: metanol, etanol, botella plástica, alambre, gotero, mano de obra (jornales).

Las trampas artesanales de botellas desechables (ECOIAPAR) con atrayentes alcohólicos metanol y etanol en proporción 2:1, constituye una alternativa eficaz en la captura de adultas hembras de *Hypothenemus hampei*, después de la cosecha. Las trampas que contenían alcohol comercial no fueron eficientes en el control de la broca del café.

En relación a la fluctuación poblacional de la broca, la máxima captura se logró en los meses de diciembre a enero, época masiva donde las hembras emprenden el vuelo a colonizar nuevos frutos del cafeto.

El costo y disponibilidad de las trampas artesanales permite ser utilizada por los productores en

programas de manejo integrado de este insecto plaga reduciendo los costos de producción manteniendo por debajo del umbral económico, contrarrestando la presencia de la plaga que causa daños económicos considerables.

Conflictos de intereses

Esta investigación recibió financiamiento parcial de la Misión Alianza Noruega para la compra de los materiales de esta investigación y no presenta conflictos de interés.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los productores cafetaleros de la Colonia Bolinda, central Caranavi, de Caranavi, al personal del Laboratorio de Entomología, al Instituto de Investigación y Extensión Agrícola, la Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto (UPEA).

Literatura citada

- ANACAFE, Asociación Nacional del Café. Guía Práctica para la Elaboración de la Trampa Broca, Guatemala 1978; 1-2 pp. Disponible en www.anacafe.org.
- Balachowsky AS. La lutte contre les insectes. Paris (France): Payot. 1951; 380 pp.
- Barrera JF, Herrera J, Chiu M, Gómez J, Valle J. The one window trap (ECOIPAR) captures more coffee berry borer *Hypothenemus hampei* than the three windows trap (ETOTRAP) Entomología Mexicana. 2008; 7: 619-624.
- Barrera JF, Montoya P, Rojas J. Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. En: JF Barrera

- & Montoya P (eds.), Simposio sobre Trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. Manzanillo, Colima, México, 2006; 1-16 pp.
- Borbón MO. Eficacia de las trampas de vasos para el monitoreo y control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: curculionidae) en Nicaragua y Costa Rica. 2004. En: Manejo da broca do café. Workshop internacional. Londrina. Brasil.
- Bustillo PAE, Mejía MCG. Un plan de muestreo más rápido para determinar la infestación de broca en un cafetal. Memorias, Curso Tecnología y Equipos de Aspersión para el Control de la Broca del café. 2003. Chinchiná (Colombia), Marzo 25 -27, 2003. 40 pp.
- Bustillos A, Cardenas R, Villalba D, Benavides P, Orozco V, Posada F. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná-Caldas-Colombia. Cenicafé. 1998; 134 pp.
- Cárdenas R. Trampas y atrayentes para monitoreo de poblaciones de broca del café. *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Col., Scolytidae).2000. En: SIMPOSIO Latinoamericano de Caficultura, 19. San José (Costa Rica), Octubre 2-6, 2000. Memorias. ICAFE-PROMECAFE; 369-379 pp.
- CIMMYT. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. La formulación de Recomendaciones a partir de Datos Agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición Completamente Revisada. México. 1988: 79 pp.
- Cuba N. Manual para el cultivo de Café en Yungas La Paz Bolivia.2007; 7-104 pp.
- Damon A. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Bull Entomol Res. 2000; 90: 53-465.
- Dufour B. Condiciones de uso de las trampas en el control de la broca del café. 2004. En: Workshop Internacional sobre o Manejo da Broca-do-Café, Londrina, Paraná, Brasil.
- FECAFEB, Federación de Caficultores de Bolivia. 2010. Plan de desarrollo cafetalero municipio de Caranavi. La Paz Bolivia.
- Fernández S, Cordero J. Evaluación de atrayentes alcohólicos en trampas artesanales para el monitoreo y control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Revista Digital del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Bioagro. 2005; 17(3), 143-148.
- Franqui RA, Medina GS. 2003. La broca del Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari): Biología y Aspectos Básicos de Control. Entomología Asociada Universidad de Puerto Rico, Estación Experimental Agrícola, Departamento de producción de Cultivos, Rio Piedras, Puerto Rico.2003; 1-11 pp.
- Gonzales E, Casarez R, Meneses H, Castillo A, Márquez Y. Agrotecnología para el cultivo del Cafeto Guía para realizar actividades prácticas relacionadas con la Broca del café en un día de campo. Resúmenes XIX Congreso Venezolano de entomología. 2008; 130 pp.
- INE Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Nacional Agropecuario. 2008. Disponible en <http://www.ine.gob.bo>.
- López-Vaamonde C, Baker PS, Cock M, Orozco-Hoyos J. Informe sobre *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae, Tetrastichinae), un agente de control biológico contra *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) en Co-

- lombia. Commonwealth Agricultural Bureau. London, UK. 1997.
- Mathieu F, Brun LO, Frerot B, Suckling DM, Frampton C. Progression in field infestation is linked with trapping of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera, Scolytidae). *J Appl Ent.* 1999; 123(9):535-540.
- Reis PR, Souza JC, Melles CCA. Pragas do cafeeiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte (Brasil). 1984; 10(109):63-72.
- Rena AB, Matiello JB, Maestri M, Fazuoli LC, Guimarães PTG, Lopes AS, et al. Cultura do Cafeeiro (Fatores que afetam a produtividade), capítulo 2. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosforo, ESALQ, 1986; 447 pp.
- Silva FC, Ventura MU, Morales L. Capture of *Hypothenemus hampei* Ferrari (coleoptera, scolytidae) in response to trap characteristics. *Sci agric. (Piracicaba, Braz.)*, Piracicaba. 2006; 63:567-571.
- Souza JC, Reis PR, Melles CCA. Cigarras-do-cafeeiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. Belo Horizonte, EPAMIG, 1983. 27pp. (Boletim Técnico: 5).
- Trujillo HI, L. F. Aristizábal LF, Bustillo AE, Jiménez M. 2006. Evaluation of methods to quantify populations of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), in farms of coffee growers experimenters. *Rev. Colomb. Entomol.* 2006; 32:39-44.
- Wegbe K, Cilas C, Decazy B, Alauzet C, Dufour B. Estimation of production losses caused by the coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae) and calculation of an economic damage threshold in Togolese coffee plots. *J Econom Entomol.* 2003; 96: 1473-1478.
-