

Incidencia de *Hypothenemus hampei* y *Xylosandrus morigerus* en café robusta (*Coffea canephora*) en condiciones de Manglaralto, Santa Elena, Ecuador

Incidence of *Hypothenemus hampei* and *Xylosandrus morigerus* in robust coffee (*Coffea canephora*) under Manglaralto conditions, Santa Elena, Ecuador

Ángel León Mejía¹ (aleon@upse.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-3599-3669>)

Mercedes Arzube Mayorga² (marzube@upse.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-5304-2998>)

María Medina Robles³ (mariamedinarobles@upse.edu.ec) (<https://orcid.org/0009-0004-7514-501>)

Resumen

Con el objetivo de valorar la incidencia de *Hypothenemus hampei* (broca) y *Xylosandrus morigerus* (taladrador de ramilla) en café robusta en Manglaralto, Santa Elena, se desarrolló un ensayo en un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, en 0.5 hectáreas. Se utilizaron trampas construidas de botellas plásticas de gaseosas de color rojo y transparente más dos difusores (alcohol etílico + alcohol metílico; alcohol etílico + café tostado molido). Se evaluó incidencia de broca y taladrador de ramilla, número de insectos de ambas especies capturadas y se identificaron los estadios de los mismos. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos; donde en las trampas de color rojo más la mezcla de etanol y metanol ocurrió la mayor captura con 141.25 para *H. hampei* y 3.25 *X. morigerus*. La mayor cantidad de granos brocados correspondió a granos secos con 92%. En cuanto a la afectación de granos según estadios del insecto, los mayores promedios fueron alcanzados por las larvas con 40.66% y las menores con 20.33% para los huevos. La incidencia de broca superó el umbral económico, con 73.99% y taladrador de ramilla no superó el 10%, lo que evidencia una dinámica poblacional muy baja, aunque se deben realizar evaluaciones periódicas, establecer plan de manejo integrado y empleo de bio-insecticidas.

Palabras clave: dinámica poblacional, granos brocados, trampas de metanol: etanol, estadios de insectos.

Abstract

With the objective of evaluating the incidence of *Hypothenemus hampei* (bit) and *Xylosandrus morigerus* (twig borer) in coffee in Manglaralto Santa Elena. The trial was established under a completely randomized design, with four treatments and four

¹ Magíster en Riego y Drenaje. Docente-Investigador. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.

² Magíster en Agroecología y Agricultura sostenible. Docente-Investigador. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.

³ Ingeniera Agropecuaria. Investigador. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.

repetitions, in 0.5 hectare. Traps made from red and transparent plastic soda bottles plus two diffusers (ethyl alcohol + methyl alcohol; ethyl alcohol + ground roasted coffee) were used. The incidence of borer and twig borer was evaluated, as well as the number of insects of both species captured and their stages were identified. Significant differences were found between the treatments; where in the red traps plus the mixture of ethanol and methanol the highest capture occurred with 141.25 for *H. hampei* and 3.25 for *X. morigerus*. The largest amount of brocaded grains corresponded to dry grains with 92%, in terms of grain affectation according to insect stages, the highest averages were reached by the larvae with 40.66% and the lowest with 20.33% for the eggs. The incidence of CBB exceeded the economic threshold, with 73.99% and twig borer did not exceed 10%, which shows a very low population dynamic, although periodic evaluations must be carried out, an integrated management plan established and the use of bio-insecticides

Key words: Population dynamics, brocade grains, methanol: ethanol traps, insect stages

El cultivo del café y la incidencia de plagas en el Ecuador

El café es uno de los productos con mayor valor comercial a nivel mundial, al ocupar el segundo lugar después del petróleo, por ser no solo el fruto con mejor comercialización, sino, además, la bebida social de mayor influencia y difusión a nivel nacional; ya que posee gran importancia emblemática a través de la historia de la humanidad al tener implicaciones sociales. Además, el cafeto *Coffea arábica* o *Coffea robusta*, es uno de los cultivos cuyos frutos se utilizan para elaborar la bebida no alcohólica más popular, importante y rentable en la actualidad (Constantino y otros, 2021).

En el Ecuador este cultivo posee importancia desde el punto de vista social, económico y ecológico, todos se involucran como de actores directos e indirectos por su aporte a la cadena cafetalera del país. Está ampliamente distribuido en el territorio y se concentra en las provincias del Guayas, Santa Elena, Los Ríos, Cotopaxi, Bolívar, Manabí, Santo Domingo, Esmeraldas y en el oriente (Napo, Orellana, Sucumbíos), donde el café robusta ocupa el 67 % de la superficie nacional (Abril y otros, 2022).

Los efectos del cambio climático producen modificaciones en las temperaturas, humedad y gases de la atmosfera, fundamentalmente la acumulación de gases de efecto invernadero; lo que favorece el aumento de la incidencia de plagas y enfermedades, lo que trae aparejados trastornos en el normal funcionamiento de la planta, producidas por la asociación hospedero-patógeno-ambiente; por ende, la reducción de producción de café (Villarreyna-Acuña, 2016). De ahí que, en algunos casos las condiciones de la temperatura de la planta, influyen en la actividad de ovoposición y/o alimentación de las plagas, lo que genera bajo condiciones de sequía extrema adaptación de plagas y enfermedades (Olvera-Vargas, Contreras-Medinas y Aguilar-Rivera, 2020).

En la provincia de Santa Elena se han establecido 300 hectáreas de café robusta. Además, en base a estudios se ha identificado que existen zonas con condiciones agroecológicas adecuadas para iniciar un proceso de adaptación de clones de café de esta variedad con alta productividad, para lograr extender las áreas dedicadas a este cultivo y ampliar la producción del sector cafetalero. El estado ecuatoriano y diversas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales se dedican a promocionar el desarrollo de la variedad robusta en zonas, cuya tradición no es cafetera. En este sentido, Manglaralto en la provincia de Santa Elena, dada sus condiciones agroecológicas, podría ser un potencial para la siembra de este cultivar (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017).

El uso de variedades no mejoradas, mal manejo agronómico y presencia de plagas y enfermedades, están entre los factores que afectan el correcto desarrollo del cultivo del café. Dentro de las plagas que ocasionan mayores pérdidas se encuentra la broca (*Hypothenemus hampei*), el cual constituye el principal insecto que ataca el cultivo de café, el que se encuentra distribuido en la mayoría de las regiones cafetaleras del mundo. Por otra parte, el taladrador de las ramas (*Xylosandrus morigerus*) reduce las cosechas y genera daños en las ramas de la planta, afectando los puntos de crecimiento y desarrollo del cultivo (Abewoy, 2022). De ahí que el objetivo del estudio fue evaluar la incidencia de broca (*Hypothenemus hampei*) y taladrador de ramas (*Xylosandrus morigerus*) en café robusta en Manglaralto, Santa Elena, Ecuador.

Metodología para el estudio de incidencia broca y taladrador de ramas de café en Manglaralto, Santa Elena, Ecuador

Localización y Descripción del lugar de estudio

La presente investigación se realizó en el centro de prácticas Manglaralto de la Universidad Península de Santa Elena (figura 1), situado a 55 km al norte de la provincia de Santa Elena, ubicado en la parroquia Manglaralto del cantón de Santa Elena, en la vía Dos Mangas, a una altura de 12 msnm; cuenta con un relieve anverso cuya pendiente es menor al 1%.

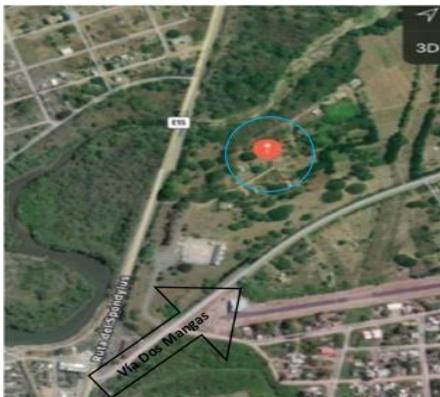


Figura 1. Toma satelital del centro de prácticas UPSE- Manglaralto.

La investigación se llevó a cabo de noviembre 2019 a febrero del 2020. La zona se caracterizó por mostrar un ecosistema desértico, con plantación manejada bajo sistema agroforestal como sombra, con precipitación media anual de 500 mm y humedad relativa de 82.5%; los promedios de temperatura de 24 °C.

Identificación de broca (*Hypothenemus hampei*) y taladrador de ramilla (*Xylosandrus morigerus*) del café

Con la ayuda de las trampas se procedió a la captura de broca y taladrador de ramilla del café, en cada conteo que se realizó por medio de un vaso plástico con tapa y agua se recogieron todos los insectos hasta llegar al laboratorio, donde con la ayuda del microscopio y un estereoscopio se procedió a su identificación.

Tratamientos, diseño experimental y procesamiento estadístico

El experimento se estableció bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos (Tabla 1) y cuatro repeticiones. Las variables se sometieron al análisis de varianza y las medias comparadas mediante Tukey (≤ 0.05) según diseño experimental. Para el procesamiento se utilizó el software estadístico Infostat versión profesional para Windows.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Código	Detalle
T1	TR:AE+AM	Trampa roja: Alcohol etílico + alcohol metílico
T2	TR:AE+CT	Trampa roja: Alcohol etílico + café tostado molido
T3	TT:AE+AM	Trampa transparente: Alcohol etílico + alcohol metílico
T4	TT:AE+CT	Trampa transparente: Alcohol etílico + café tostado molido

Procedimientos

El manejo del experimento siguió los criterios de Enríquez-Calderón y otros (2014).

Mezcla de los alcoholes: se mezcló los alcoholes metílico y etílico en relación 3:1.

Mezcla de café tostado y molido + alcohol etílico: Se tomaron 10 gramos de café tostado y molido y se le agregó 6 partes de alcohol etílico, de esta mezcla se obtuvo el alcohol cafeinado.

Preparación de las trampas

Los materiales para la construcción de las trampas artesanales fueron: botellas plásticas de 3 litros, frascos de vidrio color oscuro 100 mL, estilete, regla, alambre, marcadores, jeringa.

En el trapeo se realizaron las siguientes etapas:

- Preparación del difusor: En las tapas de los frascos de vidrio de 100 mL se realizó una pequeña abertura para facilitar la gasificación de los atrayentes, el frasco del difusor se llenó con el atrayente respectivo.
- De las trampas: En la botella plástica de 3 litros se realizó una abertura rectangular hacia la parte superior, de 10 x 15 cm, luego se colocó la botella de forma invertida ubicando el difusor (atrayente) con el respectivo alambre para adherirlo al cafeto, agregar agua dentro de la botella plástica.
- Distribución de las trampas en el área de investigación: Se colocó las trampas cada 20 m^2 , en lugares sombreados, a una altura de 100 a 120 cm del suelo.
- Capturadas y la reposición del difusor: Una vez instaladas las trampas se monitorearon con frecuencia quincenal durante 4 meses, con la finalidad de ponderar la captura de la broca del café.
- Reposición del difusor: En cada monitoreo de las trampas, se verificó que el frasco del difusor contenga la cantidad suficiente de la mezcla de alcoholes y se realizaba su reposición.

Variables experimentales

- *Incidencia del taladrador de ramilla (ITR)*. Para valorar la incidencia de taladrador de ramillas (*Xylosandrus morigerus*) se seleccionó plantas al azar, se registró el número total de ramas y el número de ramas afectadas por taladrador, cada 15 días durante 4 meses. La fórmula utilizada fue:

$$I\% = \frac{\text{numero de ramas infestadas por taladrador}}{\text{Numero total de ramas}} \times 100$$

- *Incidencia de broca (IB)*. En la misma planta, donde se evaluó incidencia de taladrador, se identificó las ramas con granos y se realizó conteo de número total de frutos y número de frutos brocados y se determinó por

$$\text{Incidencia de Broca } \% = \frac{\text{Frutos Brocados}}{\text{Frutos Totales}} \times 100$$

- *Número de brocas capturadas*. En cada tratamiento se realizó el conteo de brocas, retenidas en el agua de la trampa cada 15 días y posteriormente cuantificados durante los 4 meses.
- *Números taladrador de ramillas capturadas*. En esta variable se repitió el proceso de las brocas capturadas, diferenciando el insecto, siendo el taladrador de color café claro, mientras que la broca es de color negro.

- *Números de granos brocados en la cosecha.* Una vez culminada el ensayo se procedió a recolectar 100 granos entre maduros, verdes y secos de cada repetición para proceder a contar el número de brocas encontradas en los granos cosechados.

Principales resultados de identificación e incidencia broca (*Hypothenemus hampei*) y taladrador de ramilla (*Xylosandrus morigerus*) del café

Identificación (*Hypothenemus hampei*) y taladrador de ramilla (*Xylosandrus morigerus*) del café

Las larvas son vermiformes, ápteras, ápodas, blancas y de cabeza marrón. Miden de 0.7 a 2.2 mm de largo y de 0.2 a 0.6 mm de diámetro, cuentan con mandíbulas fuertes prolongadas hacia adelante y su cuerpo cubierto por pilosidad blanca (Figura 2)



Figura 2. Broca del café en sus diferentes estadios, vista a través del estereoscopio

Estas características de la broca del café coinciden con las reportadas por Rodríguez y Almonte (2014), los que indican que los adultos son de color negro, las hembras son más grandes que los machos midiendo de 1.4 a 1.8 mm de largo y 0.8 de ancho y los machos, más pequeños, miden de 1.2 a 0.6 mm, a diferencia de los machos que son ápteros, mientras que las hembras pueden volar distancias cortas (Cañarte y otros, 2016). Las hembras tienen el margen frontal del pronoto con cuatro a seis dientes (quetas erectas), teniendo una sutura mediana frontal de la cabeza grande y bien definida (Abewoy, 2022).

La broca del café desempeña una metamorfosis completa o holometabolía, pasando por las fases de huevo, larva, pupa y adulto como menciona. El ciclo de vida (de huevo a adulto) dura entre 24 y 45 días variando en función de las condiciones climáticas (Constantino y otros, 2021).



Figura 3. Taladrador de ramilla vista a través del estereoscopio

El taladrador de ramilla es un coleóptero de forma cilíndrica y de color castaño brillante, la cabeza no puede verse dorsalmente. Tamaño promedio de las hembras es de 1.7 mm de largo por 0.8 mm de ancho, en tanto que el macho mide en promedio 1.0 mm de largo por 0.5 mm de ancho. Según Jaramillo y otros (2015), tiene metamorfosis completa con las etapas de: huevo, larva, pupa y adulto, ciclo de vida 20 a 40 días, normalmente se encuentra un macho por cada 11 a 20 hembras. El apareamiento ocurre dentro o muy cerca de la galería o nido.

Incidencia de broca (*Hypothenemus hampei*) y taladrador de ramilla (*Xylosandrus morigerus*) del café

Para la incidencia de *Hypothenemus hampei* (tabla 2) existió diferencias para todas las edades evaluadas con los mayores valores para Trampa transparente: Alcohol etílico + alcohol metílico (TT:AE+AM) a los 15, 30, 45 y 75 días (46.50; 62.41; 56.13 y 64.35 %) y para 90, 105 y 120 día con 60.26; 64.12; y 64.72% fue para Trampa transparente: Alcohol etílico + café tostado molido (TT:AE+CT). Mientras que Trampa roja: Alcohol etílico + café tostado molido (TR:AE+CT) a los 60 días presentó 56.90%. Vale destacar que los menores valores promedios fueron para TR:AE+AM y TR:AE+CT con 47.35 y 50.11%, respectivamente.

Tabla 2. Incidencia de la broca del café (*Hypothenemus hampei*)

Trampas	Días							
	15	30	45	60	75	90	105	120
TR:AE+AM	40.98 ^c	38.02 ^d	48.88 ^b	37.71 ^d	49.31 ^c	47.85 ^c	59.98 ^b	56.10 ^b
TR:AE+CT	44.75 ^b	50.72 ^b	41.57 ^c	56.90 ^a	52.71 ^b	48.06 ^c	48.38 ^d	57.82 ^b
TT:AE+AM	46.56 ^a	62.41 ^a	56.13 ^a	47.53 ^c	64.35 ^a	54.47 ^b	57.76 ^c	51.22 ^c
TT:AE+CT	37.95 ^d	42.75 ^c	35.60 ^d	52.25 ^b	47.47 ^d	60.26 ^a	64.12 ^a	64.72 ^a
EE±	2,677	2.065	3.876	3.432	3.045	3.897	2.912	2.876
P	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.001	0.0001	0.001

Abcd Valores con letras no comunes en una misma fila difieren según prueba de Tukey ($p < 0.05$)

TR: AE+AM = Trampa roja: Alcohol etílico + alcohol metílico; TR:AE+CT = Trampa roja: Alcohol etílico + café tostado molido; TT:AE+AM = Trampa transparente: Alcohol etílico + alcohol metílico; TT:AE+CT = Trampa transparente: Alcohol etílico + café tostado molido.

Si se toman en cuenta los promedios según las edades evaluadas (figura 4), los mayores porcentajes fueron para 75 y 105 días con 73.99 y 71.45, mientras que los menores acumulados fueron para los 15 días con 50.94%.

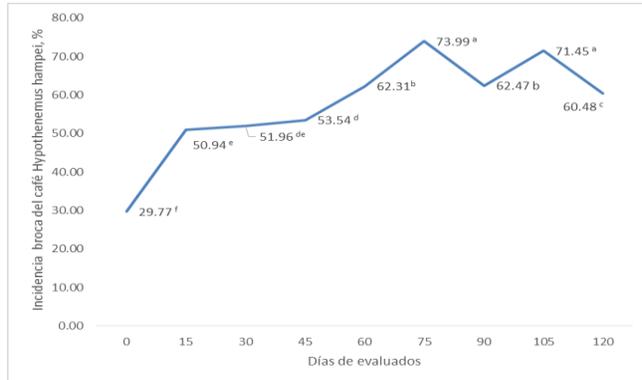


Figura 4. Promedios de incidencia de broca del café (*Hypothenemus hampei*)

Los incrementos de las poblaciones y la incidencia en sus efectos sobre el cultivo han sido asociados al efecto de los factores del clima, en este sentido Constantino y otros (2021) encontraron que las altas temperaturas, superiores a los 21°C, aumentaron los porcentajes de infestación de la broca del café hasta un 36.4% en el lote con sombra y hasta 18.9% al aire libre. Mientras que, por debajo de los 21°C disminuyeron hasta los 2.9% y 2.5%, respectivamente, para ambos tipos de siembras.

Los resultados demuestran el efecto que posee el clima en el desarrollo y reproducción de la broca en los frutos, fundamentalmente e aquellos remanentes de café que después de las cosechas se quedan en el árbol y en el suelo. Además, los frutos de café infestados por broca que se caen al suelo sirven de refugio y reservorio al insecto para reinfestar luego a los frutos en el árbol, debido a que el desarrollo de estos insectos continúa durante 140 días, dando lugar a nuevas generaciones de brocas que brotan de los frutos para iniciar daños a los frutos sanos del árbol o del suelo (Constantino y otros, 2017; Atallaha y otros, 2018).

Para la incidencia del *Xylosandrus morigerus* (tabla 3) existió diferencias significativas con variabilidad en los valores alcanzados en las diferentes edades de evaluación para los 15, 30 y 120 días los valores mayores fueron para TT:AE+AM (10.11, 9.84 y 13.17%); 6.49% TR:AE+AM; a los 45 días; 10.27, 10.95 y 11.50 a los 60, 90 y 105 días TR:AE+CT y 10.53% a los 75 días TT:AE+CT.

Tabla 3. Incidencia del taladrador de ramilla del café (*Xylosandrus morigerus*)

Trampas	Días							
	15	30	45	60	75	90	105	120
TR:AE+AM	5.73 ^c	8.74 ^b	6.47 ^a	6.37 ^c	6.13 ^c	7.49 ^b	6.02 ^c	7.34 ^b
TR:AE+CT	5.86 ^c	5.05 ^c	5.73 ^b	10.27 ^a	7.90 ^b	10.95 ^a	11.50 ^a	6.52 ^c
TT:AE+AM	10.11 ^a	9.84 ^a	4.86 ^c	6.70 ^c	7.69 ^b	7.32 ^b	4.79 ^d	13.17 ^a
TT:AE+CT	7.66 ^b	5.40 ^c	4.45 ^c	9.10 ^b	10.53 ^a	6.56 ^c	8.30 ^b	7.20 ^b
EE±	0.575	0.343	0.266	0.422	0.442	0.547	0.311	0.423
P	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0001	0.001

abcd Valores con letras no comunes en una misma fila difieren según prueba de Tukey ($p < 0.05$)

TR:AE+AM = Trampa roja: Alcohol etílico + alcohol metílico; TR:AE+CT = Trampa roja: Alcohol etílico + café tostado molido; TT:AE+AM = Trampa transparente: Alcohol etílico + alcohol metílico; TT:AE+CT = Trampa transparente: Alcohol etílico + café tostado molido.

En el caso de promedio según los días de evaluación (figura 5) los valores mayores fueron para los 60, 75 y 120 días con 8.08, 8.06 y 8.56 %, respectivamente. *Xylosandrus morigerus* (taladrador) ataca principalmente a las ramas verdes del café con diferente grosor, sus daños son de forma circular de 1.0 mm de diámetro. Las ramas jóvenes (hijuelos) las que siempre son dejadas porque serán las encargadas de las nuevas producciones de granos de café los que, a estar afectados por el taladrador, provoca que la rama se quiebre fácilmente, además sus daños obstruyen los haces vasculares, lo que trae consigo la disminución de la producción de café. A pesar de estos daños no existe cultura entre los cafeteros para un adecuado manejo y control de la plaga, muchas veces por desconocimiento y déficit de producto en específico para combatirla (Martínez-Solis y otros, 2021).

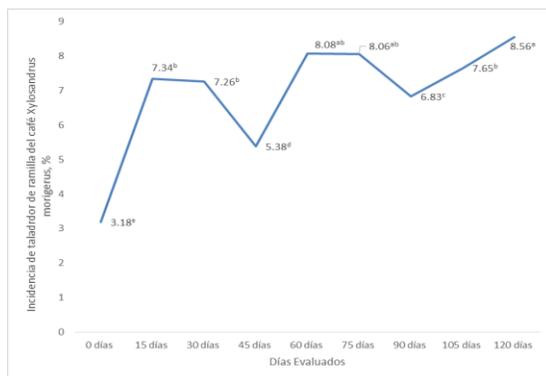


Figura 5. Promedios de incidencia taladrador de ramillas en café (*Xylosandrus morigerus*)

Al utilizar extractos vegetales para el control de la plaga Martínez-Solis y otros, (2021), encontraron en cafetales en Colombia al emplear extracto de orégano y neem lograron efectividad de 43.75 y 83.34%. Aunque vale destacar que este estudio fue realizado durante los meses de sequía (diciembre-marzo). En la literatura científica se plantea que la mayor incidencia de esta plaga es en los meses de mayores precipitaciones (octubre-noviembre). Esta es una plaga que ataca con regularidad a los cafetales nuevos, aunque sus mayores daños los realiza cuando los cafetales han sido debilitados por sequías y desnutrición (Piato y otros, 2021).

El uso de trampas con metanol y etanol, las mismas que se usan para la broca del café, son recomendadas para detectar la presencia de este insecto. Tal es el caso del aceite de clavo, fue atractivo en condiciones de laboratorio y fue recomendado para muestrear al Taladrador (López y otros, 2022).

Si analizamos las capturas de *Hypothenemus hampei* y *Xylosandrus morigerus* (tabla 4) encontramos que existieron diferencias significativas entre las diferentes trampas utilizadas para la broca los valores más elevados fueron para TR:AE+AM = Trampa roja: Alcohol etílico + alcohol metílico con 141.25 insectos capturados, mientras que para el taladrador de la ramilla con 3.25 no difirieron TR:AE+AM = Trampa roja: Alcohol etílico + alcohol metílico y TT:AE+CT = Trampa transparente: Alcohol etílico + café tostado molido. Aunque fueron más efectivas para la broca que en el caso del taladrador.

Tabla 4. Capturas promedio según tratamientos experimentales de *Hypothenemus hampei* y *Xylosandrus morigerus*

Trampas	Captura	
	<i>Hypothenemus hampei</i>	<i>Xylosandrus morigerus</i>
TR:AE+AM	141.25 ^a	3.25 ^a
TR:AE+CT	122.50 ^b	0.75 ^b
TT:AE+AM	121.50 ^b	3.00 ^a
TT:AE+CT	104.00 ^c	3.25 ^a
EE±	3.678	0.567
P	0.001	0.01

Abc Valores con letras no comunes en una misma fila difieren según prueba de Tukey ($p < 0.05$)

TR:AE+AM = Trampa roja: Alcohol etílico + alcohol metílico; TR:AE+CT = Trampa roja: Alcohol etílico + café tostado molido; TT:AE+AM = Trampa transparente: Alcohol etílico + alcohol metílico; TT:AE+CT = Trampa transparente: Alcohol etílico + café tostado molido.

Este comportamiento coincide con lo reportado por Carreras-Villaseñor y otros (2022), donde plantean que el uso de trampas con metanol y etanol, las cuales son más efectivas para la broca del café, al ser las más recomendables para detectar la

presencia de este insecto. Es estudios con aceite de clavo, fue atractivo en condiciones de laboratorio y fue recomendado para muestrear al Taladrador al ser más efectivo de bio-insecticidas (Piato y otros, 2021).

Constantino y otros (2021) al evaluar los vuelos y capturas de la broca, utilizando trampas con alcohol, notificaron que el pico más elevado de vuelos se registró durante el período del fenómeno del Niño, el cual se relacionó con altas temperaturas de hasta 22.8-23.1 y °C, en los meses de febrero y marzo, respectivamente, en los cuales se incrementaron el tamaño poblacional del insecto. Las capturas promedio oscilaron de 18.356-23.645 adultos para estos dos meses. Mientras que en periodos del efecto de La Niña, producto a las condiciones, sucedió todo lo contrario, los vuelos fueron menores como consecuencia de las bajas temperaturas, precipitaciones excesivas y alta humedad del suelo que actúan como un factor de mortalidad natural con capturas en estos mismos meses en el siguiente año de 1.118 y 2.034 adultos, comportamiento que se debió a que aceleran los procesos de descomposición de los frutos y a su vez regulan las poblaciones del insecto al interior de dichos frutos del suelo al no tener las condiciones necesarias para su desarrollo.

Las trampas de embudos múltiples, cebadas con metanol: etanol, son alternativas útiles para el monitoreo para las épocas de vuelo de la broca y para determinar el momento oportuno en que comienzan a emerger los adultos de los frutos en el suelo para colonizar nuevos frutos en cafetal. Aunque podemos destacar que las trampas no sirven para usarlas en el control de la broca del café, ya que solo capturan un 10% de la población total, producto a que su radio de acción es limitado (10 m aproximadamente), pero puede ser un indicador de alerta para conocer la densidad poblacional del insecto en el lote en un momento determinado (Benavides y otros, 2013). Este insecto responde a los estímulos de olfato por lo que es atraída hacia los gases volátiles que se producen durante el proceso de maduración de los frutos de café, fundamentalmente los alcoholes, de ahí que sean empleadas las trampas para monitorear y conocer las épocas de vuelo.

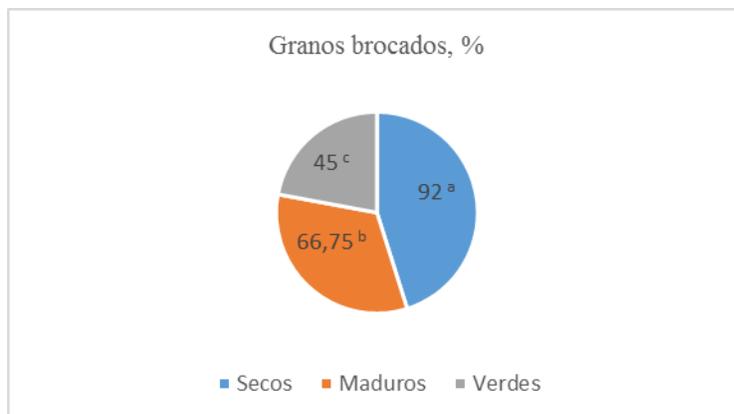


Figura 6. Granos brocados durante el estudio

Como se muestra, en el promedio de granos brocados durante el estudio (figura 6), la mayor cantidad perteneció a los granos secos (92%), seguidos de maduros y verdes con 66.75 y 45 %, respectivamente.

Tabla 5. Afectaciones de granos de café según estadios de la broca (*Hypothenemus hampei*)

Granos	Huevos	larvas	Pre-pupa	pupa	adulto
Verdes	21	53	33	15	0
Maduros	31	36	36	25	32
Secos	9	33	38	37	31
Promedio	20.33	40.66	35.66	25.66	21

En cuanto a la afectación de granos según estadios del insecto (tabla 5), se produjeron los mayores daños para granos verdes con 53% las larvas, los maduros con 31 y 32% los huevos y adultos y granos secos con 38 y 37% los estadios de pre-pupa y pupa, mientras que los mayores promedios fueron alcanzados por las larvas con 40.66% y las menores con 20.33% para los huevos.

El número de generaciones que se producen en el medio natural están dependiente de las variaciones térmicas registradas durante el ciclo del fruto de café (Constantino y otros, 2021). La disponibilidad de alimento es determinante para la sucesión de generaciones, de ahí que, si el alimento es constante durante todo el año, como en la zona central cafetalera de Colombia, la broca puede alcanzar hasta ocho generaciones por año. Con 40 días a 22°C como promedio para el desarrollo, puede suceder que en un momento dado pueden encontrarse todos los estados de desarrollo del insecto en los frutos. Si se tiene en cuenta que la tasa reproductiva neta de una hembra esta entre 25-150 individuos y que puede vivir hasta 150 días, el crecimiento poblacional del insecto es exponencial, llegando a incrementarse considerablemente si no se toman medidas de manejo y control oportunas (Olvera-Vargas, Contreras-Medinas y Aguilar-Rivera, 2020).

Las variaciones de temperatura donde en algunos períodos existe predominio de altas temperaturas y escasas precipitaciones, el desarrollo de la broca en los frutos en el suelo es mayor, y con más velocidad que con temperaturas bajas. Igualmente ocurre, en períodos lluviosos, el incremento de la humedad del suelo acelera el proceso de descomposición y germinación de las almendras que están en el suelo, lo que ocasiona mayor mortalidad de los diferentes estados biológicos de la broca, ocasionado por la ausencia de alimento, lo que se refleja en la disminución de la emergencia de adultos y en menor infestación y densidad de broca en los frutos en el árbol (Constantino y otros, 2017). Lo que se ha demostrado bajo condiciones controladas con manejo de alta humedad relativa (> 90%) donde la broca presenta mayor mortalidad de los estados inmaduros y con dietas artificiales (Giraldo, 2018).

Consideraciones finales

Los resultados del presente estudio sobre incidencia de broca (*Hypothenemus Hampie*) y taladrador de ramilla (*Xylosandrus Morigerus*) en café robusta (*Coffea Canephora*) con la aplicación de trampas de metanol:etanol en Manglaralto, Santa Elena, permitieron establecer las siguientes conclusiones:

- La incidencia de broca supera el umbral económico, con 73.99% por lo que se deben realizar evaluaciones periódicas, establecer plan de manejo integrado y empleo de bio-insecticidas.
- La incidencia del taladrador de ramilla no supera el 10%, lo que evidencia una dinámica poblacional muy baja, aunque es preciso mantener el monitoreo y prácticas ecológicas para su control.
- Las trampas artesanales de color rojo con el difusor que contiene alcohol etílico + alcohol metílico demuestran ser eficientes para la ayuda en el monitoreo de las plagas por su radio de acción (10 metros).
- Las trampas con sus respectivos atrayentes se diferencian en cuanto a la captura de broca y taladrador, al ser más efectivas para el monitoreo de broca.

Referencias

- Abewoy, D. (2022). Impact of Coffee berry borer on Global Coffee Industry. *International Journal of Novel Research in Engineering and Science*, 9(1), 1-8. Recuperado de <https://www.noveltyjournals.com/upload/paper/Impact%20of%20Coffee-28022022-2.pdf>
- Abril, R. V., Marín, H., Salazar, C., Amancha, N., Alvarado, S., Aguinda, S., and Bravo, C. A. (2022). Socio-environmental risks of five rural communities in Napo province from the Ecuadorian Amazon. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 56(4), 225-241. Recuperado de <http://cjas.science.com/index.php/CJAS/article/view/1061>
- Atallah, S. S., Gómez, M. I. and Jaramillo, J. (2018). A Bioeconomic Model of Ecosystem Services Provision: Coffee Berry Borer and Shade-grown Coffee in Colombia. *Ecological Economics*, 144, 129–138. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.08.002>
- Benavides Machado, P., Gil Palacio, Z. N., Constantino, L. M., Villegas García, C. y Giraldo Jaramillo, M. (2013). Plagas del café. Broca, minador, cochinillas harinosas, arañita roja y monalón. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Ed.), *Manual del cafetero colombiano: investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura*, Cenicafe, 2, 215–260. Recuperado de https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4340/1/cenbook-0026_24.pdf
- Cañarte, E., Navarrete, J., Mendoza, A., Pico, J., Fernández, F., Guerrero, H., Plaza, L., Quijano, G., Párraga, J., Subía, C., Calderón, D. y Lóor, R. (2016). Protocolo 3

- Características sanitarias. En: Loo Solórzano, R. G., Casanova Mendoza, T. D. J., & Plaza Avellán, L. F. Mejoramiento y homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. *Estación Experimental Tropical Pichilingue Programa Nacional Cacao y Café*, Publicación Miscelánea (433), 6. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5093/4/iniapeetpPM433.pdf>
- Carreras-Villaseñor, N., Rodríguez-Haas, J. B., Martínez-Rodríguez, L. A., Pérez-Lira, A.J., Ibarra-Laclette, E., Villafán, E., Castillo-Díaz, A. P., Ibarra-Juárez, L. A., Carrillo-Hernández, E. D. y Sánchez-Rangel, D. (2022). Characterization of Two *Fusarium solani* Species Complex Isolates from the Ambrosia Beetle *Xylosandrus morigerus*. *J. Fungi*, 8, 231. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/jof8030231>
- Constantino, L. M., Oliveros, C., Benavides, P., Serna, C. A., Ramírez, C. A., Medina, R. y Arcila, A. (2017). Dispositivo recolector de frutos de café del suelo para el manejo integrado de la broca. *Revista Cenicafé*, 68(1), 22–37. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10778/813>
- Constantino, L. M., Rendón, J. R., Cuesta, G., Medina-Rivera, R., y Machado, P. B. (2021). Dinámica poblacional, dispersión y colonización de la broca del café *Hypothenemus hampei* en Colombia. *Revista Cenicafé*, 72(1), e72102-e72102. Recuperado de <https://doi.org/10.38141/10778/72102>
- Enríquez-Calderón, G., Duicela, L., Chilán, W., y Reyes, C. (2014). Manejo integrado de plagas insectiles del cafeto. *Guía técnica para la producción y poscosecha del café robusta. Portoviejo, EC. COFENAC, Solubles Instantáneos*, 149-160.
- Giraldo, M. (2018). Efecto de la humedad relativa sobre la duración y sobrevivencia de *Hypothenemus hampei* en dieta artificial Cenibroca. *Revista Cenicafé*, 69(1), 32–39. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10778/1090>
- Jaramillo, M. G., Machado, P. B., Sáenz, J. R. R., Montoya, D. F., Valencia, F. F., y Pinzón, J. F. T. (2015). Las moscas de las frutas de la zona central cafetera de Colombia y su clave ilustrada. *Ministro de Hacienda y Crédito Público*, 66(2), 58-72. Recuperado de <https://www.cenicafe.org/es/publications/4.LasMoscas.pdf>
- López-Galé, Y., Carrascal-Pérez, F., Pulgarín-Díaz, J. A., Burbano-Figueroa, O. y Arcila-Cardona, A. (2022). Insectos fitófagos asociados a plantaciones de aguacate (*Persea americana* Mill.) en la región Caribe Colombiana. *Revista Colombiana de Entomología*, 48(2), e11693. Recuperado de <https://doi.org/10.25100/socolen.v48i2.11693>

- Martínez-Solís, M., Garza-Hernández, J. M., Toledo-Toledo, E., Marroquín-Agreda, F. J., Lerma-Molina, J. N. & Osorio-Espinoza, H. (2021). Control de *Xylosandrus morigerus* Blanfford del cafeto con extractos vegetales. *Contribuciones tecnológicas para el futuro forestal y agropecuario Veracruzano 2021*, 1, 37-41. Recuperado de <https://www.researchgate.net/profile/Tabare-Duche/publication/362080078>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2017). Entregan plantas de café en parcelas demostrativas, en Santa Elena. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de <https://www.agricultura.gob.ec/entregan-plantas-de-cafe-en-parcelas-demostrativas-en-santa-elena/>
- Olvera-Vargas, L. A., Contreras-Medina, D. I., y Aguilar-Rivera, N. (2020). Cálculo de grados días de *Hypothenemus hampei* a través de imágenes satelitales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(3), 543-554. Recuperado de <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i3.2041>
- Piato, K., Subía, C., Pico, J., Calderón, D., Norgrove, L. and Lefort, F. (2021). Organic Farming Practices and Shade Trees Reduce Pest Infestations in Robusta Coffee Systems in Amazonia. *Life*, 11, 413. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/life11050413>

-
- Rodríguez, A. W. y Almonte, A. A. (2014). Evaluación de la eficiencia de atrayentes en la captura de la broca del Café (*Hypothenemus hampei*). *Revista Científica*, 10, (10), 11-70. Recuperado de <https://ucateci.edu.do/images/archivos/Ciencia-y-Desarrollo-No.-10-2014.pdf#page=11>
- Villarreyana-Acuna, V. y Antonio, R. (2016). Efecto de la sombra sobre las plagas y enfermedades, a través del microclima, fenología y estado fisiológico del cafeto. Informe proyecto cascada, 35. Recuperado de https://agritrop.cirad.fr/581152/1/Reporte%20Sombra%20y%20Plagas%20y%20E_RV_%20JA_BV_RV.pdf