

DISPOSITIVO RECOLECTOR DE FRUTOS DE CAFÉ DEL SUELO PARA EL MANEJO INTEGRADO DE LA BROCA

Luis Miguel Constantino Chuaire*; Carlos Eugenio Oliveros Tascón**; Pablo Benavides Machado*;
César Alberto Serna Giraldo**; César Augusto Ramírez Gómez**;
Rubén Darío Medina Rivera****; Aníbal Arcila*

CONSTANTINO C., L.M.; OLIVEROS T., C.E.; BENAVIDES M., P.; SERNA G., C.A.; RAMÍREZ G., C.A.; MEDINA R., R.D.; ARCILA, A. Dispositivo recolector de frutos de café del suelo para el manejo integrado de la broca. Revista Cenicafé 68 (1): 22-37. 2017

Con el fin de contribuir al manejo integrado de la broca (MIB) *Hypothenemus hampei*, se evaluó un dispositivo de accionamiento manual para recoger frutos del suelo (canastilla), en 12 lotes de café, de 4 años, con densidades entre 4.000 y 10.000 árboles/ha. Cada lote se dividió en dos parcelas iguales: testigo y tratamiento. En el tratamiento se recolectaron con la canastilla los frutos caídos después del último pase de cosecha, en el testigo no se recolectaron los frutos del suelo. Por parcela, en la cosecha siguiente, se evaluó el porcentaje de infestación de broca y la calidad de la almendra. La eficacia de recolección de frutos del suelo con el equipo osciló entre 42,4% y 95,0%. El costo de la recolección de frutos del suelo fue de \$126.835 por hectárea. Con la canastilla pueden retirarse hasta 798.000 brocas de los frutos brocados del suelo. El repase de los frutos del suelo con la canastilla, al final de la cosecha, disminuyó entre 32,5% y 71,2% los niveles de infestación de broca en el árbol en la cosecha siguiente, con respecto al testigo. Eficacias en la recolección de los frutos del suelo superiores al 75% permiten obtener porcentajes de almendra sana >75% y sobrepagos de hasta \$130.473, en una carga de 125 kg de café pergamino seco. El repase con canastilla es útil después de las cosechas, para recoger frutos de café caídos al suelo, dentro de una estrategia MIP, para mantener las poblaciones del insecto por debajo del nivel de daño económico.

Palabras clave: Repase, control cultural, canastilla, *Hypothenemus hampei*, *Coffea arabica*.

GROUND COFFEE FRUIT PICKING DEVICE FOR INTEGRATED PEST MANAGEMENT OF COFFEE BERRY BORER

In order to contribute to the integrated pest management (IPM) of coffee berry borer *Hypothenemus hampei*, a manual device (basket) was used to pick fallen cherries in twelve 4-year old coffee lots, with densities between 4,000 and 10,000 trees /ha. Each lot was divided into two equal plots: treatment and control. In the treatment plot, the fallen cherries were picked with the basket after the last harvest pass; in the control plot, the fallen cherries were not collected. In the next harvest, the percentage of CBB infestation and the quality of healthy green coffee beans were evaluated in each plot. The efficiency of picking fallen cherries with the equipment ranged from 42.4% to 95.0%. The cost of picking fallen cherries was \$ 126,835 per hectare. The device can remove up to 798,000 coffee berry borers from the infested fallen cherries. The last picking of dry cherries with the basket, at the end of the harvest, decreased the levels of tree borer infestation in the next harvest between 32.5% and 71.2%, compared to the control. Efficiencies in the picking of the cherries of the soil above 75% allow to obtain percentages of healthy green coffee beans > 75% and surcharges of up to \$ 130,473 in a load of 125 kg of dry parchment coffee. The use of the basket in the picking of dry cherries is useful after harvesting to collect fallen coffee cherries within an IPM strategy to keep the insect populations below the level of economic damage.

Keywords: Picking of dry cherries, cultural control, basket, *Hypothenemus hampei*, *Coffea arabica*.

* Investigador Científico II, Investigador Científico III y Asistente de Investigación. Disciplina de Entomología. Cenicafé.

** Investigador Principal e Investigador Científico I. Disciplina de Poscosecha. Cenicafé.

*** Investigador Científico I. Disciplina de Economía. Cenicafé.

**** Investigador Científico II. Disciplina de Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.

La broca del café (*Hypothenemus hampei*), es la plaga más importante de este cultivo; ocasiona pérdidas importantes en la cantidad y la calidad de la cosecha, por su hábito de alimentarse y reproducirse dentro del grano de café. La broca sobrevive después de la cosecha en los frutos que quedan en el árbol y en el suelo, continuando su reproducción durante al menos 150 días (7). En este sentido, Cenicafe implementó una estrategia de Manejo Integrado de la Broca (MIB), que involucra medidas de control cultural, biológico, legal y químico, para mantener las poblaciones por debajo del nivel de daño económico (5%) en el cultivo (6). Dentro del control cultural, las prácticas más importantes son la recolección oportuna de los frutos maduros y el repase, después de culminada una cosecha (Re-Re). Esta última práctica se refiere a la recolección de los frutos maduros, sobremaduros y secos del árbol, y de ser necesario, los frutos del suelo, la cual es una actividad fundamental, ya que logra cortar el ciclo reproductivo del insecto y disminuir sus poblaciones en el cultivo, reduciendo los niveles de infestación en la siguiente cosecha (2, 4, 5).

Los frutos brocados del suelo sirven de reservorio y fuente de reproducción y dispersión del insecto. Estudios realizados en Cenicafe han demostrado que un solo fruto brocado en el suelo permite que se infesten hasta 590 frutos en el árbol, en un período de 5 meses en cafetales con temperaturas de 21°C en promedio. Este impacto se duplica durante los eventos El Niño y se reduce hasta tres veces durante La Niña (9, 10). De ahí la importancia de recoger los frutos del suelo en aquellas zonas cafeteras de mayor vulnerabilidad a la broca, como son las zonas que presentan altas temperaturas (altitudes bajas), especialmente durante eventos climáticos El Niño.

En la cosecha de café en Colombia se presentan pérdidas por la caída de frutos al suelo, que oscilan entre el 2% y el 10% del total recolectado. Esta caída es ocasionada por los operarios, por la ejecución de las labores agronómicas del cultivo, por factores climáticos como aguaceros torrenciales, vientos, granizo, y por factores fisiológicos ligados a enfermedades y senescencia de las plantas (1, 8, 13, 14).

La recolección de los frutos de café caídos al suelo tradicionalmente se realiza en Colombia de forma manual, sin embargo esta práctica puede acarrear problemas de salud para los operarios por adquirir malas posturas ergonómicas, que producen dolores en las articulaciones y la espalda, al agacharse y apoyar las manos continuamente en el suelo, para escarbar la hojarasca con las manos sin protección, en busca de frutos en el plato de cada árbol; igualmente, por riesgos de accidentes de trabajo por picaduras de animales venenosos como la hormiga de fuego *Solenopsis gemitata*, la hormiga cachona *Odontomachus erythrocephalus*, alacranes *Centruroides* sp. y *Tityus* sp., la araña platanera *Phoneutria* sp. y la serpiente rabo de ají *Micrurus mipartitus*, entre otros. Una alternativa, cómoda, segura, más eficiente y que genera menos fatiga para el operario, es la recolección mecanizada asistida con equipos neumáticos como la aspiradora comercial (Cifarelli V77S) (15) y equipos de accionamiento manual como la canastilla (11) (Figura 1), utilizados en otros países para recoger nueces, avellanas, almendras, castañas, olivas, arándanos y todo tipo de frutos del suelo (16).

La aspiradora Cifarelli V77S es una máquina de espalda con motor de dos tiempos de 77 cm³ y 3,6 kW (5HP), consta de un ventilador centrífugo y un ducto de succión, equipado con una lanza para recoger



Figura 1. Recolección de frutos del suelo con canastilla. **a.** Manipulación del dispositivo en posición erguida y cómoda para el operario. **b.** Calidad de la recolección.

los frutos y un depósito en la espalda con capacidad de 15 L, donde por efectos de corrientes de aire ascendentes son separados y retornados al campo los materiales livianos (hojas, principalmente). El equipo vacío pesa 13,5 kg (15). La aspiradora Cifarelli V77S fue evaluada en cafetales de Colombia por Acosta *et al.* (1), en lotes de segunda cosecha, sembrados a 2,0 x 1,0 m y 1,5 x 1,0 m y pendiente de 0% al 100%. El porcentaje de recolección de frutos del suelo varió entre el 64,6% y el 88,6%. El tiempo empleado con los equipos evaluados fue de 8 a 20 s/sitio. La eficacia de recolección estuvo entre el 40% y el 73%. El trazado de los surcos, la destreza de los operarios y la presencia de biomasa de otros cultivos intercalados o asociados al café fueron los factores que más afectaron el desempeño y eficacia del equipo. El costo de las labores realizadas con la aspiradora (2 –3,5 jornales/ha) no superó el 20% de los costos de las labores agrícolas realizadas a mano (20 - 25 jornales/ha). Los niveles de infestación de broca en los lotes en los cuales se hizo la recolección de los frutos de café del suelo con el equipo, fueron menores

a los obtenidos con los testigos, con una disminución hasta del 75%, especialmente en fincas con altos niveles de infestación de broca y con elevado número de frutos caídos al suelo, principalmente brocados (12, 15).

Con el dispositivo de accionamiento manual (canastilla) los mejores resultados en cafetales se obtienen con platos limpios, recogiendo hasta un 83% de los frutos del suelo. El promedio del tiempo empleado por árbol con el dispositivo varía de 4,6 a 11,3 s, independientemente de la condición del plato y el número de frutos. El costo de recolección de frutos del suelo con la canastilla es de \$ 118.252 por hectárea, inferior al obtenido con el equipo Cifarelli V77S (\$ 248.662 por hectárea), o sea un 52,4% más económico (16).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, en este trabajo se presentan los resultados de validación de la canastilla en la recolección de frutos de café caídos al suelo, enmarcado dentro de un esquema de manejo integrado de la broca del café, en fincas de caficultores y Estaciones Experimentales de Cenicafé.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Figura 2A se presenta el dispositivo comercial (Holt's Nut Wizard, Douglas, GA, U.S.A) evaluado en este estudio para recoger frutos de café caídos al suelo. Este dispositivo es de accionamiento manual, consta de una canastilla en forma elipsoidal, de 27,9 cm de longitud, construida en alambre de acero inoxidable calibre 18 (1,04 mm de diámetro), con espacio libre máximo entre ellos de 7,8 mm, soportada en una estructura metálica ligera, que le permite girar sobre su propio eje. Dispone de un mango de madera de 1,24 m de longitud para su manejo, que le permite alcanzar el plato del árbol sin necesidad de agacharse. Los frutos son introducidos al interior de la canastilla al pasarla sobre éstos y permanecen en su interior, debido a que su propio peso no es suficiente para volver a abrir los alambres (16). Los frutos recogidos con el dispositivo se descargan utilizando un gancho o vaciador para separar los alambres con mínimo esfuerzo y permiten que caigan fácilmente dentro de un recipiente recolector (Figura 2B).

Localización y evaluación. La validación del dispositivo se llevó a cabo en 16 parcelas de

Coffea arabica, de cuatro años de edad, en las Estaciones Experimentales (EE) de Cenicafé y en fincas de caficultores, para el ciclo de cosecha de travesía y cosecha principal, del año 2014 (Tabla 1). Cada lote se dividió en dos partes iguales, parcela testigo y parcela tratamiento, con igual número de árboles. En la parcela tratamiento se recolectaron con la canastilla los frutos de café caídos al suelo después del último pase de las cosechas de travesía y principal, mientras que en la parcela testigo no se recolectaron los frutos.

La pendiente del terreno en las parcelas experimentales varió entre el 0% y el 40%. Para evitar el efecto de borde se dejaron dos surcos libres en los lados externos de cada parcela y entre cada subparcela.

Eficacia de la recolección. Para evaluar la eficacia de la recolección de los frutos en el suelo con la canastilla, en cada lote se escogieron aleatoriamente 30 árboles, independientemente de la condición de platio del árbol y la pendiente del lote. En cada uno se contabilizaron los frutos presentes en el plato de cada árbol antes de hacer el pase con la canastilla, dejándolos en su sitio,



Figura 2. Dispositivo evaluado para recoger frutos de café caídos al suelo. **a.** Accionamiento en el plato del árbol; **b.** Descarga de frutos de café recogidos.

Tabla 1. Estaciones experimentales de Cenicafé (EE) y fincas de caficultores seleccionadas para validar el dispositivo recolector de frutos del suelo.

Finca/EE	Departamento	Municipio	Altitud (m)	Edad (años)	Distancia de siembra (m)	Pendiente (%)	Árboles por hectárea
Cosecha mitaca							
Las Brisas	Risaralda	Pereira	1.436	4	1,0 x 1,2	15-40	5.208
Veracruz	Caldas	Chinchiná	1.378	4	1,0 x 1,0	0	10.000
La Catalina	Caldas	Pereira	1.350	4	1,3 x 1,0	10	7.692
Naranjal	Caldas	Chinchiná	1.400	4	1,5 x 1,0	0	6.667
Cosecha principal							
Paraguaicito	Quindío	Buenavista	1.218	4	1,4 x 1,8	0	7.143
El Agrado	Quindío	Montenegro	1.260	4	1,5 x 1,0	0	6.667
La Catalina	Risaralda	Pereira	1.350	4	1,3 x 1,0	10	7.692
Veracruz	Caldas	Chinchiná	1.400	4	1,0 x 1,0	0	10.000
El Rosario ED	Antioquia	Venecia	1.635	4	1,0 x 1,3	35	7.692
El Rosario M2	Antioquia	Venecia	1.630	4	1,0 x 2,0	32	10.000
El Tambo	Cauca	El Tambo	1.735	4	1,5 x 1,3	20-35	5.128
La Palma	Cauca	El Tambo	1.750	4	1,4 x 1,8	20-30	3.968
La Trinidad	Tolima	Líbano	1.450	3	1,0 x 2,0	20	10.000
La Trinidad	Tolima	Líbano	1.456	5	1,0 x 2,0	5	10.000

y luego, después de realizado el repase con el equipo. A partir de esta información se obtuvo el promedio de frutos recogidos del suelo, en cada parcela de cada tratamiento.

Tiempo empleado en la recolección de frutos del suelo. Se obtuvo considerando el tiempo (s/sitio) que tardó un operario en la recolección de frutos de café presentes en los platos de los árboles. Se evaluaron dos condiciones de plato: plato limpio sin hojarasca y plato cubierto con hojarasca; en cada uno se dispuso un número de frutos en el suelo - 3, 6, 9, 12, 15 - de cada árbol (unidad de trabajo), y por cada condición y tratamiento se tuvieron 15 repeticiones, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, donde el factor de bloque fue el operario.

Determinación del nivel de infestación de broca en el árbol y en el suelo. Para determinar el nivel de infestación y contabilizar

el número de estados biológicos de la broca en cada parcela se seleccionaron aleatoriamente 30 árboles y, en cada uno de ellos, se registró el número de ramas productivas, de las cuales se tomaron dos al azar (con el mayor número de frutos detectado visualmente), para registrar el número de frutos presentes y el número de frutos perforados por broca. Con esta información se estimó el promedio de infestación por árbol en la cosecha siguiente, después de haber realizado el repase al final de la cosecha anterior.

Estimación del número de brocas retiradas del lote con la canastilla. Para determinar el número de brocas retiradas con la canastilla en cada parcela, se pesó el café recolectado por cada operario en cada parcela, para obtener el peso neto de café. De este material se tomó una muestra de 1,0 kg de frutos brocados y de esta muestra se tomaron 100 frutos brocados

para la disección y conteo de los estados biológicos de broca. Con el registro del número de estados de broca en los frutos recogidos del suelo y el promedio del número de frutos brocados caídos en el suelo en el área trabajada (número de árboles por hectárea), se estimó el número de brocas retiradas del lote con la canastilla.

Análisis de calidad física de la almendra.

Antes del pase principal del pico de la cosecha, se seleccionaron aleatoriamente 90 árboles, tanto en la parcela testigo como en la parcela tratamiento (canastilla). De cada parcela se cosechó el café maduro presente en cada árbol y éste se guardó en costales identificados con el tratamiento. En el beneficiadero se registró el peso total cosechado por parcela. Posteriormente, los frutos se beneficiaron y secaron de forma tradicional en cada finca. Con este material se obtuvo la siguiente información:

- **Peso de café cereza por árbol y parcela.** Medido en gramos (g).
- **Conversión.** Por muestra, se obtuvo la relación entre el peso del café cereza y el peso del café pergamino seco (c.p.s.), incluyendo todas las pasillas y flotes.
- **Porcentaje de infestación de broca en el c.p.s.** Del café pergamino seco de cada muestra, se tomaron 250 g y a ésta se le realizó una análisis de calidad física, es decir, se evaluó la cantidad de grano excelso, granos brocados (considerando el peso hasta de 15 granos con “beso de broca”) y otras pasillas. El porcentaje de café brocado se midió como el cociente entre la cantidad de grano brocado y total de café pergamino seco multiplicado por 100. Las muestras fueron analizadas por personal capacitado del beneficiadero en La Granja de Cenicafé.

- **Valor del kilogramo de café pergamino seco.** Este valor se determinó por cada muestra, de acuerdo con la metodología “Factor de Almendra Sana”. El valor se obtuvo según el precio de referencia fijado por la Federación Nacional de Cafeteros, para la semana en la que se realizó la evaluación. Para establecer el Factor de Almendra Sana, se tomó la información del análisis de calidad física, donde fueron tenidos en cuenta los parámetros: total de café pergamino seco, café excelso, pasilla y peso de hasta 15 granos con beso de broca.

Análisis de la información. Con la variable de respuesta y la variable complementaria, se estimó para cada condición y tratamiento el promedio y el error estándar, mediante un análisis de varianza y prueba *t* con el programa estadístico SAS (17).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eficacia de la recolección de los frutos del suelo con la canastilla. Se observó que la canastilla recoge frutos de café de todas las edades (verdes, pintones, maduros y secos) (Figura 3). Los frutos secos brocados son los más importantes para retirar de lote, porque albergan la mayor cantidad de estados de broca (entre ocho y hasta 150 estados biológicos en dos generaciones o más). Normalmente los frutos secos son difíciles de visualizar en el suelo, debido a que se mimetizan con el follaje seco y el suelo, por tener el mismo color, resultando difícil para el operario verlos y retirarlos de forma manual, a diferencia del equipo que sí los recoge.

La eficacia de la recolección de frutos del suelo con la canastilla varió entre un 42,4% y 95,5% lo cual dependió del nivel de hojarasca presente en el plato del

árbol, la densidad de ramas bajas, y a la destreza del operario en la recolección de éstos, independientemente del porcentaje de pendiente del lote.

Volumen de café recolectado con el dispositivo (peso neto en kilogramos). El número de frutos de café recolectados con la canastilla varió en cada finca, dependiendo del número de frutos caídos dejados por los recolectores en el suelo después de la cosecha, la densidad de siembra (número de árboles por hectárea), las prácticas agronómicas realizadas en cada finca, la recolección oportuna y repases, y en la calidad de la recolección de la cosecha.

En la Figura 4 se relaciona el peso del café cereza por hectárea recogido en cada parcela (en kilogramos) y el promedio del número de frutos caídos en el suelo por árbol. El café caído al suelo varió entre 23,8 y 3,6 frutos por árbol, en promedio, con infestación de broca entre 30,4% y

58,3%. La masa de café cereza recogida del suelo con la canastilla osciló entre 2,4 hasta 38,7 kg.ha⁻¹.

En la cosecha principal del 2014 por las condiciones climáticas de verano prolongado en los meses de junio, julio y agosto se presentaron daños en los frutos de café por efecto de una deficiencia hídrica, lo cual ocasionó frutos vanos con granos parcialmente formados, sin llenado completo del endospermo (defecto de grano “averanado”), que afectó el 10% de la producción en localidades por debajo de 1.300 m de altitud. La relación del daño en los flotes de café en el beneficiadero se distribuyó así: entre un 10% y 30% de los flotes correspondió a frutos brocados y entre un 30% y 85% a frutos averanados.

Tiempo empleado con la canastilla, para la recolección de los frutos de café del suelo. El tiempo empleado por un operario para recoger los frutos del suelo en 30 árboles



Figura 3. Frutos de café recogidos del suelo con el dispositivo. **a.** Frutos secos; **b.** Verdes; **c.** Verdes, secos y maduros; **d.** Todas las edades.

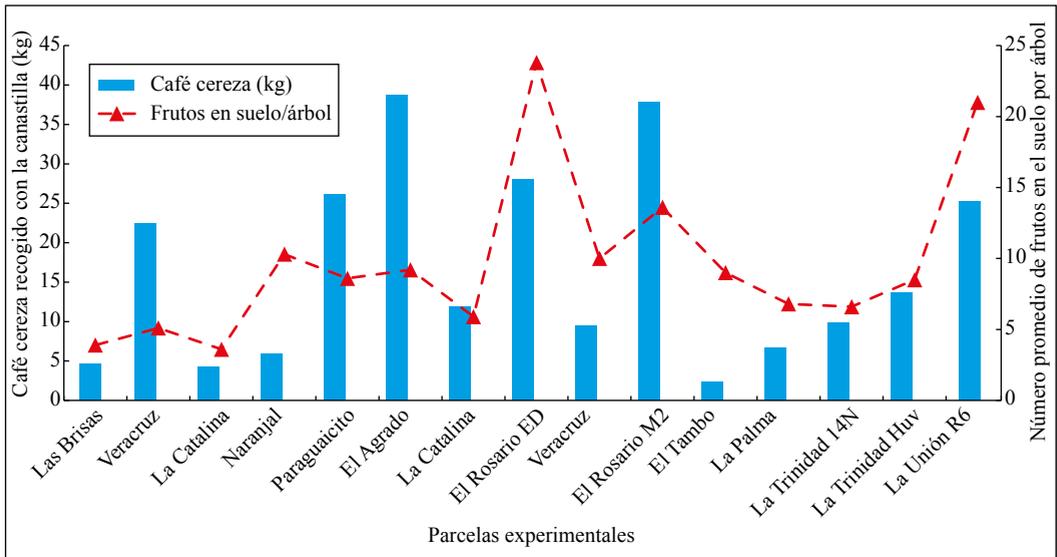


Figura 4. Café cereza recolectado (kg) con canastilla en las parcelas experimentales, con relación al promedio del número de frutos caídos en el suelo.

con la canastilla estuvo entre 3,0 y 26 s/ sitio, independientemente de la condición de plateo del árbol y la pendiente del lote, en lotes con densidades de siembra entre 5.000 a 10.000 árboles/ha. El mayor desempeño de tiempo por operario (3 s/sitio) se obtuvo en un lote sin ramas bajas, en la Estación Experimental La Catalina, con distancias de siembra de 2 x 1 m (dos tallos), lo cual permite mejor visibilidad en el plato del árbol y mayor movilidad al operario entre los surcos y los árboles, para realizar las labores de recolección de los frutos del suelo. Las ramas bajas son improductivas, estorban y son las que contienen la mayor cantidad de frutos brocados en el árbol.

En las dos condiciones del suelo en el plato del árbol, en promedio, se obtuvieron registros de 9,7 s/árbol con eficacia entre 80% y 89,3% con plato limpio y 10,8 s/árbol con eficacia entre 60,2% y 83,3% con el plato cubierto con hojarasca, independientemente del número de frutos caídos (Figura 5). Estos

resultados son similares a los obtenidos por Oliveros *et al.* (16).

Costo de mano de obra. El costo de mano de obra de recolección de frutos del suelo fue de \$126.835/ha, en promedio, estimado con base al Salario Mensual Legal Vigente del año 2014, con prestaciones sociales. El mayor desempeño con el implemento se obtuvo con operarios entrenados, con mayor destreza y habilidad en la recolección de frutos del suelo, con tiempos promedio de 10 s/árbol. Hubo casos de operarios inexpertos que tardaron hasta 34 y 46 s/sitio, lo cual eleva los costos de la mano de obra. En este caso, es necesario que el operario no destine más de 20 s/árbol en la recolección de los frutos del suelo. En general, para una hectárea con densidad de 7.000 árboles se requieren entre 2,0 y 2,4 jornales/ha.

Porcentajes de infestación de broca en el árbol después de realizado el repase con la canastilla. En la Figura 6 se relaciona el

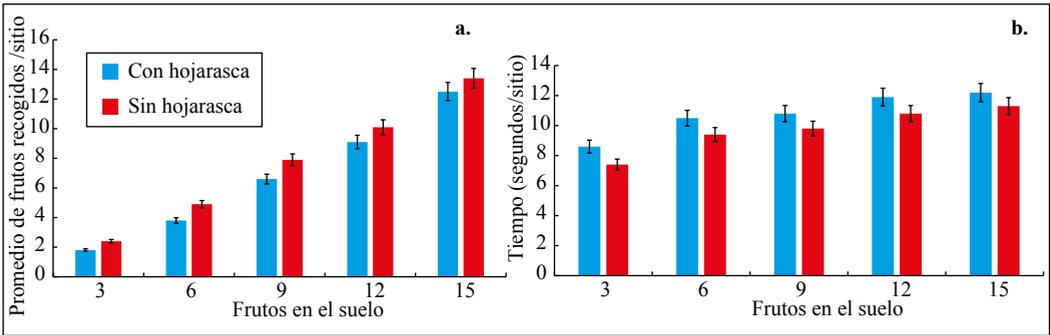


Figura 5. Recolección de frutos del suelo con el dispositivo. **a.** Promedio de frutos recogidos por sitio, bajo dos condiciones de plato, con hojarasca y sin hojarasca, y número de frutos en el suelo; **b.** Tiempo de recolección bajo dos condiciones de plato y número de frutos en el suelo.

porcentaje de infestación de broca obtenido en cada parcela (testigo y tratamiento). En todas las parcelas evaluadas, los menores niveles de infestación de broca estuvieron a favor del tratamiento con canastilla, los cuales fueron significativamente diferentes al testigo ($F= 3,71$; $df= 22$; $P=0,0671$). Los promedios de infestación de broca obtenidos en el árbol fueron de $8,3 \pm 1,8$ en el testigo y $4,2 \pm 1,1$ en el tratamiento, es decir, una disminución del 50,6% de infestación respecto al testigo. Los resultados muestran un mayor nivel de infestación por broca en las parcelas testigo donde no se hizo el repase con la canastilla. En ocho de las 12 parcelas donde se recogieron los frutos del suelo, después del último pase de cosecha, se mantuvieron las poblaciones de broca por debajo del umbral de daño económico (<5%) en la cosecha siguiente. El repase para proteger la cosecha de mitaca se realizó en diciembre de 2013 y el repase de la cosecha principal en junio de 2014. La recolección de los frutos del suelo con el dispositivo ayudó a bajar el nivel de infestación de broca en los frutos del árbol, entre un 32,5% hasta un 71,2% en la cosecha siguiente de café (Figura 6).

La mayor eficacia en la recolección de los frutos del suelo fue superior al 65%. En

dos casos (fincas A y B) donde la eficacia en la recolección de los frutos del suelo estuvo por debajo del 50%, a pesar de que pudo reducirse el nivel de infestación de broca en la cosecha siguiente en un 47,5% con respecto al testigo, no se bajaron las poblaciones de broca por debajo del nivel de daño económico en la cosecha de travesía; sin embargo, en la finca B en la cosecha principal con operarios más experimentados, con una eficacia del 78% en la recolección de los frutos del suelo, se logró bajar el nivel de infestación de broca hasta un 71,2% con respecto al testigo. Estos resultados muestran que entre mayor sea la cantidad de frutos brocados recogidos del suelo, mayores serán los resultados para disminuir la población de broca en el lote y, por consiguiente, la infestación en los frutos del árbol. Igualmente, se obtienen beneficios económicos e incentivos al tener un nivel superior de porcentaje de almendra sana en las parcelas donde se recogen los frutos brocados del suelo.

A las pasillas retiradas del lote es necesario hacerles un tratamiento adecuado para evitar que las brocas escapen e infesten de nuevo la finca, en este caso se recomienda secarlas en marquesinas plásticas, en el silo mecánico o solarizar este café antes

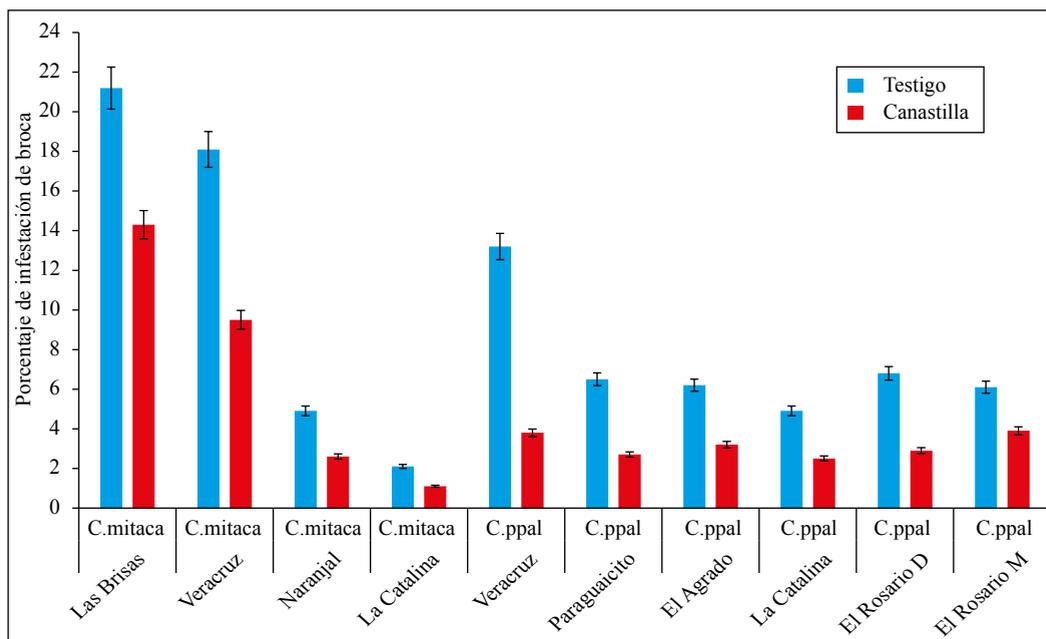


Figura 6. Porcentajes de infestación de broca obtenidos durante las cosechas de mitaca y principal del año 2014, después del repase con canastilla.

de secarlo al sol, en canecas plásticas o marquesinas cubiertas con plástico, durante 48 h para matar las brocas (3).

Precio de compra del café en la Cooperativa de caficultores y análisis de calidad física de la almendra en las cosechas. En la Tabla 3 se presenta el valor del kilogramo de café pergamino seco por muestra a partir de un volumen de 250 g de c.p.s. trillado, obtenido de la cosecha de 90 árboles de café en los testigos y tratamientos con canastilla. El valor del kilogramo de almendra sana se utilizó según el precio de referencia fijado por la Federación Nacional de Cafeteros para la semana en la que se realizó la evaluación, \$ 6.860 en junio 4 de 2014, en la Cooperativa de Caficultores de Manizales para la cosecha de mitaca, y \$ 8.504 en diciembre 10 de 2014, para la cosecha principal. Para establecer el Factor de Almendra Sana se tomó la información del

análisis de calidad física, el peso en gramos de almendra sana (café excelso separado con malla número 13) incorporando hasta 15 granos con broca de punto compensada, separando y pesando aparte la almendra defectuosa (pasilla, pasilla de manos, pasilla de máquinas, broca deteriorada) (Figura 7). Se tomó el precio base pasilla (actualmente a \$ 3.300), con incentivo de \$ 53 si el porcentaje de almendra sana era mayor de 75%. Los resultados muestran que en 11 de las 12 parcelas hubo diferencias significativas respecto al testigo para la variable porcentaje de almendra sana ($F= 2,32$; $df=22$; $P= 0,0061$), con promedios de $78,0\% \pm 1,1\%$ en el tratamiento y $73,1\% \pm 1,3\%$ en el testigo. Es decir, en las parcelas donde se hizo el repase de los frutos del suelo con canastilla, el peso total de grano excelso fue superior al testigo, con porcentajes de almendra sana mayores del 75%, con rangos de 76% hasta 82%, en contraste

con el testigo con porcentajes por debajo de 75%, con rangos de 74% hasta 68% (Tabla 2 y 3). El valor de la carga de 125 kg de café pergamino seco, pagado en la Cooperativa de Caficultores de Manizales, mostró diferencias altamente significativas respecto al testigo para la variable factor de almendra sana ($F=2,31$; $df=22$; $P < 0,0001$) con promedios de \$ 831.616 \pm 31,3 en el tratamiento y \$ 772.614 \pm 22,7 en el testigo (Tabla 3).

Estos resultados muestran que los porcentajes de almendra sana mayores al 75% son de mayor calidad y permitieron generar sobrepuestos de hasta \$130.473 pesos en el pago de una carga de 125 kg de c.ps. (Tabla 3 y Figura 8). Estos excedentes permiten pagar el costo de la mano de obra en el repase con el sobrepuesto de la venta de café de mayor calidad en la finca donde se usa la canastilla, el cual además genera ganancias económicas para el caficultor. En un solo caso (Finca La Palma) los niveles de infestación de broca fueron muy bajos, tanto en la parcela testigo como en el tratamiento, por lo que no hubo diferencias estadísticas en los tratamientos. En las parcelas donde no se recogieron los frutos del suelo no se obtuvo bonificación y se presentaron pérdidas

entre \$ 10.000 hasta \$ 23.000 pesos por cada carga de café (Tabla 3 y Figura 9).

Brocas retiradas con la canastilla en cada parcela. El número de brocas retiradas por hectárea, en cada fecha de evaluación, se presenta en la Tabla 4. El número de brocas retiradas con la canastilla por hectárea en la parcela tratamiento, varió entre 128.673 y 798.000. La mayor cantidad de estados biológicos se observó en los frutos secos, seguido de los frutos maduros que quedan en el suelo después de las cosechas.

Finalmente como consideraciones generales se tiene que:

- La eficacia de recolección de frutos del suelo con el equipo osciló entre 42,4% y 95,0% con promedio de tiempo de 9,7 s/árbol con plato limpio y 10,8 s/árbol con hojarasca.
- El café caído al suelo en las parcelas experimentales varió entre 23,8 y 3,6 frutos por árbol, en promedio, con infestación de broca entre 30,4% y 58,3%.
- El costo de mano de obra de recolección de frutos del suelo, con la canastilla osciló

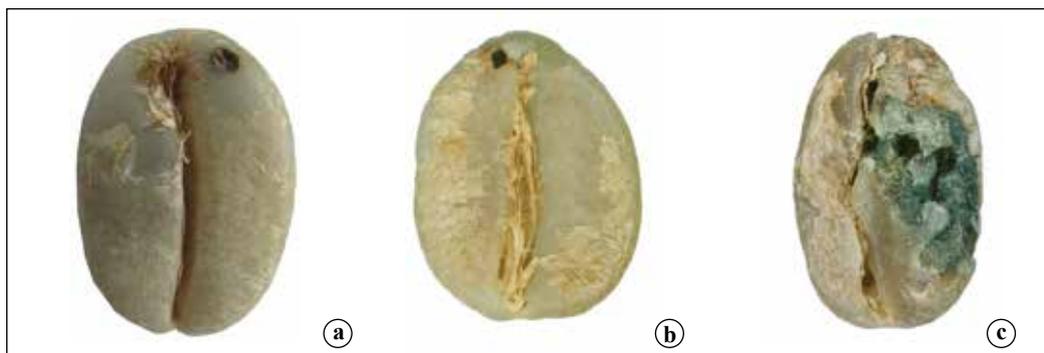


Figura 7. Tipos de granos brocados evaluados en café verde. **a.** Beso de broca; **b.** Punto de broca; **c.** Grano deteriorado por broca.

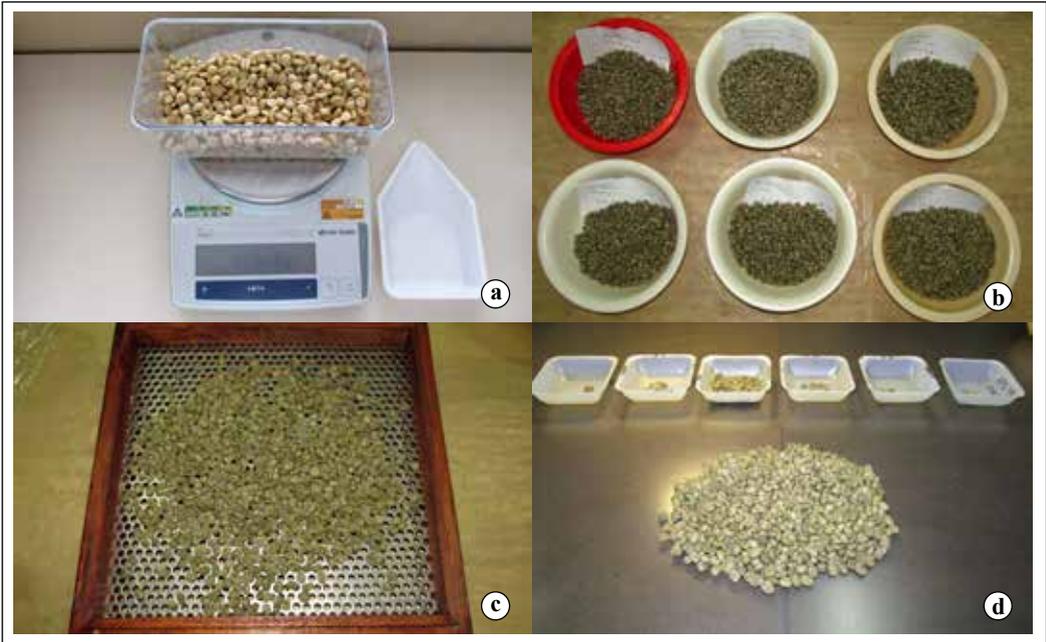


Figura 8. Análisis de la calidad física del café para establecer el Factor de Almendra Sana. **a.** A partir de un peso de 250 g c.p.s.; **b.** Trilla de cada muestra; **c.** Grano excelso separado con malla # 13; **d.** Peso del grano excelso, granos brocados (y dentro de ellos, peso de hasta 15 granos con “punto y beso de broca”), y otras pasillas.

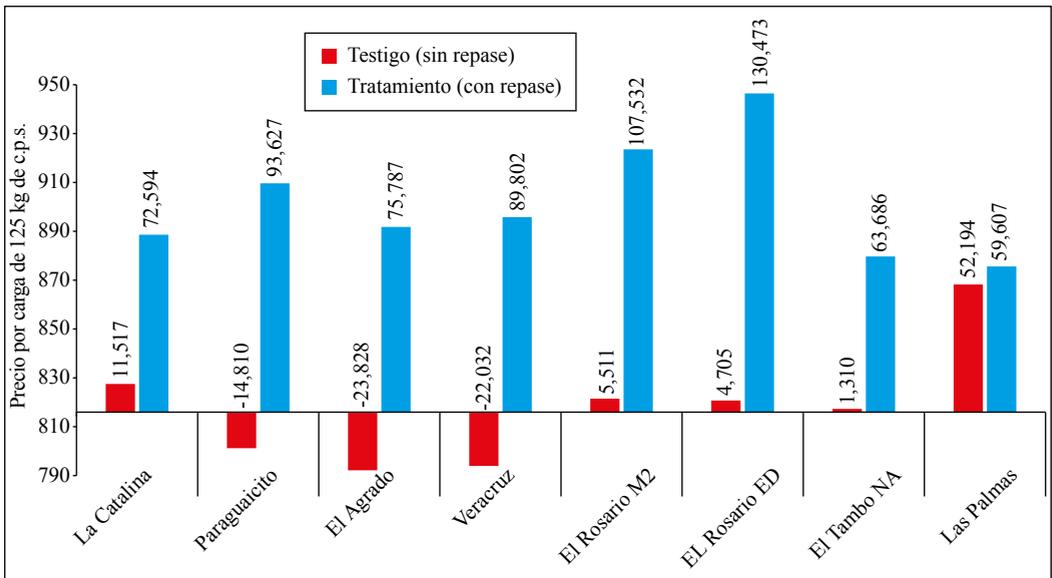


Figura 9. Bonificación y precio del café por carga de 125 kg de c.p.s. en cada lote, durante la cosecha principal del 2014. Precio base por carga de \$ 816.000, en diciembre de 2014.

Tabla 2. Análisis de calidad física (Factor de Almendra Sana) a partir de una muestra de 250 g de c.p.s. de las parcelas testigo y tratamiento, para la cosechas de travesía y principal del 2014.

Finca Estación Experimental	Tratamiento	Peso muestra	Peso excelso	Peso pasilla	Peso brocado	Peso de 15 granos con beso de broca (g)	Peso total	Peso total excelso	Brocado* (%)
Naranjal	Testigo	250	176,7	4,6	5,1	2,0	188,4	178,7	3,7 b
	Canastilla	250	185,5	3,8	5,8	2,0	197,1	187,5	3,9 b
Veracruz	Testigo	250	194,0	4,1	28,5	2,5	229,1	196,5	13,5 a
	Canastilla	250	197,1	2,8	16,2	2,7	218,8	199,8	8,6 b
Las Brisas	Testigo	250	157,8	1,9	38,2	2,1	200,0	159,9	20,9 a
	Canastilla	250	168,4	3,5	27,1	2,0	201,0	170,4	15,4 b
La Catalina	Testigo	250	199,0	0,4	2,4	2,2	204,0	201,2	2,2 b
	Canastilla	250	197,1	0,4	2,4	2,1	202,0	199,2	2,2 b
La Catalina	Testigo	250	180,0	19,0	13,0	2,2	214,2	182,2	7,1 a
	Canastilla	250	192,0	15,0	11,0	2,1	220,1	194,1	5,9 b
Paraguacito	Testigo	250	174,8	14,7	13,2	2,8	205,5	177,6	7,7 a
	Canastilla	250	198,3	7,1	4,9	2,7	213,1	201,0	3,5 b
El Agrado	Testigo	250	171,7	5,2	27,8	1,8	206,5	173,5	14,3 a
	Canastilla	250	195,2	5,6	9,7	2,1	212,6	197,3	5,5 b
Veracruz	Testigo	250	174,6	9,5	16,6	2,0	202,7	176,0	9,1 a
	Canastilla	250	195,3	4,9	13,1	1,9	215,2	197,2	7,1 b
El Rosario M2	Testigo	250	181,0	16,8	9,5	2,0	209,3	183,0	5,5 a
	Canastilla	250	199,9	11,1	2,9	2,6	215,8	201,8	2,6 b
El Rosario ED	Testigo	250	180,0	18,2	8,9	2,5	209,6	182,5	5,4 a
	Canastilla	250	201,2	15,4	2,5	2,7	221,8	203,9	2,3 b
El Tambo NA	Testigo	250	186,7	2,0	9,9	0,9	199,5	187,6	5,4 a
	Canastilla	250	195,2	3,6	4,1	2,2	205,1	197,4	3,1 b
La Palma	Testigo	250	196,4	1,1	0,7	0,6	198,8	197,0	0,6 b
	Canastilla	250	198,5	1,4	0,9	0,0	200,8	198,5	0,4 b

*Los valores promedio dentro de una columna, seguidas por la misma letra, no difieren significativamente al nivel de 5% (prueba de DMRT).

Tabla 3. Precio de compra del café por carga de 125 kg en la Cooperativa de Caficultores de Cafecultores de Manizales, a partir del análisis físico realizado a una muestra de 250 g de c.p.s., cosechado en las parcelas testigo y parcelas tratamiento.

Finca Estación Experimental	Cosecha	Tratamiento	Peso muestra (g)	Almendra sana (%)*	Puntos de incentivo	Incentivo	Valor del kg de c.p.s (\$) (€)	Valor del kg de pasilla (\$) (€)	Valor de la almendra sana***	Valor de la carga (\$) (€)
Naranjal	Mitaca	Testigo	250	71 b	0	0	4.904	128	5.032	628.946
	Mitaca	Canastilla	250	75 b	0	0	5.145	127	5.272	658.965
Veracruz B	Mitaca	Testigo	250	79 a	4	280	5.612	430	6.042	755.295
	Mitaca	Canastilla	250	80 a	5	350	5.762	251	6.013	751.629
Las Brisas	Mitaca	Testigo	250	64 b	0	0	4.388	529	4.917	614.622
	Mitaca	Canastilla	250	68 b	0	0	4.676	404	5.080	634.962
La Catalina	Mitaca	Testigo	250	80 a	5	350	5.803	37	5.840	729.946**
	Mitaca	Canastilla	250	80 a	5	350	5.745	37	5.782	722.736**
La Catalina	Principal	Testigo	250	73 b	0	0	6.198	422	6.620	827.514
	Principal	Canastilla	250	78 a	3	210	6.766	343	7.109	888.594**
Paraguaito	Principal	Testigo	250	71 b	0	0	6.041	368	6.410	801.190
	Principal	Canastilla	250	80 a	5	350	7.119	158	7.277	909.627**
El Agrado	Principal	Testigo	250	69 b	0	0	5.902	436	6.337	792.172
	Principal	Canastilla	250	79 a	4	280	6.932	202	7.134	891.787**
Veracruz	Principal	Testigo	250	71 b	0	0	6.007	345	6.352	793.968
	Principal	Canastilla	250	79 a	2	140	6.929	238	7.166	895.802**
El Rosario M2	Principal	Testigo	250	73 b	0	0	6.225	347	6.572	821.511
	Principal	Canastilla	250	81 a	6	420	7.203	185	7.388	923.532*
El Rosario ED	Principal	Testigo	250	73 b	0	0	6.208	358	6.566	820.705
	Principal	Canastilla	250	82 a	7	490	7.336	236	7.572	946.473**
El Tambo N	Mitaca	Testigo	250	75 b	0	0	6.381	157	6.538	817.310
	Mitaca	Canastilla	250	79 a	4	280	6.936	102	7.037	879.686**
La Palma	Mitaca	Testigo	250	79 a	4	280	6.922	24	6.946	868.194**
	Mitaca	Canastilla	250	79 a	4	280	6.974	30	7.005	875.607**

*Promedios dentro de una columna, seguidos por la misma letra no difieren significativamente al nivel de 5% (prueba de DMRT).

**Valor con sobrepeso por carga de 125 kg de c.p.s. a \$ 663.750 (Jun 4, 2014) y \$ 816.000 (Dic 10, 2014).

***Valor del kilogramo de almendra sana \$ 6.860 (Jun 4, 2014) y \$ 8.504 (Dic 10, 2014) según el precio de referencia fijado por la FNC

Tabla 4. Total brocas retiradas con la canastilla en los frutos brocados del suelo, por hectárea.

Finca Estación Experimental	Frutos en el suelo por árbol	Frutos brocados por árbol Promedio	Estados biológicos por fruto	Total broca en frutos del suelo por árbol	Total árboles por hectárea	Total brocas retiradas en frutos del suelo por hectárea
Las Brisas	12,3	6,3	5,9	37,2	5.208	193.737
Veracruz	13,0	4,1	8,6	35,2	10.000	352.000
La Catalina	5,6	2,2	5,7	12,5	7.692	96.150
Naranjal	4,8	2,8	6,9	19,3	6.667	128.673
Veracruz	23,8	8,9	7,8	69,9	10.000	699.400
Paraguaicito	8,6	2,6	7,2	18,7	7.143	133.574
El Agrado	12,9	4,1	9,2	37,7	6.677	251.856
El Rosario M2	16,2	6,1	9,7	59,2	10.000	592.000
El Rosario ED	11,0	5,1	8,1	41,3	7.692	317.679
El Tambo N	11,1	5,7	10,2	58,1	5.128	298.141
La Palma	21,2	9,5	8,4	79,8	10.000	798.000

entre \$118.252 y \$126.835 por hectárea, en promedio. En general, para una hectárea con densidad de 7.000 árboles se requieren entre 2,0 y 2,4 jornales.

testigo, donde no se obtuvo bonificación por calidad y se presentaron pérdidas entre \$ 10.000 y \$ 23.000 pesos por cada carga de café.

- Los niveles de infestación de broca disminuyen entre un 32,5% y 71,2% con respecto al testigo, cuando se hace el repase con canastilla.
- Con la canastilla pueden retirarse del lote hasta 798.000 brocas por hectárea.
- Los mayores niveles de brocas retiradas del lote, se obtienen en cafetales con distancias de siembra de 2 x 1 m (2 tallos/sitio) con bajo nivel de hojarasca. Ideal con poda de ramas bajas, en cultivos de más de 4 años, que permiten mayor visibilidad en el plato del árbol.
- El mayor sobrepeso por venta de almendra sana fue de \$130.473 pesos por carga de 125 kg de c.p.s. en la parcela donde se hizo repase de los frutos del suelo con el dispositivo, en contraste con las parcelas
- El uso de la canastilla es seguro, cómodo, ergonómico y más eficiente para el operario frente a la recolección manual.
- El repase con canastilla es útil después de las cosechas, para recoger frutos de café caídos al suelo dentro de una estrategia de Manejo Integrado de la Broca del Café (MIB), en el cual el control cultural es la práctica más importante y fundamental para mantener las poblaciones de broca por debajo del nivel de daño económico (con niveles de infestación inferiores al 5%). El repase en la zona central cafetera tal como lo recomienda Cenicafé debe realizarse al final de la cosecha de mitaca (mayo-junio) para proteger los frutos en formación de la cosecha principal y otra en noviembre-diciembre para proteger los frutos en formación de la cosecha del primer semestre o mitaca (4).

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a los coordinadores y personal de las Estaciones Experimentales de Cenicafé Carlos Gonzalo Mejía coordinador de la Disciplina de Experimentación, Jhon Félix Trejos de Naranjal, Diego Montoya de La Catalina, Myriam Cañón de Paraguaicito, Carlos Mario Ospina de El Rosario, Jorge Camilo Torres de La Trinidad, Hernán Darío Menza de El Tambo, Germán Huertas de la finca El Agrado; a los caficultores Juan Guillermo Londoño (Finca Las Brisas), Andrés González (Finca Veracruz), Pedro José Salazar (Finca La Palma), Gabriel Tamayo (Finca El Amparo). Especial agradecimiento a los auxiliares de las Disciplinas de Entomología Carlos A. Quintero y Diana S. Rodríguez, de Poscosecha José Farid López y Javier Velásquez, y de Calidad Claudia Gallego y Gustavo Echeverri. A la Cooperativa de Caficultores de Manizales sede Chinchiná, al Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros del Quindío, Caldas, Antioquia, Risaralda y Valle y a la Gerencia Técnica de la FNC por la financiación de este trabajo.

LITERATURA CITADA

1. ACOSTA A., R.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R. Recolección de frutos de café caídos al suelo. *Cenicafé* 57(4):312-319. 2006.
2. BENAVIDES M., P. Evite la dispersión de la broca durante la recolección y el beneficio del café. *Chinchiná : Cenicafé*, 2010. 2 p. (Brocarta No. 40).
3. BENAVIDES M., P. El repase: Actividad para el manejo de la broca del café en Colombia. *Chinchiná : Cenicafé*, 2012. 1 p. (Brocarta No. 46)
4. BENAVIDES M., P. ¿Cuándo debe realizarse el repase en los cafetales?. *Chinchiná : Cenicafé*, 2013. 1 p. (Brocarta No. 47)
5. BENAVIDES M., P.; GIL P., Z.N.; CONSTANTINO C., L.M.; VILLEGAS G., C.; GIRALDO J., M. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae). p. 216-225. En: CENICAFÉ. Manual del cafetero Colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura

colombiana. Manizales : FNC : Cenicafé, 2013. 3 vols.

6. BUSTILLO P., A.E.; CARDENAS M., R.; VILLALBA G., D.A.; BENAVIDES M., P.; OROZCO H., J.; POSADA F., F.J. Manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. *Chinchiná : Cenicafé*, 1998. 134 p.
7. CASTAÑO S., A.; BENAVIDES M., P.; BAKER, P.S. Dispersión de *Hypothenemus hampei* en cafetales zoqueados. *Cenicafé* 56(2):142-150. 2005.
8. CHAMORRO T., G.E.; CARDENAS M., R.; HERRERA H., A. Evaluación económica y de la calidad en taza del café proveniente de diferentes sistemas de recolección manual, utilizables como control en cafetales infestados de *Hypothenemus hampei*. *Cenicafé* 46(3):164-175. 1995.
9. CONSTANTINO C., L.M.; GIL P., Z.N., BUSTILLO P., A.E.; BENAVIDES M., P. Impacto de los frutos de café caídos al suelo e infestados por broca, *Hypothenemus hampei*, sobre la infestación en el árbol. Medellín : Sociedad colombiana de entomología, 2009.
10. CONSTANTINO C., L.M. La broca del café: Un insecto que se desarrolla de acuerdo con la temperatura y altitud. *Chinchiná : Cenicafé*, 2010. 2 p. (Brocarta No. 39)
11. HOLT´Z NUT WIZARD. [En línea]. Disponible en internet: <http://www.holtsnutwizard.biz/>. Consultado en abril de 2015.
12. INNOVAKIT. [En línea]. Disponible en internet: <http://www.innovakit.com>. Consultado en abril de 2015.
13. MARTÍNEZ R., R.A.; MONTOYA R., E.C.; VÉLEZ Z., J.C.; OLIVEROS T., C.E. Estudio de tiempos y movimientos de la cosecha manual del café en condiciones de alta pendiente. *Cenicafé* 56(1):50-66. 2005.
14. OLIVEROS T., C.E.; ÁLVAREZ V., J.A.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; MORENO C., E.; PEÑUELA M., A.E. Cosecha manual de café utilizando mallas plásticas. *Manizales : Cenicafé*, 2006. 8 p. (Avances Técnicos No. 354)
15. OLIVEROS T., C.E.; LÓPEZ F., H.A.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; BUSTILLO P., A.E. Recolección de frutos de café del suelo con la máquina Cifarelli V77S. *Manizales : Cenicafé*, 2010. 12 p. (Avances Técnicos No. 394).
16. OLIVEROS T., C.E.; MEDINAR, R.D.; TIBADUIZA V, C.A. Evaluación de un dispositivo manual en la recolección de frutos de café caídos al suelo. *Cenicafé* 65(2):33-41. 2014.
17. SAS Institute. SAS/STAT® 9.4 user's guide. North Carolina : SAS Institute, 2014. 738 p.