

MANEJO INTEGRADO DE LA BROCA DEL CAFE (MIB)

1.- CONTROL CULTURAL

Al analizar el daño que la broca hace al café y su biología y comportamiento de ataque es fácil deducir que las labores agronómicas del cultivo, especialmente la cosecha, juegan un papel importante en la reducción de las poblaciones de esta plaga. Empíricamente se manifiesta que estas labores denominadas “prácticas de control cultural”, constituyen un 80% del éxito en el control global de la broca. Es por esto que se justifica ahondar en la evaluación y cuantificación de una serie de prácticas sencillas que el caficultor puede implementar en su finca. En este capítulo se estudian y discuten prácticas de control en el campo y después de la cosecha.

El control cultural de la broca del café está sustentado en las prácticas encaminadas a minimizar la disponibilidad de alimento y refugio de la plaga, y a modificar, hasta donde sea posible, las condiciones favorables para la reproducción de la broca del café (Figura 6). En consecuencia, todas las labores relacionadas con cosechas oportunas y rigurosas y con el manejo del tejido vegetal en procura de mantener condiciones homogéneas de humedad dentro del cafetal, deben realizarse en el marco real de mantenimiento de las poblaciones del insecto en niveles que no causen daño económico.

Trabajos realizados por Cenicafe demostraron que luego de las cosechas, en los arboles de café y en el suelo queda un 10% de la cosecha y que la recolección de estos frutos se paga con la venta de este producto; además, la calidad de la bebida preparada con estos frutos recuperados no se afecta (Chamorro *et al.* 1995).

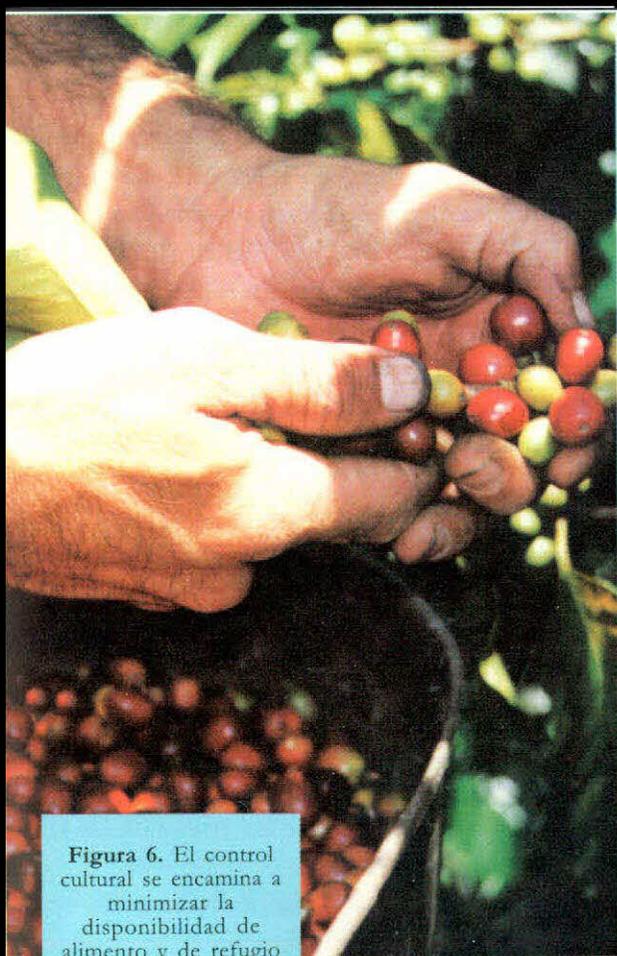


Figura 6. El control cultural se encamina a minimizar la disponibilidad de alimento y de refugio de la broca del café.

En Brasil se encontró que la práctica de repase (recolección de los frutos del árbol que no fueron cosechados) y repele (recogida de los frutos del suelo que cayeron durante la cosecha) fue una medida más eficaz de disminución del daño causado por la broca del café, que las prácticas de repase y repele realizadas por separado (Bergamin 1944).

A los caficultores de Kenya se les recomienda mantener los cafetos podados, evitar el exceso de sombra, remover y destruir todos los frutos que se encuentran pasada la cosecha en el árbol y en el suelo y secar rápida y adecuadamente la cosecha, como prácticas para disminuir los niveles de infestación por broca del café (Evans 1965)

Trabajos realizados en Africa Central demostraron que la recolección de los frutos maduros cada dos semanas, en comparación con la cosecha rutinaria de los cultivadores, produjo una reducción significativa en la cantidad de frutos caídos y una disminución considerable en el ataque de broca del café (Ingram 1969)

En Camerún, se observó que la infestación por broca del café es mayor en cafetales empresariales que en los de subsistencia, aunque en los primeros se haga aplicación de insecticidas, lo cual se explica por las cosechas y repases más cuidadosos que se realizan en las plantaciones familiares (IFCC 1972).

Cuando se encontró la broca del café en la selva central peruana, los técnicos encargados de manejar el problema recomendaron las siguientes prácticas: disminuir el sombrero de los cafetales, recolectar rigurosamente todos los frutos del árbol y del suelo, cosechar los primeros frutos atacados en la etapa de fructificación, beneficiar inmediatamente los frutos cosechados y usar costales de lona, en lugar de los de fique. (Latorre *et al.* 1962)

En Guatemala se obtuvieron ingresos adicionales de hasta 56,86 quetzales por manzana en cafetales donde se realizaron las labores de repase y repele (Zelaya 1989)

En México los mejores controles de broca del café

se obtuvieron con la práctica del repase más repele y una aplicación de insecticida. La sola práctica cultural produjo un efecto igual al obtenido con dos aplicaciones de insecticida. Con el producto recogido en el repase y repele se pagaron los jornales (Villanueva 1990)

En Colombia se demostró que las prácticas de cosechas oportunas y la recolección de los frutos maduros dejados por los cosecheros, redujeron los niveles de infestación superiores al 70% a menos del 6% durante el ciclo de cosecha (Saldarriaga 1994)

A continuación se presentan una serie de actividades para poner en práctica un control cultural de la broca del café en Colombia, basados en la experimentación; estas actividades se relacionan por separado considerando su aspecto metodológico, con resultados y discusión.

1.1.- REGISTRO DE FLORACIONES.

Aunque el árbol de cafeto suele florecer después de las lluvias que siguen a un período de sequía (déficit hídrico), en el año se presentan en la región cafetera central dos períodos definidos de floraciones correspondientes a la cosecha principal del segundo semestre y a la mitaca o cosecha del primer semestre. El primer período va de mediados de diciembre a finales de abril y el segundo desde principios de agosto hasta finales de octubre.

Estudios sobre el desarrollo del fruto del café (Salazar *et al.* 1993) han demostrado que entre la antesis y la maduración del fruto transcurren 32 semanas y que el fruto alcanza un 20% de peso seco entre 110 y 140 días después de la floración. De acuerdo con la temperatura media de la región y la dinámica poblacional de la broca del café, en relación con el desarrollo del fruto, se comprobó que el insecto puede atacar los frutos desde la décima semana de formados, pero tan sólo en frutos mayores de quince semanas, cuando éstos tienen menos del 80% de humedad, logran reproducirse (Salazar *et al.* 1993)

Con base en lo anterior, el registro de las floraciones indica en qué época se debe entrar al cafetal a efectuar una medición del nivel de frutos atacados por la broca del café y aprovechar esta información para aplicar el componente más apropiado del programa MIB (Figura 7).

Metodología. Durante estos períodos, cada que se vieron árboles con flores en el lote experimental se hizo una evaluación de la magnitud de la floración mediante el siguiente procedimiento: se llegó al borde del cafetal y en el primer árbol se revisaron dos ramas en producción y se contaron las flores abiertas y próximas a abrir (botones hinchados). Estas ramas se marcaron para los futuros registros; luego se pasó al surco siguiente y desplazándose 4-5 árboles hacia la parte más larga del lote, se repitió la labor realizada en el primer cafeto; así se continuó hasta tener el registro de 15 árboles en el lote.

En la última semana de abril se hizo la calificación de cada floración mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ floración} = \frac{\text{No. de flores de cada floración (fecha)}}{\text{Total de flores en las 30 ramas registradas en todo el período (Dic.-abril)}} \times 100$$

Resultados y discusión. Los datos tomados en 1995 en el lote experimental de 15 bloques de 12 x 20 surcos registrando el número de flores en dos ramas (a y b) cada vez, se presentan en la Tabla 4.

Para la cosecha principal de 1995 se registraron cuatro floraciones en el lote experimental. La última floración de marzo 1 fue considerada como muy buena, ya que representó el 74% de la cosecha de fin de año. Este hecho facilita el manejo de las poblaciones de broca del café, puesto que las



Figura 7. El registro de las floraciones indica en que momento se debe iniciar la evaluación del porcentaje de infestación.

labores se pueden concentrar en la protección de esta floración, que representa el 75% del volumen de la cosecha principal; no se debe perder de vista que dos semanas atrás se había producido otra floración que representaba un poco más del 15% de la cosecha.

1.2. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DEL CAFETAL CON MAYOR DAÑO DE BROCA.

Metodología. En el mismo cafetal donde se hizo el registro de las floraciones, se registró el número total de frutos brocados en 20 ramas por cada parcela de 240 cafetos a los 120 días después de la floración principal (marzo 1o.) y antes de comenzar la cosecha (septiembre/95).

Resultados y discusión. Los resultados aparecen en la Tabla 5. Como puede verse, sólo en las parcelas 12, 13 y 15 los niveles de daño son superiores al 2%. Si se considera este punto como umbral de acción, sólo en estas tres parcelas se deben aplicar o iniciar labores de MIB, lo que equivale a manejar un 20% de la población total de árboles.

Tabla 4. Número de flores en dos ramas en los árboles seleccionados.

Arbol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Σ	
Ramas	a b	a b	a b	a b	a b	a b	a b	a b	a b	a b	a b	a b	a b	a b	a b	Suma	
Fecha																1 -15	
Dic.29	8*+3	1+0	0+2	3+1	0+0	1+0	5+5	6+9	0+1	15+2	7+9	10+0	2+2	6+0	4+6	=108	
En. 27	1*+3	10+5	3+3	6+6	9+0	3+7	10+2	5+11	4+3	16+3	1+9	12+5	14+1	4+6	16+20	=198	
Feb.10	14+16+	-----														43+27	=519
Mar.19	5+103+	-----														135+129	=2.306
Total																3131	

% floración = $\frac{108}{3131} \times 100 = 3,45$
 en Dic. 29

% floración = $\frac{2306}{3131} \times 100 = 73,65\%$ Floración principal
 en marzo 1o. 3131

*Datos consignados permiten exponer la metodología. Los datos omitidos no se consideran relevantes, sólo su sumatoria.

Tabla 5. Número de frutos brocados en 20 ramas por parcela a los 120 días después de la floración y al iniciar la cosecha.

No. de la parcela	No. de frutos 20 ramas	No. de frutos brocados a los 120 días	frutos brocados por rama	% de frutos brocados	No. de frutos brocados al inicio de cosecha
1	2.230	5	0,25	0,22	29
2	1.862	13	0,65	0,70	34
3	2.397	5	0,25	0,22	38
4	1.853	11	0,55	0,58	33
5	2.045	17	0,85	0,83	35
6	2.205	3	0,15	0,14	10
7	2.120	0	0,0	0,0	16
8	2.311	4	0,20	0,17	15
9	2.207	5	0,25	0,23	15
10	1.760	3	0,15	0,17	15
11	1.999	6	0,30	0,30	10
12	1.974	58	2,90	2,94	8
13	1.797	71	3,55	3,95	8
14	2.083	23	1,15	1,10	7
15	1.558	39	1,95	2,50	11
x	2.026.7	17.53	0,876	0,936	18,93
E.S.	59,36	5,59	0,279	0,241	2,83

E.S. = Error estándar.

Al revisar la ubicación de las parcelas con más daño por broca del café se vió que se encontraban en el borde del cafetal y junto a otro que había sido zoqueado el año anterior.

Al inicio de la cosecha se vió que aunque se mantenían los niveles de población, ésta se había desplazado hacia otras parcelas y que aquellas que habían recibido labores del MIB (12-13 y 15) presentaban menor número de frutos dañados. Las labores aplicadas fueron: la inoculación de hongos, las recolecciones periódicas de frutos maduros y la aplicación de fenitrothion en las parcelas 12 y 13.

El manejo de la broca del café se debe hacer sólo en los focos, con lo cual se racionaliza el uso de los recursos y se reducen significativamente los costos de manejo de las poblaciones de *H. hampei*.

1.3. MANEJO DE LOS SITIOS DEL CAFETAL CON MAYOR DAÑO POR BROCA DEL CAFÉ.

Metodología . En lotes con infestaciones menores al 10%, mediante un recorrido en diagonales o mediante una evaluación por sectores, se registró el número de frutos brocados en 50 ramas con más de 30 frutos en 25 árboles. Al revisar la hoja de registro se pueden determinar los puntos con más frutos atacados por la broca del café.

Se vuelve a los sitios que tuvieron más de cuatro frutos brocados y a su alrededor se hace una recolección total de todos los frutos maduros, sobremaduros y secos y hasta donde sea posible, se hace una recogida de frutos del suelo; estos puntos se dejan señalados dentro del cafetal con el fin de cosecharlos bien en cada pase de cosecha, sin dejar frutos maduros en el árbol o en el suelo (Figura 8).

Los puntos de agregación de la broca del café en cafetales mayores de tres años se localizan hacia los bordes de los lotes (tres primeros surcos) y hacia las depresiones o partes bajas del cafetal, lo mismo que en los cafetos situados cerca al

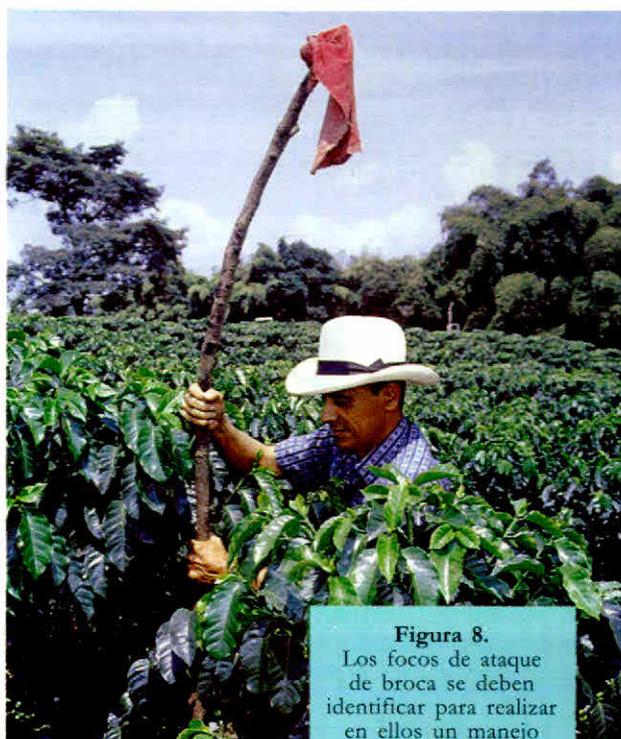


Figura 8.
Los focos de ataque de broca se deben identificar para realizar en ellos un manejo diferente de la plaga.

beneficiadero y a los puntos de pesaje de café cereza o en los alrededores de las tolvas recolectoras.

En cinco cafetales en tercera cosecha y cinco en la cuarta, se registraron el número de frutos brocados en 30 ramas de 20 árboles diferentes, distribuidos por los bordes proporcionalmente al número de árboles en cada borde.

Resultados y discusión. Los resultados se presentan en la Tabla 6; como puede apreciarse en el surco más periférico (borde 1) se encontró el doble de frutos brocados respecto al borde 2 y en éste, más frutos que en el borde 3 (tercer surco de afuera hacia adentro del lote). Se esperaba encontrar mayor cantidad de frutos brocados en los cafetales de cuarta cosecha pero no ocurrió así.

En los focos se deben recoger, tanto los frutos sanos como los brocados que están en el suelo, puesto que se comprobó que los adultos de broca del café pueden salir de los frutos brocados y colonizar frutos sanos en el suelo.

Tabla 6. Número de frutos brocados (FB) en 30 ramas de 30 árboles diferentes en los tres bordes más externos de cada cafetal.

Cosecha Borde Cafetal	Tercera cosecha			Cuarta cosecha		
	1 FB	2 FB	3 FB	1 FB	2 FB	3 FB
1	124	53	36	26	10	3
2	40	29	21	27	13	5
3	83	48	39	43	30	18
4	21	12	10	28	15	7
5	41	22	8	27	18	10
Total	309	164	114	151	86	43
\bar{x}	61,8	32,8	22,8	30,2	17,2	8,6

1.4. ATAQUE DE BROCA EN FRUTOS CAÍDOS AL SUELO

La broca se considera plaga de la parte aérea de la planta de café; sin embargo, debido a las observaciones previas se decidió comprobar experimentalmente si la broca que emerge de los frutos caídos al suelo ataca frutos sanos que también han caído al suelo, algo que no se registra en la literatura.

Metodología. Para comprobar lo anterior se hizo el siguiente experimento: Dentro del cafetal se escogieron diez árboles a los cuales se les puso en el

plato o gotera 50 frutos guayaba brocados mezclados con 50 frutos pintones no brocados. Estos frutos se cubrieron con una malla rala que permitía la salida de la broca que emergía de los frutos guayaba e impedía el paso de los frutos que pudieran caer del árbol. Cada 15 días se recogieron de los frutos pintones, 50, tomando cinco de cada árbol. Se hicieron cuatro lecturas para medir la infestación de los frutos colectados.

Resultados y discusión. Los resultados se presentan en la Tabla 7.; el experimento demostró que la broca del café puede atacar frutos sanos en el suelo y reproducirse en ellos. También, que los períodos secos después de la cosecha contribuyen a

Tabla 7. Número de frutos colonizados en el suelo por la broca del café de una muestra de 50 frutos recogida cada 15 días, hasta 60 días después de mezclados los frutos sanos con los brocados.

No de frutos revisados día	No.	No. de frutos colonizados	No. de huevos	No. de larvas	No. de pupas	No. de adultos
15	50	30	164	11	----	----
30	50	33	170	286	9	29
45	50	25	142	274	84	36
60	50	35	----	----	----	21 150*

* Todos los frutos brocados y abandonados y en su mayoría con el endospermo consumido. Se encontraron 21 adultos vivos y 150 muertos, con presencia de hongos. No se continuaron los registros por el deterioro o destrucción de los frutos pintones no brocados.

un incremento poblacional de la broca del café en los frutos que caen durante los períodos de cosecha. Durante el período que se hizo el experimento, las lluvias fueron frecuentes, lo cual ayudó a la pudrición o germinación de los frutos del suelo y así se disminuyó la reproducción de la broca.

Conclusiones. Terminada la cosecha se debe hacer una evaluación de la cantidad de frutos caídos por árbol y de su grado de infestación.

Se debe establecer un plan de acción para aquellos cafetales que presentan más broca en el suelo, en el caso de presentarse un período seco después de la cosecha.

Se deben realizar estudios en búsqueda de materiales o métodos que contribuyan significativamente a la eliminación del sustrato esparcido en el suelo, pues hacerlo manualmente es prácticamente imposible en las condiciones de la caficultura colombiana

1.5. PRECAUCIONES CON LOS FRUTOS COSECHADOS EN LOS FOCOS.

Lo más prudente, cuando los frutos maduros, sobremaduros y secos están muy brocados (más del 20% de los frutos con huecos en la corona), es tratarlos inmediatamente y como representan volúmenes no muy grandes, se considera adecuado el tratamiento térmico. Otra alternativa es enterrar

estos frutos a 50 cm de profundidad. Si estos frutos no se tratan o benefician inmediatamente, se da oportunidad a la broca para que los abandone y vuelva al cafetal.

Metodología. Para conocer el estado de maduración del fruto potencialmente más activo para producir adultos de broca del café, que escapan durante el beneficio, se hizo repetidamente el siguiente experimento:

De los frutos recogidos del último pase de cosecha de un cafetal, se tomaron al azar 5 Kg de café y se seleccionaron 30 frutos brocados de cada uno de los cinco estados de maduración considerados. Los frutos verdes brocados fueron cosechados directamente en el cafetal.

Resultados y discusión. Los resultados se presentan en la Tabla 8. Los frutos sobremaduros y especialmente los secos, constituyen el reservorio de donde surgen las poblaciones que van a afectar la siguiente cosecha. En los frutos secos, llamados guayabas, es frecuente encontrar 50 y más adultos de broca, que salen tan pronto las condiciones climáticas les son favorables. Los frutos secos vanos (sin endospermo) tan solo suelen ser refugio de una o dos brocas.

Estos resultados son el soporte de la recomendación sobre una recolección exhaustiva de los frutos sobremaduros y secos (repase) después de la cosecha, como práctica fundamental para mantener ni-

Tabla 8. Número de huevos, larvas, pupas y adultos de la broca del café presentes en 30 frutos en diferente estado de maduración.

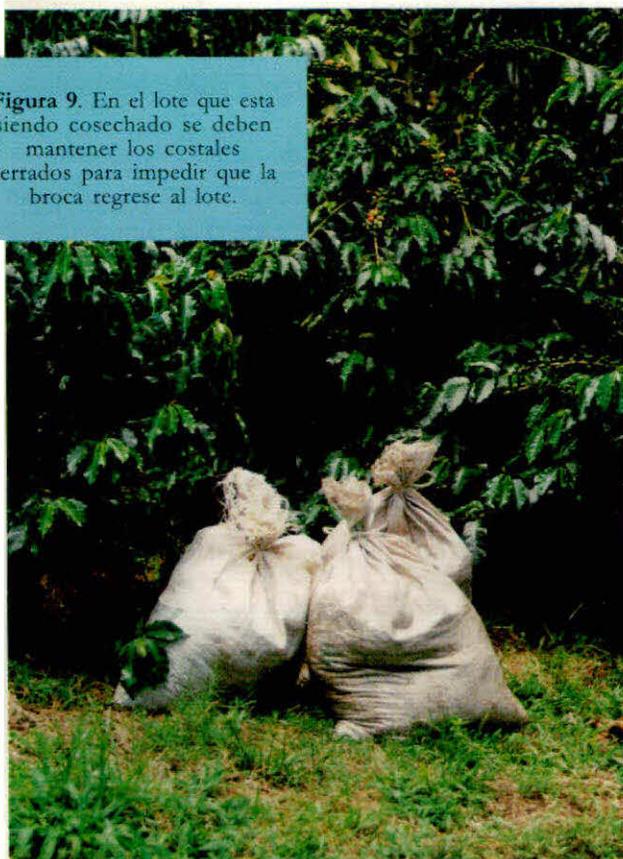
Estados de la broca	ESTADO DEL FRUTO DE CAFÉ				
	Verde	Pintón	Maduro	Sobremaduro	Guayaba
Huevos	46	172	140	200	420
Larvas	25	172	75	324	634
Pupas	0	17	27	86	130
Adultos	17	27	30	94	206
Total	88	388	272	704	1.390
Promedio	2,9	12,9	9,1	23,4	46,3

veles bajos de daño por broca del café en la finca cafetera.

Conclusiones. Las recolecciones oportunas y rigurosas son la práctica básica del MIB; como complemento de esta práctica se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- Los costales que se utilicen para el vaciado de los canastos de recolección, ojalá tengan revestimiento plástico y permanezcan cerrados hasta que sean llevados a la despulpadora (Figura 9).
- La tolva de la despulpadora debe taparse, dejando en la tapa una ventana trampa con pegante que retenga la broca que sale de los frutos.
- Los flotes durante el lavado y las pasillas deben tratarse con calor inmediatamente, ya que este material contiene grandes cantidades de estados biológicos que continúan desarrollándose hasta el estado adulto.

Figura 9. En el lote que esta siendo cosechado se deben mantener los costales cerrados para impedir que la broca regrese al lote.



1.6. EMERGENCIA DE BROCAS DE LA PASILLA DURANTE EL BENEFICIO.

Metodología. Se hizo una evaluación de la cantidad de brocas hembras que pueden salir de la pasilla, para lo cual se procedió de la siguiente manera: en una finca, durante la cosecha de un cafetal con más del 10% de frutos brocados, se hizo un registro semanal de las capturas de adultos que salían del carro donde se secaba la pasilla durante 14 semanas, utilizando una trampa con alcohol diseñada en Cenicafé.

Resultados y discusión. Los resultados se presentan en la Tabla 9. En total se capturaron 2.061 brocas en las 14 semanas; de esta cantidad el 61,1% corresponde a capturas del mismo día en que se expuso la pasilla al sol y el 83,2% a los dos primeros días de secado de la pasilla. Se debe tener en cuenta que las capturas representan máximo un 10% de la población que emerge del material estudiado y que la cantidad de pasilla no fue superior a 25 Kg.

En la zona cafetera y en especial en la caficultura familiar o de subsistencia, es costumbre que la pasilla represente un ingreso, muchas veces único, para la señora de la finca; por tanto, en la mayoría de las veces las pasillas se van acumulando poco a poco en lugares donde conservan humedades superiores al 25%, por períodos suficientes para que éstas se conviertan en un surtidor de broca para la finca.



Figura 10. El uso de marquesinas cerradas en sus extremos con tela «tul» o nylon evita el escape de los adultos de broca de las pasillas, los cuales mueren a consecuencia del calor.

Tabla 9. Registro semanal de las capturas de brocas hembras en una trampa colocada sobre un secadero de pasilla, durante la cosecha de 1994 en Ulloa - Valle del Cauca.

Registro No.	No. de brocas	Registro No.	No. de brocas
1	105	8	103
2	143	9	307
3	202	10	274
4	261	11	100
5	90	12	84
6	174	13	91
7	79	14	48

$\bar{x} = 147,2$ Promedio de capturas diarias en la trampa ($n = 14$)

Error Estándar = 21,33

Se recomienda en cada lavado de café que las pasillas resultantes se traten con agua hirviendo durante 2 a 3 minutos, para poder secarlas y almacenarlas sin riesgo para la finca. Cuando las cantidades son muy pequeñas (<3 Kg) se pueden enterrar a 0,5 m de profundidad. Como sustituto del agua caliente la marquesina es una alternativa. (Figura 10)

1.7. ESCAPE DE LA BROCA EN LAS ETAPAS DEL BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ

En las labores de control poco o ninguna importancia se le da al escape de la broca en la zona del beneficio de las fincas, algo muy importante ya que aquí se puede perder todo el trabajo de control del campo al retornar las brocas a los cafetales. Se han sugerido muchas recomendaciones para evitar el escape de la broca del área del beneficio como son: utilizar costales de fibra y amarrarlos durante la cosecha, cubrir la tolva de recibo con un plástico impregnado de grasa, tratar la pulpa con insecticidas de baja residualidad o con *Bb*, colocar una malla en los desagües del beneficiadero para atrapar los adultos de broca que salen por éstos, tratamiento de pasillas y flotes, etc., (Benavides y Cárdenas 1995, Bustillo 1990, 1990a), sin embargo, estas prácticas no se han cuantificado experimentalmente.

Sánchez (1985), Souza (1986), Vega (1990) y Cár-

denas (1990) coinciden en afirmar que la broca se disemina por diferentes medios, a saber: Por el movimiento del insecto mismo (vuelo), en implementos de cultivo y de cosecha como costales, canastos, palas, etc., en la ropa de las personas que caminan por entre cafetales, en las aguas de beneficio, en residuos de suelo transportados en botas, cascos y pezuñas de animales; en los excrementos de animales que comen granos de café, en la pulpa de café fresca y con la introducción de semillas de cafeto provenientes de lugares infestados.

Alonzo (1984), menciona que la movilidad de la broca para infestar nuevas áreas es reducida; sin embargo, estudios de Leefman citado por Sánchez (1985) demostraron que la broca puede realizar vuelos hasta de 345 m. Baker (1984), en observaciones de laboratorio, encontró que las brocas pueden volar libremente por más de 90 minutos, y tener más de tres horas de vuelos sucesivos.

Según Alonzo (1984), las hembras se dispersan por una o varias de las siguientes razones: en busca de frutos apropiados para su primera oviposición; cuando el primer contacto lo han hecho en frutos expuestos al sol caso en el cual los abandonan para infestar otros mejor ubicados ya sea en la misma planta o en otras no muy distantes; la progenie de los adultos abandona el fruto cuando el alimento dentro de el casi se ha agotado; al presentarse sobrepoblación de adultos y/o larvas dentro de los

cotiledones o si ocurre saturación de agua en el fruto. También, cuando al caer los frutos al suelo los adultos se perturban por el golpe, o si estando dentro del fruto son perturbados por otros organismos.

Bustillo *et al.* (1990), afirman que se debe tener cuidado y evitar que los adultos que lleguen al beneficiadero retornen al cafetal. Se ha observado que la broca emprende sus viajes a partir de los beneficiaderos, secaderos, etc. Inicialmente vuela erráticamente en contorno, en diámetro corto de 1-2 metros posiblemente buscando orientarse y luego emprende el vuelo aprovechando la dirección del viento, justamente hacia donde se encuentran las plantas de café (Alonzo, 1984).

Alonzo (1984), en observaciones de campo llegó a la conclusión que la broca inicia su dispersión a partir de focos de infestación aislados, los cuales con el tiempo y el paso de transeúntes durante la cosecha aumentan de proporción; por tanto, la ruta de dispersión es más frecuente a lo largo de caminos, carreteras transitadas por personas y animales, beneficiaderos y bodegas, zonas adyacentes a quebradas y canales de riego, entre otros.

En Colombia los caficultores benefician el café por vía húmeda; este proceso comprende las etapas de recolección y recibo del café cereza, despulpado, fermentación, lavado y clasificación, secado empaque y almacenamiento. La correcta realización de cada una de ellas garantiza la buena calidad del grano (Federacafé 1988).

En el beneficio del café cereza, durante la fermentación, hay aumento de temperatura. Al beneficiar el café infestado por broca, ese aumento de temperatura hace que las hembras abandonen los frutos y se dirijan al cultivo aumentando la infestación de manera considerable (Bergamin 1945). Las temperaturas observadas en la masa de café secado a pleno sol son insuficientes para que mueran totalmente los estados del ciclo de la broca en el interior de las almendras. La broca resiste 100 horas a temperaturas de 0°C y muere en dos minutos a 52°C, o en veinte minutos a 40°C; por eso se reco-

mienda secar el café artificialmente (Souza 1986).

Si se posee silo para el secado, se debe secar primero el café proveniente de lotes muy infestados para conseguir que mueran rápidamente los huevos, larvas y pupas que han quedado en el interior de la almendra. En caso contrario, se recomienda el uso de marquesinas cubiertas con plástico y con una tela fina en los extremos para evitar el escape de la broca. Las espumas y sobrenadantes también pueden secarse en éstas marquesinas (Cenicafé, 1994).

Con el fin de estudiar todos los aspectos discutidos anteriormente se planeó el presente estudio; se tuvo como objetivo general el de evaluar el escape de la broca en las diferentes etapas del proceso de beneficio del café y como objetivos específicos los siguientes:

- Evaluar el escape de adultos de broca en el campo de costales abiertos y cerrados, y en el beneficiadero desde la tolva de recibo, el tanque de fermentación, los desagües y en las elbas durante el secado solar de pasillas, flotes y el café pergamino.
- Evaluar la cantidad de brocas vivas que quedan en la pulpa de café.
- Evaluar el efecto de la fermentación y el secado solar sobre la mortalidad de los diferentes estados biológicos de broca.

Metodología. El presente trabajo se realizó en la subestación experimental La Catalina de Cenicafé, ubicada en el municipio de Pereira. Se evaluaron tres recolecciones de café con intervalos de 21 días, provenientes de un lote de variedad Colombia de 5 años con el 12% de infestación por broca, durante la cosecha principal de 1995 (octubre - diciembre). El beneficio realizado al café incluyó la recolección, el despulpado sin agua con máquinas de cilindro horizontal y zaranda circular para clasificar pasillas, la fermentación en canecas de 55 galones durante 16 horas, el lavado y la clasificación mediante dos enjuagues en tanque de fermentación, y por último, el secado en elbas.

Se definieron dos tratamientos: costales abiertos y

cerrados, los cuales se evaluaron en forma separada durante todas las etapas de beneficio del café, con el fin de comparar la mayor o menor ocurrencia de escape del insecto.

Para capturar los adultos de broca que escaparon de los costales recolectores se diseñaron dispositivos con madera y tull impregnado de grasa de 0,6x0,6x0,5m, como se muestra en la Figura 11., que se ajustaron a las dimensiones de los costales.

El tull es una tela de polyester con perforaciones de 1 x 2 mm, que en observaciones preliminares mostró una efectividad del 100% para impedir el escape de adultos de broca cuando se le aplicó grasa, debido a que ejerce una acción adherente sobre el insecto; además, en el interior de los dispositivos no varían las condiciones de humedad y temperatura, ya que el tull permite la circulación normal del aire.

Figura 11. Dispositivo utilizado para capturar las brocas que escapan de los costales recolectores.



Con el propósito de evaluar el escape de broca durante beneficio del café en cada recolección, se hicieron las siguientes evaluaciones:

Análisis estadístico. En cada uno de los procesos de beneficio mencionados, se aplicó estadística descriptiva para la variable escape de broca. Para establecer diferencias entre los tratamientos, éstos se compararon mediante la prueba t al 5%.

1.7.1. Escape de broca de costales recolectores

En cada tratamiento se tomaron 15 costales de fibra sintética en buen estado, a los cuales se les depositaron 20Kg de café cereza, para un total de 300Kg por tratamiento; a partir de las 10 am se ubicaron en el borde del lote, donde venían siendo colocados por los recolectores y cada uno se cubrió con el dispositivo anteriormente descrito. Se realizó entonces el conteo de adultos capturados a las 12 m, 2 pm y 4 pm. Previamente se evaluó el porcentaje de infestación del café recolectado, tomando una muestra de 500 g por costal y contabilizando el número de frutos brocados y totales. De los frutos brocados se evaluaron 30 por costal para determinar la proporción de granos perforados con brocas vivas y así, definir el potencial de broca presente en el lote con posibilidades de escape. Después de realizar el último conteo los costales se llevaron al beneficiadero.

El porcentaje de infestación por broca en el café recolectado aumentó a medida que transcurrieron las recolecciones, encontrándose diferencias estadísticas entre éstas y no entre los tratamientos (Figura 12).

Al analizar la proporción de granos perforados con adultos vivos (AV) por costal (Figura 13), se observó un aumento en cada recolección para ambos tratamientos, presentándose diferencia significativa entre ellos sólo en la primera, mientras que para las recolecciones únicamente se presentó diferencia entre la primera y la tercera. Se encontró un promedio de dos AV por grano perforado (Figura 14) durante las tres recolecciones en cada tratamiento.

En cuanto al número de brocas capturadas en los dispositivos se observó que el escape aumentó a medida que transcurrieron las recolecciones y que fue mayor estadísticamente para el tratamiento abierto que para el cerrado, tanto en las tres horas evaluadas como en las tres recolecciones (Figura 15).

Un promedio de 43, 63 y 152 adultos por costal escaparon en las tres recolecciones, respectivamente, en el tratamiento abierto y durante el tiempo que estuvieron éstos en el campo; observándose el

mayor escape entre las 12m y 2pm debido, posiblemente, a la máxima radiación solar a la cual estaban expuestos los costales en este intervalo de tiempo. Entre tanto, para el tratamiento cerrado los promedios fueron de 8, 18 y 30 brocas por costal, en la primera, segunda y tercera recolección, registrándose el mayor escape entre las 2 pm y las 4 pm, tal vez por no haber recibido estímulo de la luz para salir y por tener mayores obstáculos para volar libremente. El menor valor ocurrió entre las 10 am y 12 m, para ambos tratamientos.

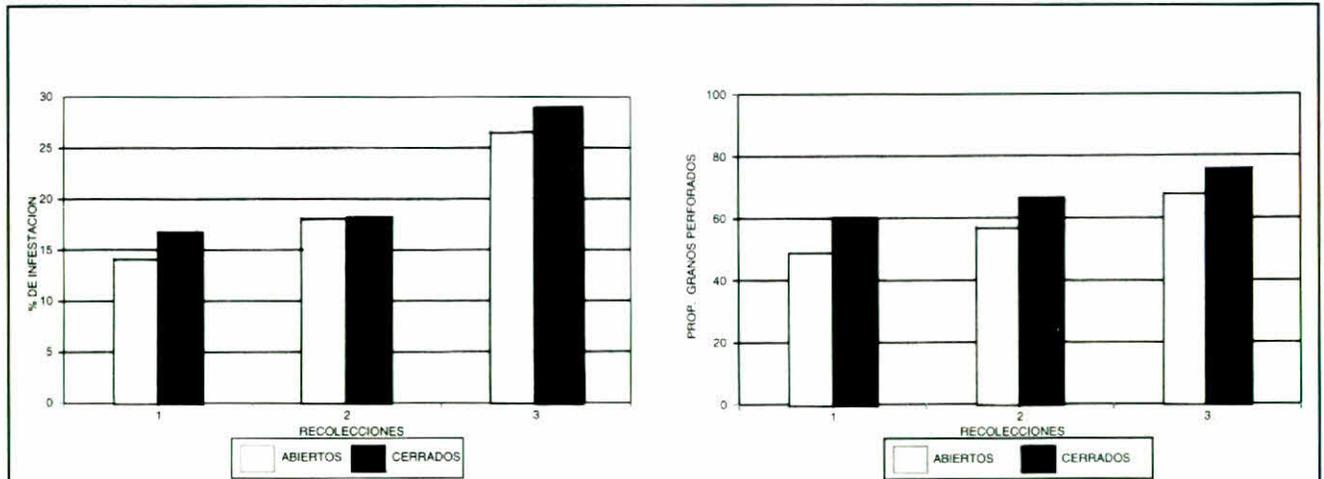


Figura 12. Porcentaje promedio de infestación de broca en cada recolección.

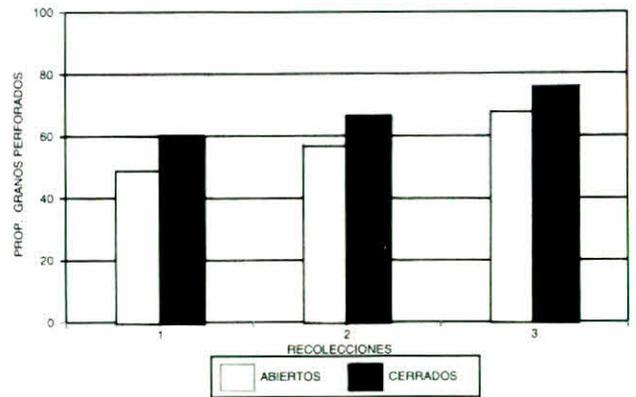


Figura 13. Proporción de granos perforados con adultos vivos (AV) de broca.

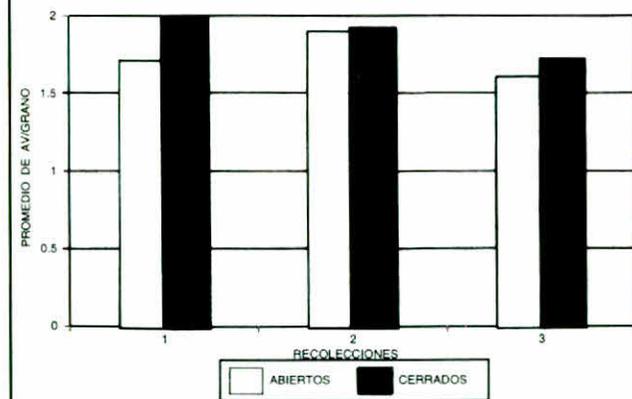


Figura 14. Número promedio de adultos vivos (AV) por grano perforado por broca en cada tratamiento.

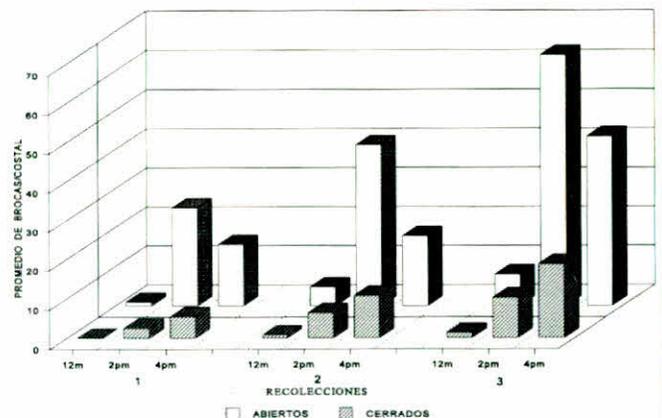


Figura 15. Capturas de broca en el campo a partir de costales.



Figura 16. Para evitar el escape de la broca en las tolvas de recibo del café se coloca una cubierta de polietileno impregnado de grasa.



Figura 17. En el proceso de fermentación el escape de la broca es mínimo.



Figura 18. Se evita el escape de la broca en los desagües de los beneficiaderos, colocando una tela (tul) que sólo permite el paso del agua.

1.7.2. Escape de broca de la tolva de recibo, de los tanques de fermentación y por los desagües del beneficiadero

Escape de la tolva de recibo. La tolva se cubrió con plástico transparente impregnado de grasa para impedir el escape de las brocas que emergían de la masa de café cereza durante el despulpado (Figura 16). El plástico se instaló después de depositar el café en la tolva y se contó el número de adultos capturados por tratamiento en toda el área al cabo de una hora, tiempo que tarda normalmente esta etapa. En este paso se clasificaron y separaron las pasillas de cada tratamiento para secarlas al sol, después de adicionarles los flotes resultantes en el lavado.

Escape de broca en el tanque de fermentación (Figura 17). Este proceso se realizó en canecas de 55 galones perforadas en el fondo para permitir la evacuación de líquidos, las cuales simulaban las condiciones de los tanques de fermentación de la Subestación. El café en baba proveniente de cada tratamiento se depositó en la caneca respectiva y se cubrió con plástico transparente impregnado de grasa durante 16 horas de fermentación, al cabo de las cuales se contabilizó el número de adultos capturados.

Escape de broca por los desagües del beneficiadero. Con el fin de capturar las brocas que salieron por los tubos de desagüe durante el lavado, se ubicó una malla elástica de lycra que permitió la circulación de agua e impidió la salida del insecto. Se hicieron dos enjuagues por tratamiento y se contabilizaron los adultos vivos y muertos, después de lavar y escurrir el café (Figura 18).

Resultados y discusión. Durante las tres situaciones hubo captura de adultos (Tabla 10), sin embargo no fue posible establecer diferencias estadísticas entre tratamientos. Tanto de la tolva como por los desagües se escapó un número similar de brocas para los dos tratamientos. Bergamin (1945), comenta que el aumento de temperatura en la fermentación, estimula la salida de las brocas, las cuales se dirigen al cafetal aumentando sig-

Tabla 10. Número de adultos de broca del café capturados en la tolva, el tanque de fermentación y los desagües del beneficiadero.

Tratamiento	Situación	Variable	RECOLECCIONES		
			1	2	3
Abierto	T. F.	AV	1	1	3
	Desagües	AV	51	34	266
		AM	159	68	41
Cerrado	Tolva	AV	59	12	43
	T. F.	AV	8	0	0
	Desagües	AV	41	51	159
		AM	88	82	22

AV : Adultos vivos

AM : Adultos muertos

T.F. : Tanque de fermentación

nificativamente la infestación; sin embargo, lo obtenido en el presente trabajo indica que durante la fermentación el escape de brocas es mínimo y que existen otras etapas del beneficio donde es mayor.

Se observó que AV atrapados en los desagües durante el lavado permanecían inmóviles, aparentemente muertos, comenzando a moverse después de aproximadamente 5 horas. Esto coincide con lo registrado por Aviles *et al.* (1984), quienes llegaron a la conjetura sobre la existencia de un mecanismo de sobrevivencia de la broca para enfrentar condiciones adversas provocadas por el agua, al entrar en un período letárgico que reduce drásticamente sus condiciones vitales.

Vale la pena anotar que en la malla donde se atrapan los adultos de broca durante el lavado del café, se observó una gran cantidad de larvas y pupas, lo que pudo ser causado por el agua que al llenar las cámaras construídas por el insecto, oca-

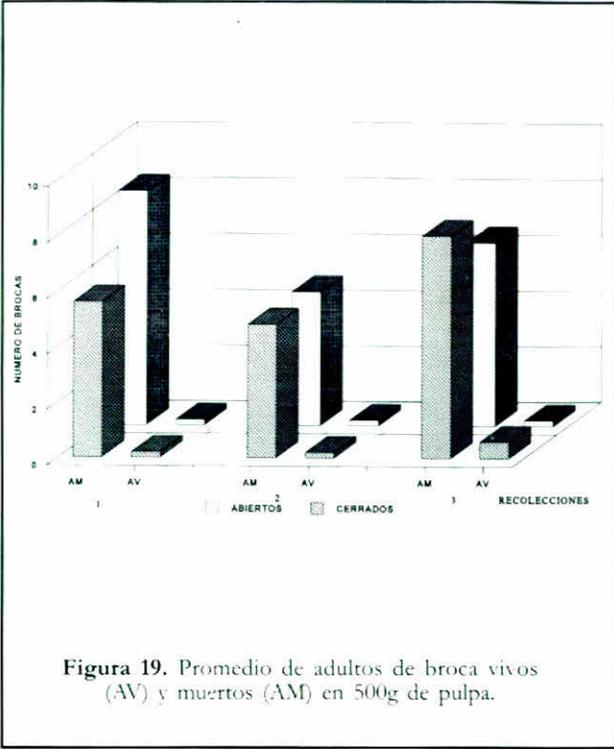
sionó la salida de los estados biológicos; además, se presentaron adultos mutilados posiblemente por efecto de la fuerte agitación de la masa.

1.7.3. Cantidad de brocas presentes en la pulpa

Para determinar la presencia de brocas en la pulpa se realizó el conteo de adultos en cinco muestras de 500g por tratamiento, tomadas en el momento de despulpar el café.

Resultados y discusión. El número de adultos muertos (AM) en la pulpa, fue mayor (prueba t al 5%) al de (AV) evaluados en los dos tratamientos durante cada recolección, pero no se presentó diferencia significativa entre tratamientos ni entre las recolecciones (Figura 19).

Si se tienen en cuenta los altos volúmenes de pulpa que resultan en una finca cafetera, se debe considerar lo expuesto por Sánchez (1985), Souza (1986), Vega (1990) y Cárdenas (1990) quienes afir-



man que la broca se disemina en altas proporciones a partir de la pulpa fresca.

Se observó que la mortalidad de adultos se debía al daño mecánico ocasionado por la máquina despulpadora a aquellos insectos que posiblemente se encontraban iniciando la penetración, o a que las brocas venían muertas desde el campo por efecto del hongo *Bb* o de algún insecticida y permanecían en el canal de penetración durante el despulpado; sin embargo, es necesario realizar estudios más detallados en este aspecto para aclarar lo que puede estar sucediendo.

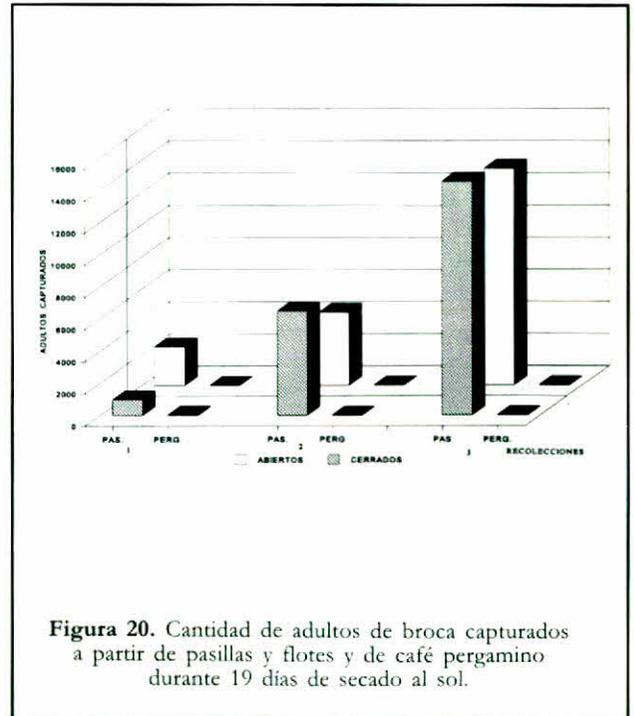
1.7.4. Escape de broca durante el secado solar

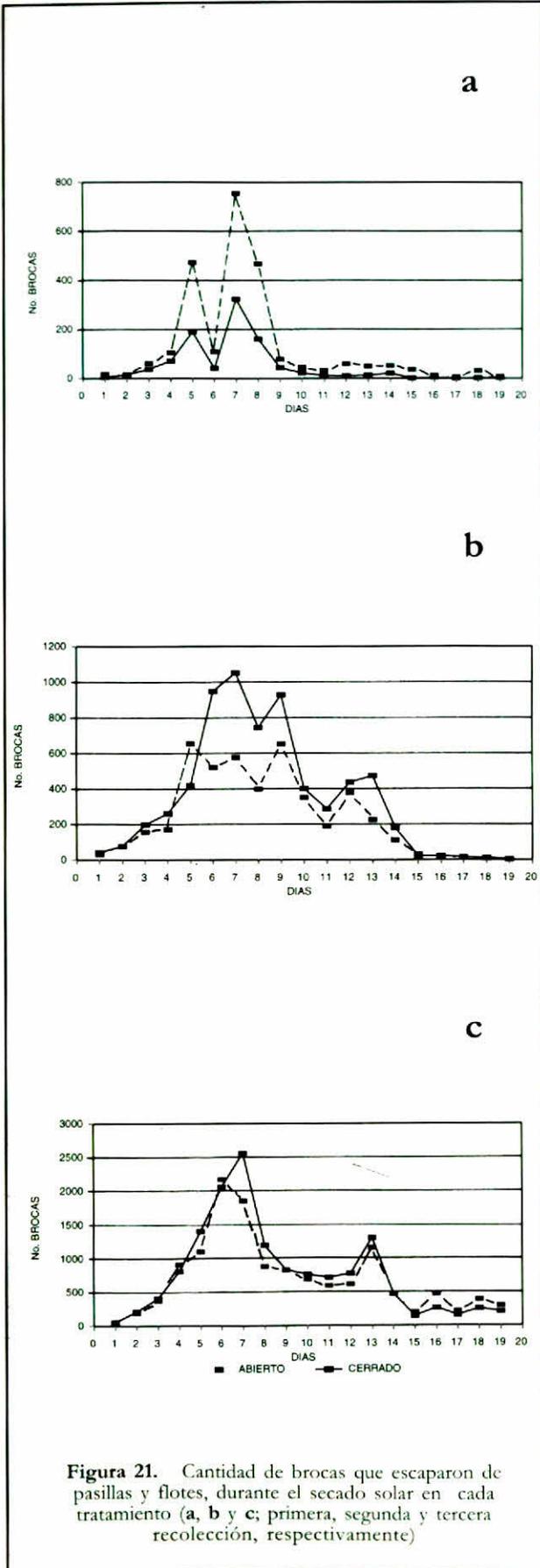
El café resultante en cada tratamiento se secó en elbas cubiertas con dispositivos similares a los utilizados para los costales recolectores, acondicionados a las dimensiones de la elba y con una altura de 0,35m, para capturar las brocas que escaparan. Las pasillas y flotes se secaron en cajas de 1,0 x 1,0 x 0,1m cubiertas con estructuras similares a las de las elbas. El conteo de adultos capturados

se realizó durante 19 días, a las 8 am en cada recolección.

Resultados y discusión. El mayor número de adultos escapó de las pasillas y los flotes en ambos tratamientos, durante las tres recolecciones evaluadas, mientras que a partir del café pergamino el escape fue mínimo. (Figura 20). Se observó que la cantidad de brocas capturadas aumentó en cada recolección resultando significativamente mayor en la última. No se presentó diferencia significativa entre tratamientos pero sí entre recolecciones; es probable que este comportamiento se deba al incremento en el porcentaje de infestación y al volumen de pasillas a medida que transcurrieron las recolecciones; además, al desarrollo de los estados inmaduros de broca encontrados en la primera recolección.

Si se considera que el principal medio de dispersión de la broca es el aire y que los adultos pueden volar libremente por más de 90 minutos, (Baker 1990), alcanzando hasta 345 m, (Sánchez 1985); las brocas que escaparon de las pasillas y flotes pueden ser causa de nuevas infestaciones, no sólo alrededor de beneficiaderos y secaderos sino tam-





bién en cafetales alejados.

Para los dos tratamientos en las tres recolecciones, el mayor escape de brocas de las pasillas y flotes ocurrió entre los días 6-8 de secado (Figura 21). La mínima emergencia de broca que se observó a partir del café pergamino puede atribuirse a la buena clasificación del café durante el beneficio, que permite separar la mayor cantidad de granos y almendras con alto número de adultos; además, como muestra la Tabla II, no se encontraron adultos vivos al final del secado solar en las recolecciones evaluadas, lo que hace pensar que éste tuvo un efecto positivo sobre la mortalidad de las brocas.

1.7.5. Evaluación de mortalidad de estados biológicos de broca durante la fermentación y el secado al sol

Para evaluar el efecto de la fermentación y secado solar sobre la mortalidad de los diferentes estados de broca, se tomó una muestra de 100 almendras perforadas al inicio de fermentación (IF), final de fermentación (FF), inicio de secado (IS), seis días después (SDDS) y final de éste (FS), al café de cada recolección.

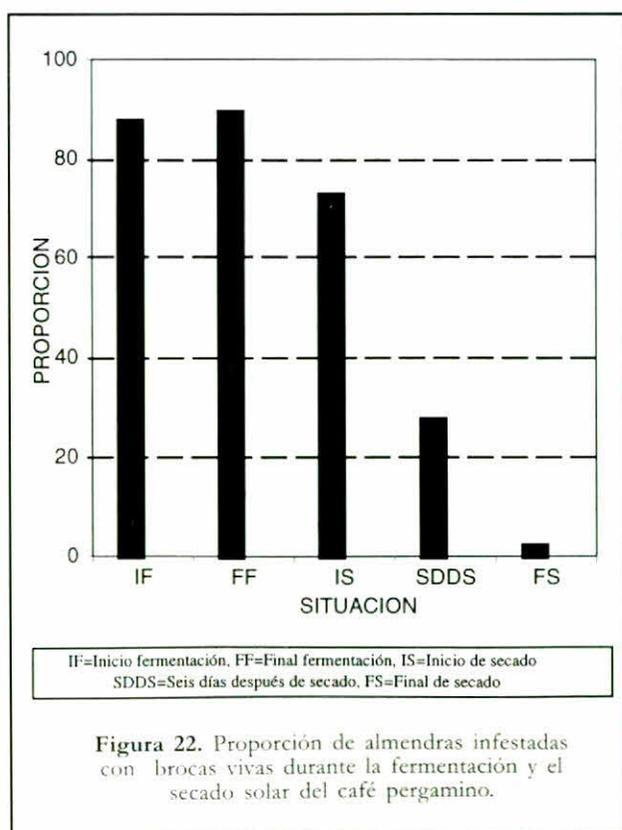
Resultados y discusión. La proporción de almendras con brocas vivas (H+LV+PV+AV) fué igual estadísticamente al inicio y final de fermentación (IF, FF) e inicio de secado (IS). Al cabo de seis días después de secado (SDDS) y al final de éste (FS), disminuyó la proporción presentándose diferencias significativas, pero fue estadísticamente igual a cero al final del secado (Figura 22., Tabla 11). Es decir que la fermentación, al contrario del secado, no tuvo efecto sobre la mortalidad de los diferentes estados de broca.

Estos resultados difieren de los encontrados por De Souza (1986) quien menciona que las temperaturas en el café pergamino secado al sol no son suficientes para matar los estados de la broca del café presentes en el interior de las almendras.

Tabla 11. Número de estados de la broca del café vivos en 100 almendras infestadas, encontrados en las diferentes etapas del beneficio.

Situación	H	CV	LV	CV	PV	CV	AV	CV
Inicio de Fermentación	147	36,4	343	7,5	144	52,3	151	28,8
Final de Fermentación	147	39,2	326	20,1	155	30,4	149	20,8
Inicio del Secado	65	49,3	115	48,8	104	15,8	39	42,7
Seis dds	33	80,7	18	53	16	51,2	7	79,5
Final del Secado	8	173,2	0	0	0	0	0	0

H : Huevos
 LV : Larvas vivas
 PV : Pupas vivas
 AV : Adultos vivos
 CV : Coeficiente de variación (%)
 dds : Días después del secado



1.7.6. Seguimiento de los adultos de broca que escaparon y murieron durante el beneficio del café

La Tabla 12. muestra el potencial de adultos vivos (AV) presentes en los 300 Kg de café cereza (c.c.) recolectado durante cada recolección para los dos tratamientos; además, se presenta el número de adultos vivos y muertos capturados en cada una de las etapas del beneficio del café, expresado en porcentaje.

Al realizar el seguimiento del potencial AV presentes antes del proceso de beneficio se encontró que durante cada etapa de éste se capturaron adultos, en mayor número en el secado de pasillas y flotes y de los costales en el campo, como se explicó anteriormente. El porcentaje de AV capturados en el beneficio varió entre el 2,65% y el 22,01% del potencial calculado al inicio de las recolecciones; entre tanto el de AM fue mayor con valores entre el 10,28% y el 39,24%, siendo más alto durante el secado de café pergamino y en la pulpa.

Tabla 12. Seguimiento de los adultos vivos (AV) de broca capturados y los adultos muertos (AM), en cada etapa del proceso de beneficio.

AV capturados	RECOLECCIONES											
	1				2				3			
	Abierto		Cerrado		Abierto		Cerrado		Abierto		Cerrado	
No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
Potencial de AV en 300Kg c. c.	29923	100	49005	100	46653	100	56576	100	71516	100	94628	100
Costales en el campo	624	2,09	120	0,245	956	2,05	272	0,48	1729	2,42	457	0,48
Tolva de recibo	97	0,32	59	0,12	42	0,09	12	0,021	38	0,053	43	0,045
Tanque de fermentación	1	0,003	8	0,016	1	0,002	0	0	3	0,004	0	0
Desagües del beneficiadero	51	0,17	41	0,084	34	0,073	51	0,09	266	0,372	159	0,168
Pulpa	42	0,14	42	0,086	42	0,086	167	0,295	167	0,234	208	0,22
Secado de café pergamino	7	0,023	46	0,094	16	0,034	15	0,027	30	0,042	15	0,016
Secado de pasillas y flotes	2417	8,08	987	2,01	4563	9,78	6527	11,54	13501	18,88	14592	15,42
SUBTOTAL	3239	10,83	1303	2,65	5654	12,12	7044	12,45	15734	22,01	15474	16,35
AM												
Desagües del beneficiadero	159	0,53	88	0,18	68	0,146	82	0,145	41	0,057	22	0,023
Pulpa	1744	5,83	1163	2,37	996	2,13	996	1,76	1370	1,92	2823	2,98
Secado de café pergamino	9839	32,88	10998	22,44	4449	9,54	4734	8,37	16322	22,82	16985	17,95
SUBTOTAL	11742	39,24	12249	24,99	5513	11,82	5812	10,28	17733	24,8	19830	20,95
TOTAL	14981	50,07	13552	27,64	11167	23,94	12856	22,73	33467	46,81	35304	37,3

El número de brocas capturadas emergidas de costales en el campo siempre fue mayor para el tratamiento abierto que para el cerrado, como se explicó anteriormente, mientras que las capturas en el tanque de fermentación y durante el secado del café pergamino fueron mínimas.

Al totalizar los valores, se observó que el máximo porcentaje de adultos vivos y muertos se capturó en la primera recolección para el tratamiento abierto con el 50,07% y el mínimo en el tratamiento cerrado con el 22,72%, correspondiente a la segunda recolección del tratamiento cerrado.

Es difícil atribuir el bajo porcentaje de capturas a un factor específico, sin embargo, puede ser posible que en el beneficio, durante las etapas diferentes a la fermentación y secado al sol del café pergamino haya una considerable mortalidad de brocas, o aún en el secado de pasillas y flotes, lo cual no se evaluó en este estudio; pero debe incluirse dentro de un experimento futuro de estas características. El potencial de adultos vivos (AV), se calculó como se muestra en el Tabla 13.

Los resultados obtenidos en este ensayo, permiten realizar las siguientes consideraciones:

Tabla 13. Estimación del potencial de adultos de broca vivos (AV) presentes al inicio de cada etapa de evaluación.

Parámetros	RECOLECCION					
	1		2		3	
	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado
1.Porcentaje de infestación café cereza (c.c.)	14,13	16,71	18,14	18,24	26,47	28,93
2.Número de frutos por Kg de c.c.	849,20	816,66	797,33	812,00	826,53	836,53
3.Total frutos en 300Kg de c.c.	254700	245000	239200	236000	247960	250960
4.Frutos brocados en 300Kg (3*1)	36005	40947	43391	44433	65635	72603
5.Porcentaje de frutos brocados con adultos vivos	48,88	60,44	56,88	66,66	67,67	75,77
6.Frutos brocados con AV (4*5)	17602	24750	24684	29621	44420	55016
7.Promedio de AV por fruto brocado	1,7	1,98	1,89	1,91	1,61	1,72
8.Potencial de AV en los 300Kg (6*7)	29923	49005	46653	56576	71516	94628

Durante las tres recolecciones evaluadas se observó un aumento del porcentaje de infestación en los frutos cosechados y en el número de brocas que escaparon, principalmente de los costales que permanecieron en el campo y de las pasillas y flotes en el secado; ésta puede ser una explicación de porque los porcentajes de infestación se incrementan a medida que transcurre la cosecha y al final de la misma.

Analizando todas las etapas del proceso de beneficio hubo escape de adultos de broca, pero el mayor número de brocas escaparon a partir del secado de pasillas y flotes y de los costales que permanecieron en el cafetal durante la recolección; son precisamente éstas etapas, en donde la broca tiene mayores posibilidades de regresar libremente hacia el cafetal. Por otro lado, si se tienen en cuenta las observaciones hechas por Leefman citado por Sánchez (1985) y Baker (1994), al referirse a la capacidad de vuelo del insecto por sí mismo y ayudado por el viento, se podría pensar que el escape de broca en el beneficio del café es un factor de relevancia para la dispersión de la misma durante las cosechas.

Considerando que las mayores capturas se observaron en el secado de pasillas y flotes, se podría decir que la separación realizada al café durante el beneficio por vía húmeda, es efectiva para separar la mayor población de broca.

1.7.7. CONCLUSIONES

- Durante todas la etapas del proceso de beneficio tradicional del café hubo escape de adultos de broca.
- El mayor escape ocurrió a partir de las pasillas y flotes durante el secado y de los costales en el campo.
- En la fermentación y el secado de café pergamiño la emergencia o salida de las brocas fue mínima.
- En el proceso de beneficio húmedo se separa una proporción grande de granos brocados que tenían una alta población de broca.
- La fermentación, contrario al secado, no tuvo efecto sobre la mortalidad de los diferentes estados biológicos; queda pendiente por evaluar, la mortalidad durante el tiempo que permanece el café en los costales y la tolva de recibo; también, durante el secado al sol de pasillas y flotes.
- La presencia de adultos de broca vivos en la pulpa fue mínima, pero debido a los altos volúmenes de pulpa que se manejan en las fincas cafeteras adquiere mucha importancia.

2. CONTROL BIOLÓGICO DE LA BROCA DEL CAFÉ

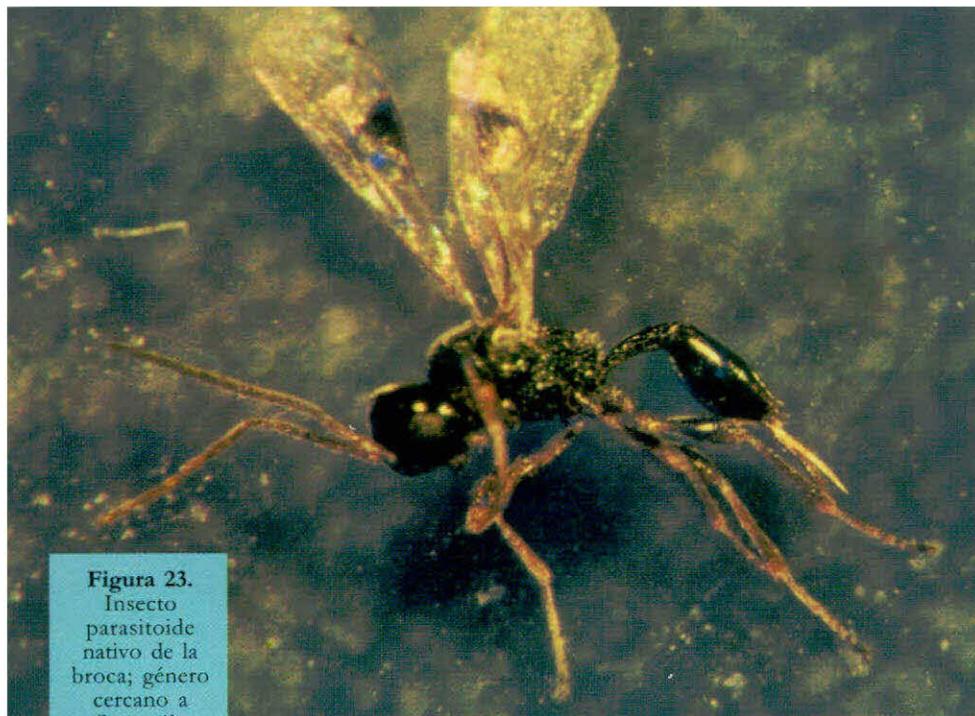


Figura 23.
Insecto
parasitoide
nativo de la
broca; género
cercano a
Cryptaxilos.

2.1. ENEMIGOS NATIVOS DE LA BROCA EN COLOMBIA

La broca del café, *Hypothenemus hampei*, es un insecto originario de África que fue introducido al continente americano a principios del siglo sin los enemigos que tiene en su lugar de origen (Cenicafé 1990); es por esto que cuando llega a un sitio por primera vez, como Colombia, desarrolla todo su potencial biótico para alcanzar altas poblaciones en los cafetales que invade. Se ha observado que si se omite todo control, puede llegar a infestar todos los frutos de un cafetal (100% de infestación), o sea que su crecimiento sólo está limitado por la disponibilidad de frutos que se encuentren en el cafetal al cual llegó. La anterior situación está cambiando ya que se ha observado en diferentes zonas cafeteras del país, la presencia de varios enemigos

nativos de la broca, especialmente en sitios en los cuales la plaga lleva más de dos años y no se han utilizado insecticidas para su control.

Milne (1957), adelantó teorías sobre el incremento poblacional de las especies de insectos y clasificó los factores que causan cambios en las poblaciones de insectos en tres grupos: **Factores independientes de la densidad**, que destruyen una proporción constante sin importar la densidad de la plaga y la acción puede o no ser intencional (p.e., pájaros), o puede ser causada por factores físicos (p.e., clima); **factores imperfectamente dependientes de la densidad**, que están constituidos por las acciones de otros enemigos como parasitoides, predadores y entomopatógenos en general y otras especies que compiten por los mismos recursos (competencia interespecífica); y por último, **Factores perfectamente dependientes de la densidad**, que corresponden a elementos que compiten entre la población misma por espacio y alimento, entre otros. (*competencia intraespecífica*). En las dos últimas categorías la mortalidad de la plaga se incrementa a medida que aumenta su densidad.

Basado en las anteriores consideraciones Milne expone su teoría sobre el control natural de las poblaciones de insectos indicando que «... el control en el incremento de una población de una especie se debe a la acción combinada de factores independientes e imperfectamente dependientes de la densidad. En casos muy raros donde ésta acción combinada falla, el incremento hasta el punto de suicidio colectivo de la población de la especie se previene por la competencia intraespecífica, que es el único factor perfectamente dependiente de la densidad. Por otra