

CARACTERIZACIÓN DE LA INFESTACIÓN DEL CAFÉ POR LA BROCA Y EFECTO DEL DAÑO EN LA CALIDAD DE LA BEBIDA

Esther Cecilia Montoya-Restrepo*

RESUMEN

MONTOYA R., E.C. Caracterización de la infestación del café por la broca y efecto del daño en la calidad de la bebida. Cenicafé 50(4): 245-258. 1999.

Para conocer la relación entre la infestación en campo y en café almendra, la relación de ésta con la frecuencia de los grados de daño y definir que proporción permite mantener la calidad en taza, se seleccionaron aleatoriamente, 198 árboles en los cuales se registró mensualmente el número de frutos totales y el de frutos perforados en el campo y la proporción de pergamino y de almendras perforadas, en la semana pico de cosecha. Se seleccionaron 300 árboles para medir la relación entre la infestación en cereza, pergamino y almendra. La calidad en taza se evaluó utilizando muestras con diferentes proporciones de almendras perforadas y cuatro grados de daño, en cada una. Se encontró que a mayor infestación en el campo, ocurrieron mayores infestaciones en el café recolectado, en el café pergamino seco y reducciones hasta del 55,1% en el peso de la almendra infestada. La impresión global en la taza fue aceptable para todos los niveles de infestación evaluados con el menor grado de daño y fue rechazada en los máximos grados de daño, en todos los niveles de infestación. Los resultados respaldaron la hipótesis de que a mayor daño en la almendra, mayor es el deterioro de la calidad de la bebida.

Palabras Claves: Café, *Coffea arabica*, bebida, calidad, calidad en taza, daño de insectos, *Hypothenemus hampei*.

ABSTRACT

In order to study the relation between field and grain infestation and the relation of this with frequency of damage levels, and to define the proportion that allows preservation of cup quality, 198 trees were selected at random to monthly evaluate the total number of berries and those bored by the insect. During the harvest peak week, infestation of coffee berries, parchment coffee, and green coffee in 300 trees was registered. Cup quality was evaluated using samples with different proportions of bored grains and four damage grades. The higher field infestation, the higher infestation in the coffee picked and in dry parchment coffee, with reductions in weight up to 55,1%. Cup global impression was acceptable for all infestation levels evaluated with the lowest damage grade, and was rejected for all infestation levels in the highest damage grades. Results confirmed the work hypothesis that the higher the damage grade of parchment coffee, the higher deterioration of beverage quality.

Keywords: Coffee, *Coffea arabica*, beverage, quality, cup quality, damage, insects, *Hypothenemus hampei*.

* Investigador Científico I. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

La broca del café (*Hypothenemus hampei*) es la plaga más agresiva en la caficultura mundial. En algunas de las áreas de producción más importantes ha causado grandes pérdidas, tanto en los países Centro Africanos donde es endémica, como en aquellos en los que ha sido introducida, principalmente en Indonesia y Malasia.

El estudio del daño que ocasiona la broca en café robusta, *Coffea canephora*, realizado por Hernández (3), en la República Popular de Angola, mostró que un 24% de infestación produjo una disminución de la cosecha del 16,3 % y el peso de los granos disminuyó en 21,2 gramos por cada 100 granos.

Monterroso (6) en su trabajo muestra que a mayor porcentaje de infestación menor peso de café pergamino y de hecho, mayor porcentaje de pérdida, de tal manera que para valores de 5, 20, 40 y 100% de infestación, hay una pérdida en la producción del 2,2; 8,1; 15,3 y 57,2%, respectivamente.

Los resultados obtenidos en el Brasil por Toledo (11), mostraron una relación estadística entre la infestación del café cereza seco, llamado "coco", el porcentaje de café beneficiado y el porcentaje de café totalmente destruido por la broca.

En la literatura no se encuentran registros acerca del comportamiento de la infestación en campo asociada con los grados de daño en la almendra, ni el porcentaje mínimo de almendras infestadas que alteran la calidad en taza.

Considerando la importancia económica de la caficultura en Colombia y la seria amenaza que representa la broca del café, Cenicafé ha venido realizando investigaciones sobre su dispersión, fluctuación de las poblaciones, evaluación de insecticidas y control biológico e integrado del insecto (1). Por tanto, este estudio

tuvo como propósito definir qué porcentajes de infestación y cuáles niveles de daño causado por la broca en el grano permiten obtener una bebida de café de calidad aceptable. El estudio tuvo en cuenta la relación entre la infestación en campo y la infestación en café pergamino y almendra, y los diferentes grados de daño y su relación con la calidad de la bebida.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un lote de café de la especie *Coffea arabica* var. Colombia, de 4.180 plantas de primera zoca en segunda cosecha, localizado en la subestación de experimentación de Cenicafé, la Catalina, con una altitud de 1350m, latitud norte: 04° 45' y longitud oeste: 75° 45', se seleccionaron aleatoriamente 198 árboles, en los cuales se registró, cada mes (tres meses después de la floración hasta la cosecha), el número de frutos totales y el número de frutos perforados por broca en veinte ramas tomadas al azar. En 94 de ellos, marcados previamente, desde julio hasta la cosecha, se realizó el seguimiento de la infestación por árbol en todas las ramas con frutos y en la semana pico de cosecha el café cereza recolectado, por árbol, se benefició y se llevó a café almendra, para cuantificar la proporción de aquellas perforadas por la broca y relacionarla con la infestación en campo.

En la semana de cosecha máxima se seleccionaron 300 árboles del mismo lote para relacionar el porcentaje de infestación en café cereza recolectado, con el porcentaje de infestación en café pergamino y café almendra. Además, se clasificó el café almendra perforado por broca, de acuerdo con el grado de daño descrito en la Figura 1, con el propósito de evaluar la relación de la infestación en café almendra y la proporción de almendras en cada grado de daño. Como práctica de control sólo se realizó la recolección oportuna de frutos maduros.

La infestación en campo, por árbol, se determinó como la relación entre el número total de frutos perforados por la broca y el total de frutos de las ramas muestreadas del árbol. Para medir la infestación por árbol en café en cereza recolectado, pergamino y almendra, se tomó la relación entre el número de todos los frutos perforados por la broca y el total de frutos del árbol seleccionado.

Con el fin de determinar el efecto de daño de la broca en la calidad en taza, se enviaron al panel de catación de Cenicafé muestras de 500g de café en almendra (unidad experimental), con porcentajes de almendras perforadas del 5, 10, 15, 20, 50, 75 y 100% y cada porcentaje con cuatro grados de daño en la almendra (Figura 1), más el testigo, es decir sin broca (T de la Figura 1.). Para cada porcentaje de almendras perforadas y cada grado de daño se utilizaron, como mínimo, cuatro unidades experimentales, para un total de 137 unidades experimentales. Las muestras se evaluaron inmediatamente después de conformadas (sin almacenar). Igualmente, se evaluaron muestras de los niveles de infestación 5, 10, 15 y 20%, en los grados de daño uno y dos, almacenados durante dos meses, con cuatro repeticiones por nivel y grado.

Para calificar la calidad en taza se tomaron las muestras de almendras del café seleccionado con más del 80% de granos maduros, procesadas por beneficio húmedo tradicional, con fermentación natural y secado al sol.

Para la evaluación de la bebida se utilizó el método descriptivo cuantitativo y se calificaron sus atributos: aroma de café tostado y molido, aroma de la bebida, acidez, amargo, cuerpo e impresión global. Los análisis de las muestras para la evaluación en taza se hicieron de acuerdo con la metodología descrita en las normas ISO/DIS 6668 (5) e ISO 4149 (2, 4) y normas de análisis de calidad de café estandarizadas en Cenicafé (10).

Se utilizó una escala de nueve puntos: en la cual de 7 a 9, califica cualidades deseables; de 6 a 4, cualidades tolerables (4 apenas tolerable) y 3, 2 y 1 son tazas de rechazo (9).

Con la información obtenida, se realizaron los siguientes análisis:

1. Caracterización estadística de la infestación en campo.
2. Caracterización estadística de la infestación en el café recolectado.
3. Relación entre infestación en campo y la infestación del café recolectado.
4. Caracterización estadística del grado de daño en café almendra.
5. Efecto del nivel de infestación y el grado de daño en la calidad en taza del café.



Figura 1. Escala visual de grados de daño para calificar grano almendra y asociarlo a la calidad en taza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización estadística de la infestación en campo y del café recolectado. En todas las evaluaciones en campo, no se encontraron árboles sin frutos perforados por broca (Tabla 1, $p(I=0) = 0$). La proporción de árboles con infestación menor o igual al 5% varió desde 0,5 a 10,6%, a través de los meses evaluados y la proporción de árboles con infestación menor o igual al 30% osciló entre 58,6% y 86,4%, de tal manera que hasta la evaluación de septiembre el 70,2 % de los árboles tenían entre 5,1 y el 30% de frutos perforados por la broca.

La máxima proporción de frutos perforados por la broca en el árbol se presentó en el mes de octubre, con un nivel del 28,77% en promedio, con un mínimo y máximo observado de 4,48 y 86,3%, respectivamente. La mayoría de los árboles tenían una proporción de frutos perforados por encima del 20% (Tabla 1).

En el período julio-agosto (Tabla 2), en el 63,1% de los árboles no hubo incremento de la

infestación ($P(T=0) = 0$) y sólo en el 1% de los árboles evaluados el incremento de la infestación estuvo entre el 15,1 y 20% ($P(T <= 20)$ menos $P(T <= 5)$). En el período evaluado (julio-octubre), en el 18,7% de los árboles la tasa bruta de infestación estuvo entre el entre el 5,1 y 10% y en el 39,40 % de los árboles el incremento bruto de la infestación estuvo entre el 10,1 y 70% ($P(T <= 70)$ menos $P(T <= 10)$).

En el lote experimental y durante el período evaluado se observó que todos los árboles tenían frutos perforados por la broca, variando la proporción de ellos entre 0,01% y 90% y con incrementos de dicho porcentaje en algunos árboles, hasta del 70% (Tablas 1 y 2).

En el café cereza recolectado en la semana pico, todos los árboles tenían cerezas perforadas por la broca, con un mínimo observado de infestación del 11,5%, un máximo del 100% y un promedio por árbol del 65,35% (Tabla 3).

Por efecto de la infestación, la disminución relativa media del peso por cereza, fue del

TABLA 1. Análisis descriptivo de la proporción de frutos de café perforados por la broca, por árbol (infestación) en el campo.

MES/TEMA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
N	198,0	198,0	198,0	198,0
Promedio	19,75	17,36	19,17	28,77
CV(%)	56,84	59,89	76,49	56,99
Mínimo	0,980	2,290	1,690	4,480
Máximo	67,44	49,79	75,30	86,30
$P(I = 0)$	0,000	0,000	0,000	0,000
$P(I <=2)$	0,500	0,000	0,500	0,000
$P(I <=3)$	1,000	1,000	3,500	0,000
$p(I <=5)$	3,500	4,500	10,60	0,500
$p(I <=10)$	16,20	31,30	35,40	8,600
$p(I <= 20)$	60,10	67,70	62,10	36,90
$p(I <= 30)$	86,40	85,40	80,80	58,60
$p(I <= 50)$	98,00	100,0	95,50	87,40
$p(I <= 70)$	100,0		99,50	99,00
$p(I <= 90)$			100,0	100,0

$P(I <= 30) = 86,40$: El 86, 40% de los árboles tienen una infestación menor o igual al 30%.

TABLA 2. Análisis descriptivo del incremento de la proporción de frutos de café perforados por la broca en el campo (%) – Tasa Bruta.

PERIODO/TEMA	JULIO-AGOSTO	JULIO – SEPBRE	JULIO-OCTUB.
N	198,0	198,0	198,0
Promedio	2,140	3,780	10,65
PromedioI*	5,790	8,900	14,25
CV (%)	175,3	181,9	113,7
CV1 (%)*	70,90	91,20	84,50
Mínimo	0,000	0,000	0,000
Máximo	16,57	36,13	60,37
P(T = 0)	63,10	57,60	25,30
P(T <= 1,0)	66,70	61,10	28,30
P(T <= 3,0)	74,70	68,20	34,30
P(T <= 5,0)	81,30	73,20	41,90
P(T <= 10,0)	95,50	87,40	60,60
P(T <= 15,0)**	99,00	92,90	74,20
P(T <= 20,0)	100,0	95,50	80,80
P(T <= 30,0)		98,50	91,90
P(T <= 50,0)		100,0	98,50
P(T <= 70,0)			100,0

* PromedioI y CV1: Son los promedios y variación de la tasa bruta, excluyendo los árboles en los cuales no hubo incremento de la Infestación.

** P(T <=15) = 99: En el 99 % de los árboles ocurrió un incremento del 15% o menos de frutos perforados por la broca.

TABLA 3. Análisis descriptivo de la infestación en café cereza recolectado por árbol

VARIABLE	\bar{X}	CV (%)	Mínimo	Máximo
% Infestación	65,35	29,60	11,50	100,00
% Peso Infestación	64,50	30,13	11,91	100,00
Peso cereza*	1,548	12,49	0,868	2,3200
Peso cereza**	1,526	11,68	1,030	2,1790
Peso cereza***	1,698	15,43	1,090	2,5000
Dism.Rel.P(%)	10,82	93,45	0,160	45,120
N.frutos/árbol	377,0	74,65	66,00	1781,0
N.frutos perf/a.	221,0	63,23	23,00	791,00
Peso total	574,6	75,41	92,00	2791,9
Peso total	333,6	63,35	33,40	1172,5

% Peso Infesta: Proporción del peso de los frutos perforados.

*Peso cereza: Peso de una cereza incluyendo granos perforados.

**Peso cereza: Peso de una cereza perforada.

***Peso cereza: Peso de una cereza sana

Dism.Rel.P(%) Disminución relativa del peso en %.

N.frutos/árbol: Número total de cerezas por árbol.

N.frutos perf/a: Número total de cerezas perforadas por árbol.

Peso total: Peso del total de los frutos en cereza por árbol.

Peso total: Peso del total de los frutos en cereza perforadas por árbol.

10,82% (CV=93,5), con un mínimo observado del 0,16% y un máximo del 45,12% (Tabla 3).

De acuerdo con los coeficientes de variación presentados, el comportamiento de la proporción de café cereza con broca recolectado, es menos variable que el comportamiento de la infestación en campo (Tablas 1 y 3), dado que el total de frutos utilizados para obtener el índice de infestación, es más homogéneo entre árboles para el café cereza recolectado (más del 80% de madurez) que para el número de frutos en la planta, ya que se mide en frutos verdes y maduros.

En el café pergamino seco obtenido el análisis descriptivo mostró una infestación media por árbol del 43,38% (CV=32,8%), con un mínimo y máximo observado del 10,8% y 90,53%, respectivamente.

La proporción del peso de café pergamino perforado con respecto al peso total, mínima y máxima observada, fue del 9,58% y 88,36%, respectivamente. Además, la disminución relativa del peso de un grano pergamino por efecto de la infestación por broca, fue del 11,41% en promedio (Tabla 4).

El porcentaje medio de infestación en café almendra por árbol fue del 40,52% (CV=32,6%), con un mínimo observado del 11,41% y un máximo observado del 76,12%; la proporción media del peso de las almendras perforadas por la broca fue del 37,61%, con un mínimo observado del 3,9% y un máximo del 77,91% (Tabla 5).

En cuanto a la caracterización del peso de la almendra según el grado de daño, el análisis descriptivo de la información mostró que el

TABLA 4. Análisis descriptivo de la infestación encontrada en el café pergamino seco recolectado por árbol.

VARIABLE	\bar{X}	CV (%)	Mínimo	Máximo
% Infestación	43,38	32,78	10,84	90,530
% Peso Infesta	40,77	33,82	9,580	88,360
Peso pergam*	0,195	9,370	0,127	0,2550
Peso pergam**	0,180	11,57	0,119	0,3700
Peso perga***	0,206	10,17	0,142	0,3190
Dism.Rel.P(%)	11,41	56,03	0,330	62,640
N.frutos/árbol	637,0	78,18	99,00	3370,0
N.frutos perf/a.	245,0	63,64	27,00	1067,0
Peso total	121,9	74,70	17,30	579,40
Peso total	44,19	61,25	5,300	186,00

- % Peso Infesta: Proporción del peso de los frutos perforados.
- Peso pergam*: Peso de un pergamino incluyendo grano perforado.
- Peso pergam**: Peso de un pergamino perforado.
- Peso perga***: Peso de un pergamino sano
- Dism.Rel.P(%) Disminución relativa del peso en %.
- N.frutos/árbol: Número total de frutos en pergamino por árbol.
- N.frutos perf/a: Número total de frutos en pergamino perforadas
- Peso total: Peso del total de los frutos en pergamino por árbol.
- Peso total: Peso del total de los frutos en pergamino perforadas por árbol.

TABLA 5. Análisis descriptivo de la producción de café almendra por árbol

VARIABLE	MEDIA	CV(%)	Mínimo	Máximo
No. Almendras con otros daños	28,430	97,160	0,000	182,00
No. Pasillas	18,610	110,21	0,000	123,00
Peso de las pasillas (g)	4,3900	134,55	0,000	53,000
Total almendras	593,40	81,170	72,00	3192,0
No. almendras con broca	212,99	67,440	25,00	922,00
Peso del total almendras	96,760	81,050	9,500	512,00
Peso almendras perforadas	31,690	70,940	3,600	207,00
Peso estimado almendras perforadas	30,830	69,200	3,600	140,20
Porcentaje de infestación	40,520	32,560	11,41	76,120
% Peso almendras perforadas	37,610	35,610	3,900	77,910
Peso de una almendra sana	0,1940	12,950	0,130	0,2700
Peso de una almendra grado 1	0,1690	20,370	0,100	0,2700
Peso de una almendra grado 2	0,1540	17,260	0,100	0,2300
Peso de una almendra grado 3	0,1250	21,670	0,070	0,1900
Peso de una almendra grado 4	0,0870	32,380	0,030	0,1500

peso medio de una almendra sana fue de 0,194 gramos y los pesos promedio por almendra, en grados de daño 1, 2, 3 y 4 fueron del 0,169; 0,154; 0,125 y 0,087 gramos, respectivamente, de tal manera que el peso de una almendra sana difiere del peso de las almendras en los grados de daño definidos, y éstos a su vez, difieren estadísticamente entre ellos según prueba t, al 5% (Tablas 6). Este resultado se traduce en una reducción del peso de la almendra con grados de daño 1, 2, 3, y 4 del 12,9%, 20,6%, 35,6% y 55,1%, respectivamente, lo cual ratifica y amplía lo encontrado por Hernández (3).

Con estas características de infestación en el árbol, en el lote (bajo las condiciones ambientales y de manejo del cultivo) y en el café recolectado, bajo las cuales se tomó la información, se establecieron las relaciones de la infestación en campo con: infestación en café cereza recolectado, infestación en pergamino e infestación en cereza recolectado. También se evaluó la relación de infestación en almendra y la proporción

de almendras en cada grado de daño, como se describe a continuación:

Relación entre la infestación en el campo y la infestación del café recolectado. Durante el proceso de beneficio (tradicional), no se utilizó ningún tipo de clasificación del café, es decir, se observó todo el material recolectado, con lo cual se cuantificó verdaderamente la proporción de almendras perforadas como consecuencia de la infestación en campo y posiblemente, gracias a ello, se pudieron establecer las siguientes relaciones:

La proporción de frutos perforados por broca en el árbol (INFES) y la proporción de frutos perforados en el café recolectado en cereza (ICEREZA), pergamino (IPERGAM) y almendra, (IALMEN), mostró una relación lineal positiva, con una variación explicada >68%, en cada uno de los meses en los cuales se evaluó la infestación en el campo (julio, agosto, septiembre y octubre) (Tabla 7).

TABLA 6.1. Intervalo de confianza para el peso promedio de un grano de café almendra según el grado de daño.

Estado de la almendra	PESO DE UNA ALMENDRA (g)		
	\bar{X}	Intervalo de confianza (5%)	
		Límite inferior	Límite superior
En grado de daño 1	0,169	0,161	0,177
En grado de daño 2	0,154	0,147	0,159
En grado de daño 3	0,125	0,118	0,131
En grado de daño 4	0,087	0,079	0,093
Sana	0,194	0,188	0,200

TABLA 6.2. Reducción del peso del café en almendra (%) según el grado de daño causado por la broca del café (*Hypothenemus hampei*)

GRADO DE DAÑO	Mínimo observado	\bar{X}	Máximo observado
1	0,00	12,9	23,1
2	14,8	20,6	23,1
3	29,6	35,6	46,2
4	44,4	55,1	76,9

TABLA 7. Relaciones de las variables evaluadas en el estudio de infestación del café por la broca y la calidad de la bebida del grano dañado por el insecto.

Mes de evaluación de la infestación en campo	Expresión	R ²
JULIO	ICEREZA = 2,831262*INFES	0,83
	IPERGAM= 1,930630*INFES	0,84
	IALMEN = 1,853517*INFES	0,81
AGOSTO	ICEREZA = 3,312788*INFES	0,81
	IPERGAM=2,165027*INFES	0,76
	IALMEN = 2,078381*INFES	0,73
SEPTIEMBRE	ICEREZA = 2,605688*INFES	0,71
	IPERGAM= 1,774454*INFES	0,72
	IALMEN = 1,688934*INFES	0,68
OCTUBRE	ICEREZA = 2,015809*INFES	0,85
	IPERGAM= 1,352411*INFES	0,83
	IALMEN = 1,289967*INFES	0,79

Los coeficientes de regresión positivos (Tabla 7), indican que a mayor infestación por árbol en campo, mayor infestación en café cereza, pergamino seco y en almendra.

Para cuantificar el daño en café almendra recolectado en los tres últimos meses de formación de cosecha, a partir de la evaluación de la infestación en campo, se obtuvo la siguiente expresión, con una variación explicada del 75%:

$$\begin{aligned} \text{IALMEN} &= 1,730000 * \text{INFES} \\ \text{MINIMO} &= 1,000000 * \text{INFES} \\ \text{MAXIMO} &= 2,340000 * \text{INFES} \end{aligned}$$

Lo que implica que si la proporción media de frutos perforados por broca en el lote es del 20%, la proporción de almendras perforadas, en promedio, puede fluctuar entre 20 y 46,8%, con una probabilidad del 95%.

Durante el proceso del beneficio, las relaciones entre el porcentaje de infestación por árbol en café cereza recolectado, pergamino y almendra se describen con las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \% \text{Infestación en café pergamino} &= \\ 0,662418 * \% \text{Infestación en café cereza} &= \\ \mathbf{R^2 = 0,96} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Infestación en café almendra} &= \\ 0,642818 * \% \text{Infestación en café cereza} &= \\ \mathbf{R^2 = 0,94} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Infestación en café almendra} &= 0,96635 \\ * \% \text{Infestación en café pergamino} &= \\ \mathbf{R^2 = 0,97} & \end{aligned}$$

Se observa en ellas que los porcentajes de infestación en café pergamino y almendra fueron del 66% y el 64% del porcentaje de infestación en café cereza, respectivamente, mientras que el porcentaje de infestación en café almen-

dra fue el 96% del porcentaje de infestación en café pergamino.

Bajo las condiciones dadas durante las evaluaciones hechas en campo (Tabla 2), se tiene que a mayor porcentaje de frutos perforados por broca en el árbol, mayor es el porcentaje de frutos perforados por broca en el café cereza recolectado, lo cual incide en una mayor proporción de café pergamino y café almendra perforado por broca.

Caracterización estadística del grado de daño en café en almendra. El estudio de frecuencias para el número de almendras en cada grado de daño considerado (Figura 1), mostró que todos los árboles tenían almendras con grado de daño 2, de tal manera que el 100% de los árboles presentaron 249 ó menos almendras con este grado; el 54,7% de los árboles tenían 19 ó menos almendras con grado 3 y el 100% de los árboles tenían 130 o menos almendras con este grado y el 100% de los árboles tenían 430 ó menos almendras con grado de daño 4. El 2,7% de los árboles no tenían almendras con grado de daño 3 y el 0,3% de los árboles no tenían almendras con grado de daño 4.

Si en el proceso de beneficio se emplea el desmucilagador del módulo Belcolsub, los granos que tienen grado de daño 3 y 4, se retiran y son expulsados con las mieles, lo cual implica una clasificación del café (7, 8).

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 8, no se puede afirmar que a mayor proporción de almendras perforadas, mayor sea el grado de daño en la almendra. Por ejemplo, para porcentajes de almendra perforadas entre el 10 y el 80%, la proporción de ellas en grado de daño 1, puede variar entre 1,3 y 6,7.

En el árbol, la mayor proporción de almendras afectadas se clasificó como grado 2 (Tabla 8), lo cual se pudo cuantificar a través de la asociación lineal entre el porcentaje de infesta-

ción en café almendra y la proporción de almendras en el grado correspondiente, de tal manera que el grado de daño 2 representó, en promedio, el 58% del porcentaje de infestación en almendra y los grados de daño 4, 3 y 1 representaron el 18,3%, 12,4% y 11,1% del porcentaje de infestación, respectivamente. Por tanto, si se hubiese utilizado el proceso de beneficio ecológico, como mínimo el 30 % de las almendras perforadas hubiera podido clasificarse o resultar desechadas.

La distribución de la proporción de almendras perforadas en cada grado (Tabla 9), depende del nivel de infestación, según los coeficientes de asimetría y de variación. Por ejemplo, para niveles promedios de infestación menores del 17,7% la distribución de la proporción de almendras perforadas en grado 4, resultó asimétrica a la izquierda, mientras que para el grado 1, fue asimétrica a la derecha (Tabla 9), lo cual implicaría que para hacer inferencia estadística con la variable proporción de almen-

TABLA 8. Proporción media de almendras en cada grado de daño, según el porcentaje de infestación de broca en el café en almendra.

% Infestación en café en almendra	Grado daño 1		Grado daño 2		Grado daño 3		Grado daño 4		Infestación (%)	
	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV
10 < I <= 15	1,3	58,2	8,4	28,4	1,00	94,4	2,10	85,5	12,8	9,8
15 < I <= 20	2,4	79,1	11,1	28,8	1,60	64,6	2,60	42,8	17,8	8,4
20 < I <= 25	2,7	86,5	13,4	26,5	2,40	41,2	4,50	61,6	23,0	5,9
25 < I <= 30	4,4	80,6	16,6	28,1	2,90	61,9	4,10	56,2	28,0	4,4
30 < I <= 40	3,9	99,1	20,3	31,2	4,00	55,4	6,80	57,3	35,0	8,2
40 < I <= 50	4,9	102,	27,7	21,6	5,20	61,6	7,20	52,6	45,0	6,2
50 < I <= 60	6,7	83,7	31,6	24,6	6,80	62,9	9,90	59,5	55,0	4,9
60 < I <= 70	6,2	81,5	34,2	23,6	10,1	48,3	13,2	40,5	63,6	4,3
70 < I <= 80	4,8	93,5	39,0	13,9	11,6	36,8	17,6	32,9	73,1	2,5

\bar{X} : Proporción media (%)

CV: Coeficiente de variación en %.

I: Nivel de infestación.

TABLA 9. Distribución del grado de daño. Variable: proporción de granos de café almendra perforado.

NIVEL DE INFESTACION PROMEDIO	ASIMETRIA				C V (%)			
	Grado de Daño				Grado de Daño			
	1	2	3	4	1	2	3	4
12,8	1,21	1,42	0,89	-0,3	58,2	28,4	94,4	85,5
17,7	0,53	-0,3	0,71	-1,0	79,1	28,8	64,6	42,8
23,0	0,89	0,38	1,07	0,36	86,5	26,5	41,2	61,6
28,0	1,37	-0,2	0,54	0,17	80,6	28,0	61,9	56,2
35,0	1,26	0,14	0,19	0,17	99,1	31,2	55,4	57,3
45,0	1,12	0,28	0,43	0,45	101,0	21,6	61,6	52,6
55,0	1,12	0,22	0,63	0,65	83,7	24,6	62,9	59,5
63,6	0,83	0,73	-0,1	-0,4	81,5	23,6	48,3	40,5
73,1	1,00	0,14	0,81	0,70	93,5	13,9	36,8	32,9

dras perforadas en cada grado de daño es necesario transformar los datos.

Efecto del nivel de infestación y del grado de daño en la calidad en taza del café. Por lo descrito anteriormente, en un lote donde la infestación en los árboles oscile entre 0,1% y 70%, tres meses antes de ser cosechados los frutos, la proporción de almendras perforadas en grados 1 y 2, puede oscilar entre el 9,7% y 43,8% (1,3 para grado 1 y 8,4 para grado 2; 39 para grado 2 y 4,8 para grado1) (Tabla 8). La

pregunta por resolver es: ¿cuál es la proporción de almendras perforadas y cuál el grado de daño que no deteriora la calidad en taza?.

Para la calificación de la calidad en taza de cada unidad experimental, se utilizó el valor modal entre los catadores, para todas y cada una de las características organolépticas (Tabla 10).

Para el atributo Impresión Global, todos los niveles de infestación evaluados con grado de daño 1 mostraron una taza con características

TABLA 10. Evaluación de la calidad en taza para diferentes grados de daño causado por labrocadel café y niveles de infestación del insecto.

ATRIBUTOS							
GRADO	NIVEL (%)	IA	AB	AC	AM	CUERPO	IG
1	0	6	6	6	6	6	6
	5	6	6	6	3	6	6
	10	6	6	6	3	6	6
	15	6	6	6	3	6	6
	20	6	6	6	3	6	6
	75	6	7	6	7	7	6
2	5	6	6	6	3	6	6
	10	6	6	6	3	6	6
	15	6	6	6	6	6	6
	20	6	6	6	3	6	6
	50	6	6	6	3	6	6
	75	3	3	1	3	3	3
	100	3	3	1	3	3	3
3	5	2	1	1	1	1	1
	10	6	5	3	3	3	2
	15	6	1	2	3	1	2
	20	3	6	4	3	3	3
	75	1	1	1	1	1	1
	100	3	3	1	1	1	1
4	5	1	1	1	1	1	1
	15	1	1	1	1	2	1
	20	5	2	2	2	2	2
	50	3	1	1	2	2	1
	100	1	1	1	1	1	1

IA: Intensidad del aroma
 AB: Aroma de la bebida
 IG: Impresión global

AC: Acidez
 AM: Amargo

en el rango tolerable. En el grado de daño 2 se aceptó la taza hasta el 50% de nivel de infestación, mientras que en los grados 3 y 4, en todos los niveles de infestación la taza fue rechazada, encontrándose como características más frecuentes, en estos dos últimos, el stinker, imbebible, rancio, fenol, carbonoso y penetrante. Para aquellos en los cuales la taza tuvo cualidades aceptables, las característi-

cas más frecuentes fueron: insípida, baja y verde (Tabla 11).

En la calificación de las otras características organolépticas en las cuales los grados de daño 1 y 2 mostraron una impresión global igual al testigo (sin infestación: nivel 0), el amargo fue la característica que presentó una calificación diferente, lo cual implica que la

TABLA 11. Características más frecuentes en la bebida de café, según el grado de daño y el nivel de infestación de broca.

GRADO	NIVEL (%)	CARACTERÍSTICAS MÁS FRECUENTES	
		DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE (%)
Testigo	0	Insípida	16,7
	5	Insípida	52,0
1	10	Baja	25,0
	15	Verde	58,3
	20	Baja	25,0
	75	Extraño	8,3
2	5	Insípida	33,3
	10	Carbonoso	16,7
	15	Baja	41,7
	20	Insípida	33,0
		Baja	33,0
	50	Insípida	41,7
	75	Reposo	25,0
	100	Reposo	25,0
		Quemado	25,0
3	5	Stinker	33,0
		Imbebible	50,0
	10	Sucio	57,0
		Indefinible	40,0
	15	Fenol	22,0
		Indefinible	52,0
	20	Pronunciado	52,0
	75	Fenol	40,0
	100	Stinker	100,0
		Rancio	100,0
4	5	Stinker	25,0
		Fenol	25,0
	15	Fenol	22,0
	20	Extraño	100,0
	50	Imbebible	100,0
	100	Carbonoso	100,0
		Stinker	100,0
		Rancio	100,0
		Penetrante	100,0

bebida preparada con almendras en grado de daño 1 y 2, con impresión global aceptable, presenta un amargo pronunciado. Estos resultados corroboraron la hipótesis de trabajo, de que a mayor grado de daño en la almendra por infestación de la broca, mayor es el deterioro de la calidad de la bebida.

El análisis de la calidad en taza de las muestras con niveles de infestación de 5% y 10%, con grado de daño 1 y 2, almacenadas durante dos meses, dio una impresión global media de 6, lo cual implica que durante dicho período, el café con porcentajes de infestación menores del 10% en grados de daño 1 y 2, producen una bebida aceptable. Con los resultados de la evaluación en taza se puede concluir que, un porcentaje de infestación menor o igual al 10% con grados de daño 1 y 2, produce una bebida de café con cualidades tolerables.

Dado que los grados de daño 2, 3 y 4 (Figura 1), son lesiones físicas y fisiológicas de los tejidos de la almendra y que con un tiempo prolongado de almacenamiento puede incrementarse el daño, se recomienda descartar la posibilidad de comercializar el café colombiano con niveles de infestación en dichos grados.

AGRADECIMIENTOS

A la Tecnóloga Alba Lucía Quiceno, quien elaboró la propuesta inicial de investigación. A la Doctora Gloria Inés Puerta, por su colaboración en la interpretación de los resultados de calidad y por su revisión y aportes para la elaboración de éste artículo. A los integrantes del panel de Catación de Cenicafé, por su colaboración en las pruebas de calidad

Al Doctor Javier García, jefe de la subestación La Catalina, por su colaboración en la toma de información. A los auxiliares de la subestación La Catalina y de la disciplina de Biometría, por su colaboración en la toma de información.

A los Doctores Bernardo Cháves y Lucelly Orozco, por su apoyo en la ejecución, análisis e interpretación de resultados. Al Dr. Alex Bustillo P., por sus aportes para la elaboración de este artículo. Al Dr. Luis Fernando Gil V., por la revisión final del contenido de este artículo.

LITERATURA CITADA

1. 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. Chinchíná, Cenicafé, 1998. 134 p.
2. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. FEDERACAFE. Año de la calidad. Bogotá, FEDERACAFE, 1988. 21 p.
3. HERNANDEZ C., H. Valoración económica de los daños causados por *Hypothenemus hampei* (Broca del Fruto), en granos de *Coffea canephora* var. 'Robusta' en el municipio de Pio Vila Nova de Seles, Kuanza Sul, R. P. de Angola. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie Protección de Plantas 5(1): 51-60. 1982.
4. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. ICONTEC. Café verde. Examen olfativo, visual y determinación de la materia extraña y defectos. Santafé de Bogotá, ICONTEC, 1987. 5p. (NTC No 2324).
5. INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. Café verde-preparación de muestras para análisis sensorial. 1988. (Proyecto norma ISO/DIS 6668).
6. MONTERROSO, J. L. Evaluación del daño causado por la broca del fruto del café *Hypothenemus hampei* en función de diferentes porcentajes de infestación. Revista Cafetalera 6 (206): 21-24. 1981.
7. OLIVEROS T., C. E.; ROA M., G. El desmucilaginado mecánico del café. Avances Técnicos Cenicafé No 216: 1-8. 1995
8. OLIVEROS T., C. E.; SANZ U., J. R.; RAMÍREZ G., C. A.; ÁLVAREZ H., J. R.; ROA M., G.; ÁLVAREZ H., J. R. Desmucilaginosos mecánicos de café. Avances Técnicos Cenicafé No 217: 1-4. 1995.

9. PUERTA Q., G.I. Escala para la evaluación de la calidad de la bebida de café verde *Coffea arabica* L. procesado por vía húmeda. *Cenicafé* 47(4): 231-234. 1996.
10. PUERTA Q., G.I.; QUICENO A.L.; ZULUAGA V., J. La calidad del café verde: composición, proceso y análisis. Chinchiná, Cenicafé, 1988. 251 p.
11. TOLEDO, A. A. DE. Notas sobre a biologia da vespa de Uganda "*Prorops nasuta*" Waterst on (Hym. Bethyl) no estado de Sao Paulo. *Arquivos do Instituto Biologico* 13:233-260. 1942.