

INFLUENCIA DE LOS GRANOS DE CAFÉ COSECHADOS VERDES, EN LA CALIDAD FÍSICA Y ORGANOLÉPTICA DE LA BEBIDA

Gloria Inés Puerta-Quintero*

RESUMEN

PUERTA Q., G. I. Influencia de los granos de café cosechados verdes, en la calidad física y organoléptica de la bebida. Cenicafé 51(2): 136-150. 2000.

Se evaluó la calidad del café preparado con base en mezclas de café cereza maduro y verde (inmaduro) en porcentajes desde el 0,5 al 15% de café verde. El beneficio del café se hizo por vía húmeda: despulpado sin agua, 14 horas de fermentación natural o desmucilaginado mecánico según el tratamiento, lavado y secado al sol. Se demostró que a partir de un 2,5% de café cosechado verde, ya sea procesado por desmucilaginado mecánico o por fermentación natural, se rechazan desde el 30% de las tazas por defectos sucio, fermento, *stinker*, tierra y sabores desagradables y se disminuye en 7% el rendimiento del pergamino en relación con el café maduro. El grano inmaduro no despulpa completamente y al secarse y trillarse se obtiene grano vinagre y negro que afecta la calidad física y organoléptica. Se comprobó que a mayor porcentaje de café maduro en una muestra de café, aunque se presente daño parcial por broca en el grano, se obtiene mayor número de tazas de café de buena calidad. Si se considera que no se conoce un método para mejorar la calidad en el tratamiento post-cosecha, los productores deben asegurarla antes y en la cosecha con buen manejo del cultivo, recolección oportuna, beneficio inmediato y buenas prácticas en post-cosecha.

Palabras claves: Productos, bebida, calidad de la bebida, café inmaduro, análisis organoléptico, calidad del café, cosecha.

ABSTRACT

Cup quality of coffee prepared with blends of green and ripe beans was evaluated. Blends with 0.5% to 15% green beans were wet processed. Coffee processing included depulping without water, natural fermentation during 14 h or mechanical removal of mucilage, washing, and sun-drying. The presence of more than 2.5% green beans in blends, processed either by natural fermentation or by mechanical removal of mucilage, was demonstrated to affect coffee quality, resulting in more than 30% rejection for dirtiness, ferment, stinker, earth and off-taints. Additionally, parchment coffee yield is reduced by 7% as compared to ripe beans. Green beans do not depulp completely, causing black and fermented beans that affect physical and organoleptical quality. The higher percentage of ripe coffee in a sample, even with partial coffee berry borer damage, the higher number of good quality cups. Assuming there is no post-harvest method to improve coffee quality, producers should guarantee quality before and after harvesting with sound cultural practices.

Keywords: Products, beverage, cup quality, green coffee beans, organoleptical analysis, coffee quality, harvesting.

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

Debido a que la planta de café florece en diferentes épocas, en una misma rama se pueden encontrar frutos con distintos estados de desarrollo que al ser cosechados y someterlos al proceso de beneficio conjuntamente, originan varios problemas desde la etapa de despulpado. Lo anterior, debido a la falta de uniformidad en el tamaño y también porque los granos verdes no tienen el mucílago bien desarrollado (1, 4, 22). Durante el proceso de maduración del fruto ocurren varios cambios metabólicos y modificaciones en la composición química que permiten al fruto alcanzar su punto ideal de cosecha, el cual se confirma por el cambio de coloración de verde a rojo o amarillo, dependiendo de la variedad de café (1, 4, 5, 6, 10, 15, 22). Se ha demostrado en varias investigaciones que la mejor calidad en la bebida de café se obtiene de frutos maduros procesados adecuadamente (3, 5, 6, 7, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 23, 24, 26, 27, 29).

La mayoría de los estudios sobre el efecto del grado de madurez del fruto en la calidad del café, han sido realizados en Brasil, donde una recolección normal contiene 29,8% a 42,2% de granos maduros, 20,2% a 38,6% de frutos verdes y 19,2% a 49,2% de frutos secos, cosecha que no alcanza la calidad del café arábica recolectado de otros países (5, 24, 25). Garruti *et al.* (12) y Teixeira y Gómez (25) demostraron que el café maduro tanto despulpado como beneficiado por el método seco, presentó calidad superior y resultó más suave al compararlo con la bebida obtenida de granos de café verde. Los granos que se secan en el árbol producen la bebida de calidad “dura” en el Brasil y afectan el 5,7% del rendimiento (11, 12, 25).

Carvalho (5) y Teixeira y Gómez (25) encontraron que granos verdes, guayaba y negros afectan la calidad del café por la pérdida de suavidad de la bebida. Teixeira y Fazouli (24), realizaron mezclas de café “mole” (suave) con porcentajes del 1 al 40% de café verde y encontraron que, a partir del 2% de café verde la mezcla se clasificaba como “apenas mole”; para

el 10% de café verde la mezcla se clasificaba de calidad inferior “dura”. Freire y Miguel (11) anotan que recolecciones precoces de grano verde y pintón disminuyen el rendimiento final del 19,9% al 8,2%, respectivamente y afectan la calidad y la clasificación del café. Nogheira (14) encontró que contenidos mayores al 5% de café verde en la cosecha afectan el rendimiento y la calidad del café.

Ochoa (15), indica que la presencia de cerezas inmaduras verdes es uno de los factores que están afectando la calidad del café mexicano. En su revisión describe que el porcentaje de cerezas verdes al inicio de la cosecha de café es del 10%, disminuyendo al 7% al final de la cosecha y que la bebida de café preparada con 15% de café verde (inmaduro) presenta amargo fuerte, debido al alto contenido de cafeína y ácidos clorogénicos, y que para porcentajes mayores la bebida presenta sabores desagradables (fermento, sucio y repugnante).

Con muestras de café de la variedad Caturra cultivado en Venezuela, Barboza y Amaya (3) evaluaron las características de calidad de café maduro, sobremaduro, pintón y verde para varios grados de fermentación. Los aromas más pronunciados se encontraron para el café maduro con menos de 20 horas de fermentación; el 72% del café verde presentó astringencia y sabor acre. Dentan e Illy (8) realizaron estudios microscópicos de granos de café de diferentes estados de madurez y encontraron que mientras los granos maduros presentaban serotonina localizada en la cutícula de los granos, que es fácil de separar, en los granos verdes no se presentó este compuesto y la cutícula plateada quedaba firmemente adherida a los granos almendra.

Williams *et al.* (28) analizaron varios compuestos químicos que diferencian al café según la especie y el estado de madurez y producen diferentes aromas y sabores. Utilizando muestras de café de Kenia, Brasil y Etiopía mostraron que el café verde inmaduro produce sabores y

aromas rancios y características muy amargas, mientras que con los granos maduros se obtienen bebidas con sabores más dulces, suaves, a caramelo y mayor acidez. Guyot *et al.* (13) encontraron mayor contenido de ácidos clorogénicos, cafeína, trigonelina y arabinosa en granos inmaduros y menor contenido de furfural y ácido furfurílico. Arcila y Valencia (2) estudiaron la actividad de la enzima polifenoloxidasas con relación a factores genéticos, de cultivo y al estado de madurez del café y encontraron que los granos de café verde presentan mayor actividad de la enzima, en comparación con los otros estados de madurez; esta mayor actividad es inversamente proporcional a la calidad de la bebida.

En los árboles de café de la región cafetera central de Colombia los procesos de crecimiento, floración y fructificación ocurren durante todo el año y su regulación está definida por los períodos secos y húmedos que se presentan en cada región. Para la franja latitudinal comprendida entre los 5° y 8° Norte, la floración principal se presenta entre los meses de enero a marzo que corresponde al 75% de la cosecha por recolectar entre los meses de septiembre a diciembre; el 25% restante se distribuye en los otros meses del año (1).

Uno de los factores que ha contribuido a mantener la calidad suave del café colombiano ha sido la recolección de café maduro. En esta investigación se determinó la influencia del café cosechado verde en la calidad física y organoléptica, evaluando las características de varias mezclas de café maduro y verde procesadas por fermentación natural y por remoción mecánica del mucílago.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales. Se utilizó café (*Coffea arabica* L.) de las variedades Caturra y Colombia de reco-

lección normal, cosecha 1997. Para el beneficio se utilizaron los siguientes equipos: despulpadora, desmucilaginador mecánico de café de 600kg/h de café cereza de capacidad, operado con 1 litro de agua por minuto (21), baldes y canecas plásticas, bandejas de secado, material de empaque y rotulación.

Para el análisis físico se usaron materiales y equipos de laboratorio como: trilladora, tamices serie Tyler, medidor de humedad Kappa, balanza, estufa, lámparas, cartulinas, formatos y mesas para análisis físico. Para el análisis sensorial se emplearon los siguientes equipos y materiales: tostador, molino, tamices para café tostado serie Sieve, greca, mesas, tazas, formatos y mesas de catación.

Procedencia del café. El café se cultivó en lotes experimentales ubicados en la Estación Central Naranjal en Chinchiná, localizada a latitud 4° 59' N, longitud 75° 39' O, altitud 1400m, donde se presentan las siguientes condiciones medias: temperatura 21,3°C, humedad relativa 78%, precipitación total anual de 2634mm con 237 días de lluvia y brillo solar de 1690h (9).

Tratamientos. Se diseñaron 62 tratamientos, entre los cuales se consideraron mezclas de grano de café cereza verde y maduro, en proporciones desde 0,5 al 15% de café verde (en intervalos de 0,5 en 0,5% de grano verde) y variación del proceso de remoción del mucílago de café: fermentación natural (f) y desmucilaginado mecánico (d). La unidad experimental consistió en 15kg de café cereza por beneficiar. Cada tratamiento se realizó por triplicado. Los tratamientos se identificaron como 1d a 31d, para el proceso de desmucilaginado y 1f a 31f para la fermentación natural.

Beneficio de las muestras. El café se recibió en el Beneficiadero Experimental de Cenicafé, donde se separó mecánicamente por zaranda y pos-

teriormente en forma manual para escoger sólo el café cereza verde y maduro para la realización posterior de las mezclas y la conformación de los tratamientos, tanto de fermentación natural como de desmucilaginado mecánico. El café para ambos tipos de tratamientos se despulpó sin agua. La fermentación natural se realizó en baldes plásticos, en los cuales se dejó el café en baba durante 14h. La remoción mecánica del mucílago de café se llevó a cabo en un desmucilagador mecánico, equipo que permitió efectuar el lavado simultáneo del café. Las muestras de fermentación se lavaron con agua limpia. Todas las muestras se secaron al sol hasta un contenido de humedad del 10 al 12%. Las muestras se almacenaron a 65% de humedad relativa y 10°C hasta su análisis.

Análisis físicos. Se realizaron los siguientes análisis físicos:

Pergamino. Porcentaje de humedad, color, olor, apariencia, porcentaje de café semi-despulpado, porcentaje de grano pelado.

Almendra. Merma, color, olor, apariencia, granulometría (tamices de perforación circular 17/64, 16/64, 15/64, 14/64, 12/64 pulgadas), porcentaje de defectos: negro, vinagre, cardenillo, mordido y cortado, astillado y partido, decolorado, cristalizado, perforado por broca, deformado, inmaduro, aplastado.

Cereza. Humedad por secado a 105°C, en estufa de aire forzado durante 16h hasta peso constante.

Análisis sensorial. Panel de catación. Participaron ocho catadores de Cenicafé en la evaluación de las muestras. Se realizaron 30 evaluaciones sensoriales para cada muestra de café, siguiendo las técnicas para este tipo de análisis. Cada taza se preparó utilizando 11g de café molido en 150ml de agua destilada a 87°C. Se utilizó tostación media, 13% a 14% de pérdida de peso

y molienda del café tostado de 500µm de tamaño de partícula (18,19).

Se usó el método descriptivo cuantitativo para el análisis sensorial de las muestras de café, utilizando una escala de 9 puntos para la calificación de cada característica organoléptica, la cual se interpreta así: calificaciones 9, 8, 7 para cualidades equilibradas, deseables, tomando 9 como la mejor calificación; 6, 5, 4 cualidades intermedias, califica desviaciones, 4 apenas tolerable; 3, 2, 1 cualidades indeseables, califica defectos, y finalmente 1 como la peor calificación.

La escala descriptiva se resume así: 9, 8, 7 muy buena, equilibrada, balanceada; 6 buena; 5 verde, astringente, insípida, aroma pronunciado; 4 baja; 3 cereal, reposo, quemado, muy amargo; 2 fermento, extraño, metálico, sucio y 1 fenol, carbonoso, tierra, picante, contaminado, *stinker* (18).

Rendimientos. El rendimiento pergamino/cereza se calculó como el peso de café pergamino seco obtenido, dividido por el peso de café cereza procesado, multiplicando por 100. El rendimiento en trilla o merma se calculó como la pérdida de peso durante la trilla de 260g de café pergamino y se expresó en porcentaje. El rendimiento almendra/cereza se calculó como el peso de almendra sin defectos obtenido, dividido por el peso de café cereza procesado, multiplicando por 100.

Análisis estadístico. Se realizó análisis descriptivo, análisis de varianza y las pruebas comparativas de Tukey al 5%, con el fin de establecer el efecto del porcentaje de grano verde y el tipo de remoción de mucílago en las variables: rendimiento café cereza/café pergamino, intensidad del aroma del café tostado, aroma, acidez, amargo, cuerpo, e impresión global de la bebida. También se realizó análisis de frecuencias para cuantificar el porcentaje de tazas aceptadas y rechazadas, y el porcentaje de defectos según el tratamiento y el proceso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CALIDAD ORGANOLÉPTICA. Aromas.

Las calificaciones y percepción de los defectos en los aromas del café molido y de la bebida fueron muy similares para iguales contenidos de café verde en la muestra, independiente de si el proceso se efectuó por fermentación natural o por remoción mecánica. Se encontraron aromas muy buenos con calificación de 7 para los tratamientos de ambos procesos que incluyeron hasta el 2 % de café verde en la mezcla con café cereza maduro. En general, se midieron aromas aceptables con calificación 6, hasta porcentajes del 5% de café verde para ambos procesos. Los peores aromas se presentaron para los tratamientos 20f y 21f (9,5 % y 10% de café verde), 6d (2,5%), en los cuales se encontraron defectos fermento, sucio y tierra. Las muestras del tratamiento 3d (Tablas 1 y 2), también presentaron defectos en los aromas debido a la presencia de granos perforados por insectos. No se presentaron diferencias significativas al 5% para los aromas, para contenidos de café verde en la mezcla hasta del 5%.

Acidez. Los tratamientos que incluyeron café 100% maduro en ambos procesos, presentaron la mejor acidez en la bebida y alcanzaron calificación mínima 7 y máxima 8. Hasta el 2% de café verde se presentó acidez con calificación 6. La acidez disminuyó en la medida en que aumentó el porcentaje de café verde y se presentó daño del grano por insectos, variando de verde, insípida, escasa, agria a acre. Los tratamientos de fermentación natural con 9,5% y 10% de café verde presentaron acidez muy baja. Estas muestras presentaron 5% de granos perforados por broca. Ocurrieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos que contenían 100% maduro procesado por desmucilaginado mecánico con el tratamiento que contenía 4,5 % de café verde del mismo proceso, aunque las mayores diferencias se presentaron con las mezclas con mayor porcentaje de café verde, para ambos procesos. El tratamiento de café 100%

maduro procesado por fermentación natural se diferenció significativamente de los tratamientos que contenían 8% de café verde procesado por fermentación natural y 4% de café verde procesado por desmucilaginado mecánico. Se presentaron hasta 55 % de tazas con calificaciones 2 y 1 para la acidez, descrita con defectos agria, fermento y vinagre, en su mayoría para muestras con más del 8% de café verde en la muestra.

Amargo. Esta cualidad se afectó negativamente a medida que aumentó el porcentaje de café verde en la muestra, debido al sabor amargo muy fuerte, indeseable en café suave. Se encontró un efecto mayor en las muestras procesadas por fermentación natural en comparación con las muestras procesadas por desmucilaginado mecánico. Se encontraron amargos moderados, equilibrados y aceptables hasta el 1% de café verde. El amargo se calificó como muy desagradable a partir de 8% de café verde.

Cuerpo. El cuerpo de la bebida de café se calificó como muy bueno y equilibrado hasta con el 1% de café verde para las muestras procesadas por fermentación natural, y hasta con el 2% de café verde para las muestras procesadas por desmucilaginado mecánico. En general, el cuerpo de la bebida de café para contenidos superiores al 2% de café verde fue calificado como sucio y lleno. El defecto sucio fue más frecuente a medida que la muestra presentó mayor porcentaje de verde, mayor porcentaje de café perforado por insectos y mayor cantidad de grano semi-despulpado.

Impresión global. Las mejores calificaciones se obtuvieron en las muestras de café 100% maduro de ambos procesos, que alcanzaron promedios de calificaciones de 7. Se alcanzaron calificaciones aceptables hasta 6 para las mezclas que contenían hasta el 2,5% de café verde. Para contenidos superiores al 2,5% de granos verdes en la muestra se detectaron defectos fermento, sucio, vinagre, tierra y sabores extraños y desagradables en la bebida.

TABLA 1. Calidad física y organoléptica de mezclas de café maduro y verde procesadas por desmucilaginado mecánico. Cenicafé 1997.

Tratamiento	Café Verde	Humedad	Grano Semidespulpado	Pelado	Negro	Vinagre	Decolorado	Perforado por broca	Total Defectos	Relación grano perforado por broca a total defectos		Café Tamaño >15/64"	Impresión Global	STD	Tazas Rechazadas
										%	%				
1d	0	10,6	2,3	1,0	0,1	0,8	0,5	1,0	3,1	31,7	89,3	7	0,55	0,0	
2d	0,5	11,1	3,6	0,8	0,3	0,1	0,2	2,1	4,9	43,3	63,6	6	1,15	11,8	
3d	1	10,8	10,4	2,3	0,7	1,2	0,2	24,1	27,9	85,9	84,0	6	0,41	8,3	
4d	1,5	11,67	4,9	0,7	0,7	0,2	0,2	6,0	9,2	64,8	68,0	6	0,91	25,0	
5d	2	9,54	5,8	1,8	1,6	1,2	0,1	2,0	10,6	19,0	98,1	6	0,52	2,9	
6d	2,5	11,44	3,8	0,6	2,6	0,1	1,0	6,4	12,3	44,0	89,3	4	1,56	83,3	
7d	3	10,57	6,3	0,8	0,6	1,0	0,2	1,3	6,0	21,5	91,9	3	1,91	68,8	
8d	3,5	10,75	3,6	1,3	1,1	0,8	0,0	2,5	6,8	36,6	85,1	5	2,08	37,8	
9d	4	11,11	3,7	0,7	0,7	0,6	0,0	3,1	8,1	38,8	79,9	5	1,86	52,2	
10d	4,5	10,58	4,0	1,4	0,4	0,6	0,0	1,6	5,7	28,1	87,7	4	2,13	55,2	
11d	5	10,11	4,9	1,7	0,7	0,9	0,1	1,5	5,6	25,4	88,0	5	1,78	32,1	
12d	5,5	10,96	5,0	1,3	0,5	0,5	0,4	0,9	3,5	27,7	88,0	5	1,88	36,4	
13d	6	10,41	5,3	2,0	0,7	1,1	0,1	1,9	6,2	28,6	90,9	5	1,66	69,2	
14d	6,5	9,06	4,6	1,2	0,4	0,9	0,1	1,3	5,4	20,1	86,2	4	2,37	56,7	
15d	7	10,41	5,2	1,2	0,6	0,9	0,0	3,2	8,4	37,9	84,2	5	2,08	41,9	
16d	7,5	10,82	4,7	1,8	0,7	1,1	0,3	1,1	6,3	19,3	96,4	5	1,68	33,3	
17d	8	11,1	2,7	0,8	1,0	1,4	0,0	1,7	6,0	25,8	84,7	5	1,83	37,0	
18d	8,5	11,66	5,9	1,5	0,9	1,4	0,7	5,0	9,7	51,4	89,0	4	2,19	63,6	
19d	9	11,05	7,3	1,8	0,5	1,7	0,0	1,1	4,7	24,8	93,1	3	1,58	83,3	
20d	9,5	11,03	2,1	1,0	0,6	0,6	0,1	2,0	4,7	41,5	69,0	3	1,76	77,8	
21d	10	10,48	10,7	1,2	0,4	2,6	0,9	9,9	16,3	59,7	82,9	4	2,15	53,9	
22d	10,5	10,25	4,5	2,0	0,3	0,7	0,7	0,7	3,5	23,4	89,6	5	1,49	31,4	
23d	11	11,85	4,8	0,8	1,6	0,4	0,0	1,6	6,3	24,0	72,9	5	1,93	39,3	
24d	11,5	10,59	6,7	1,5	0,6	1,3	0,6	2,8	7,7	39,9	93,0	6	1,53	26,1	
25d	12	11,03	6,2	1,5	0,7	1,1	0,0	3,2	7,4	38,8	88,0	5	1,67	57,7	
26d	12,5	10,07	7,2	1,1	1,2	1,5	0,1	1,8	7,2	25,4	85,2	4	2,03	50,0	
27d	13	10,64	4,3	1,7	0,3	1,1	0,0	0,9	4,3	17,8	80,8	3	1,34	88,9	
28d	13,5	10,53	4,3	1,4	0,5	0,6	0,0	2,0	5,7	37,2	81,9	4	2,16	44,8	
29d	14	10,48	3,7	1,1	0,6	0,6	0,2	1,8	7,2	26,1	87,0	5	1,86	45,5	
30d	14,5	10,44	7,5	0,6	0,6	0,2	0,7	1,6	4,4	35,8	91,1	4	2,34	50,0	
31d	15	9,69	8,3	1,7	0,7	2,1	1,2	0,7	7,8	9,5	90,8	3	1,87	53,0	
PROMEDIO		10,67	5,3	1,3	0,7	0,9	0,3	3,1	7,5	34,0	85,5	5	1,69	45,7	
MIN		9,06	2,1	0,6	0,1	0,1	0,0	0,7	3,1	9,5	63,6	1	0,41	0,0	
MAX		11,85	10,7	2,3	2,6	2,6	1,2	24,1	27,9	85,9	98,1	7	2,37	88,9	
STD		0,6	2,0	0,5	0,5	0,6	0,3	4,3	4,6	15,4	7,8	3	0,5	22,6	

TABLA 2. Calidad física y organoléptica de mezclas de café maduro y verde procesadas por fermentación natural. Cenicafé, 1997.

Tratamiento	Café Verde	Café Humedad	Grano Semides-pulpado	Pelado	Negro	Vinagre	Decolorado	Perforado por broca	Total Defectos	Relación grano perforado por broca a total defectos		Café Tamaño >15/64"	Impresión Global	STD	Tazas Rechazadas
										%	%				
1f	0	11,69	1,6	1,4	0,1	0,0	0,0	1,6	8,0	25,2	89,1	7	0,66	0,0	
2f	0,5	10,56	3,8	0,4	0,3	0,5	0,0	1,8	4,9	36,2	89,3	6	0,61	8,8	
3f	1	10,69	14,3	2,1	0,5	1,2	0,7	17,0	20,5	83,3	73,0	6	0,8	32,3	
4f	1,5	10,87	4,4	0,7	0,0	0,6	0,2	3,3	7,7	43,7	95,9	6	1,18	44,8	
5f	2	10,12	3,7	1,4	0,9	0,7	0,0	1,1	7,6	14,9	97,7	6	1,34	20,6	
6f	2,5	11,21	6,7	1,6	0,5	1,1	1,0	10,9	15,5	70,2	92,2	4	1,77	60,9	
7f	3	10,53	6,3	1,1	0,2	0,9	0,5	0,9	4,9	18,5	91,3	4	1,98	57,1	
8f	3,5	10	10,4	1,0	0,6	0,6	0,3	1,0	3,6	28,0	77,8	5	1,89	34,4	
9f	4	10,44	4,0	0,7	1,0	0,8	0,9	1,1	5,0	20,5	92,2	5	1,84	28,6	
10f	4,5	10,87	4,1	0,6	0,5	0,4	0,1	2,3	4,5	51,0	84,1	6	1,54	20,6	
11f	5	10,66	4,6	1,0	0,5	0,5	0,0	3,3	6,9	52,6	79,7	5	1,9	45,5	
12f	5,5	10,43	5,3	0,7	0,3	0,3	0,2	0,5	2,7	16,3	88,7	5	2,01	44,4	
13f	6	10,27	6,3	1,0	0,8	0,6	0,3	0,8	3,5	19,9	89,7	6	1,28	38,7	
14f	6,5	10,32	8,1	1,7	1,0	1,1	0,4	1,3	5,6	22,3	87,3	5	1,51	33,3	
15f	7	10,46	4,6	1,0	0,3	0,6	1,1	1,2	4,9	30,1	85,4	4	1,99	46,4	
16f	7,5	10,4	8,8	2,0	1,4	0,5	0,1	3,1	6,4	35,7	67,3	5	1,91	38,1	
17f	8	11,19	9,8	1,2	0,9	1,6	0,2	1,1	5,9	19,8	91,5	3	1,82	77,8	
18f	8,5	10,55	5,1	0,8	0,4	0,4	0,2	1,7	3,8	46,1	82,0	3	1,86	76,9	
19f	9	10,82	5,2	1,1	0,5	0,5	1,2	1,9	6,2	31,5	87,7	3	1,63	80,8	
20f	9,5	10,62	4,6	1,6	0,4	0,3	0,1	4,2	6,7	61,1	85,1	3	1,08	95,7	
21f	10	11,01	8,8	1,0	0,8	1,2	0,1	5,2	10,6	38,5	81,8	3	1,75	84,0	
22f	10,5	10,21	6,3	1,6	1,1	1,4	0,2	1,8	5,9	28,4	73,5	5	1,89	36,7	
23f	11	10,32	2,8	1,1	0,9	0,5	0,0	1,6	5,8	27,6	82,0	5	1,6	35,3	
24f	11,5	11,67	5,6	2,3	1,2	0,3	0,0	1,4	4,7	28,8	90,9	5	1,69	46,7	
25f	12	10,8	5,5	1,6	0,7	2,0	0,1	1,5	6,5	28,5	60,9	5	1,8	24,1	
26f	12,5	11,39	10,6	1,2	2,5	1,0	1,0	1,0	7,0	15,4	87,5	4	1,87	66,7	
27f	13	10,96	7,3	1,3	0,9	1,4	0,2	1,5	6,1	24,8	83,6	3	1,72	81,8	
28f	13,5	10,46	6,8	2,7	1,0	2,1	0,2	1,6	7,8	23,6	84,3	3	1,37	87,9	
29f	14	10,3	7,7	2,5	1,7	4,3	0,6	0,9	10,5	8,2	92,3	4	1,54	42,2	
30f	14,5	10,64	6,1	1,2	0,7	1,8	0,1	1,9	7,2	27,4	92,4	4	1,94	65,4	
31f	15	10,85	8,1	0,9	1,0	1,5	0,3	1,9	6,8	13,0	87,8	4	1,9	77,7	
PROMEDIO		10,69	6,4	1,3	0,8	1,0	0,3	2,6	6,9	32,0	85,3	5	1,6	49,5	
MIN		10	1,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5	2,7	8,2	60,9	1,1	0,61	0,0	
MAX		11,69	14,3	2,7	2,5	4,3	1,2	17,0	20,5	83,3	97,7	7	2,01	95,7	
STD		0,41	2,6	0,5	0,5	0,8	0,4	3,3	3,5	16,9	8,0	3	0,38	24,3	

La calificación para la impresión global de la bebida disminuyó para contenidos simultáneos de café verde y de grano perforado por broca en la muestra. Varias muestras presentaron también el defecto fenol y tierra, en particular, los tratamientos de ambos procesos que contenían el 10% de café verde.

En las Figuras 1 y 2 se presentan los promedios de las calificaciones para cada característica sensorial, según el proceso de remoción del mucílago utilizado y el porcentaje de café verde en la muestra. En las Figuras 3, 4 y 5 se observan los defectos y el porcentaje de tazas aceptadas y rechazadas, según el porcentaje de grano verde en la muestra y el proceso de beneficio. Se observa que se rechazaron cerca del 30% de las tazas de café preparadas con mezclas con contenidos de café verde desde el 2,5 % en peso.

El porcentaje de tazas rechazadas dependió no sólo del porcentaje de café verde en las muestras, sino también del porcentaje de granos perforados por la broca. Los tratamientos 6f, 7f, 17f, 18f, 19f, 20f, 21f, 27f y 28f procesados por fermentación natural obtuvieron el mayor número de rechazos. Para las muestras procesadas por desmucilaginado mecánico se rechazaron el mayor número de tazas para los tratamientos 6d, 7d, 10d, 20d y 27d. En promedio, el rechazo fue mayor para las muestras procesadas por fermentación natural (49,5 %, desviación= 24,3) que para las muestras procesadas por desmucilaginado mecánico (45,7 %, desviación= 22,6).

ANÁLISIS FÍSICOS DEL CAFÉ. En las Tablas 1 y 2 se presenta la calidad física y organoléptica del café de las mezclas de café

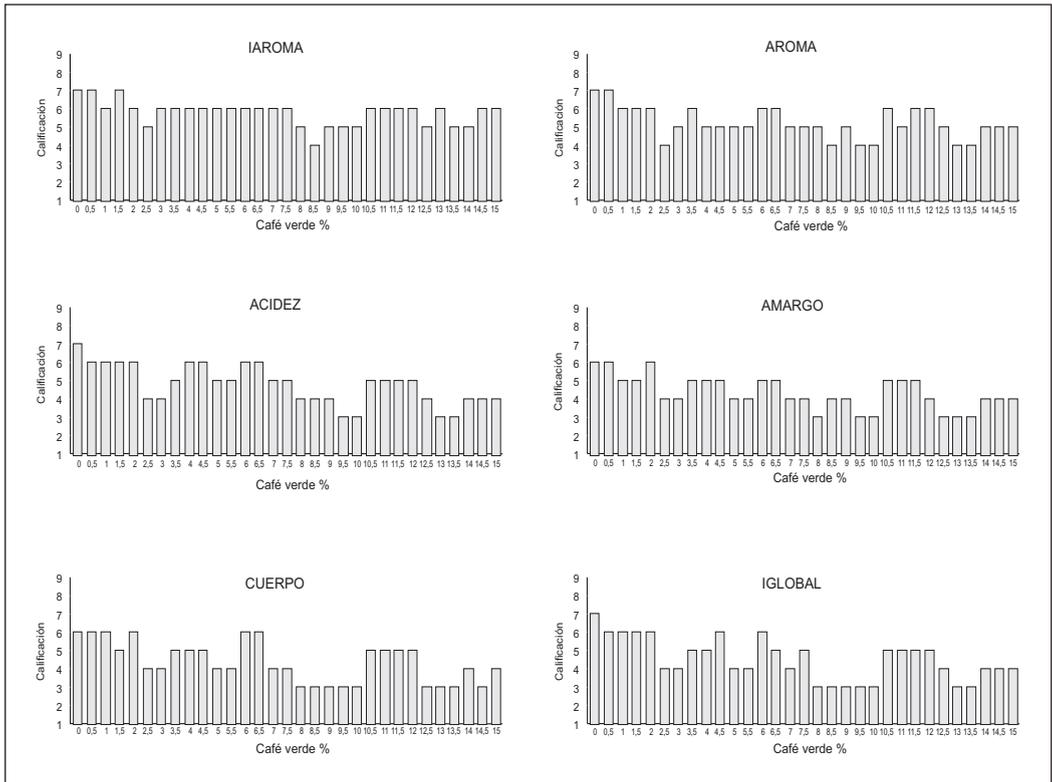


Figura 1. Calidad de mezclas de café maduro y verde procesadas por fermentación natural. Cenicafé 1997.

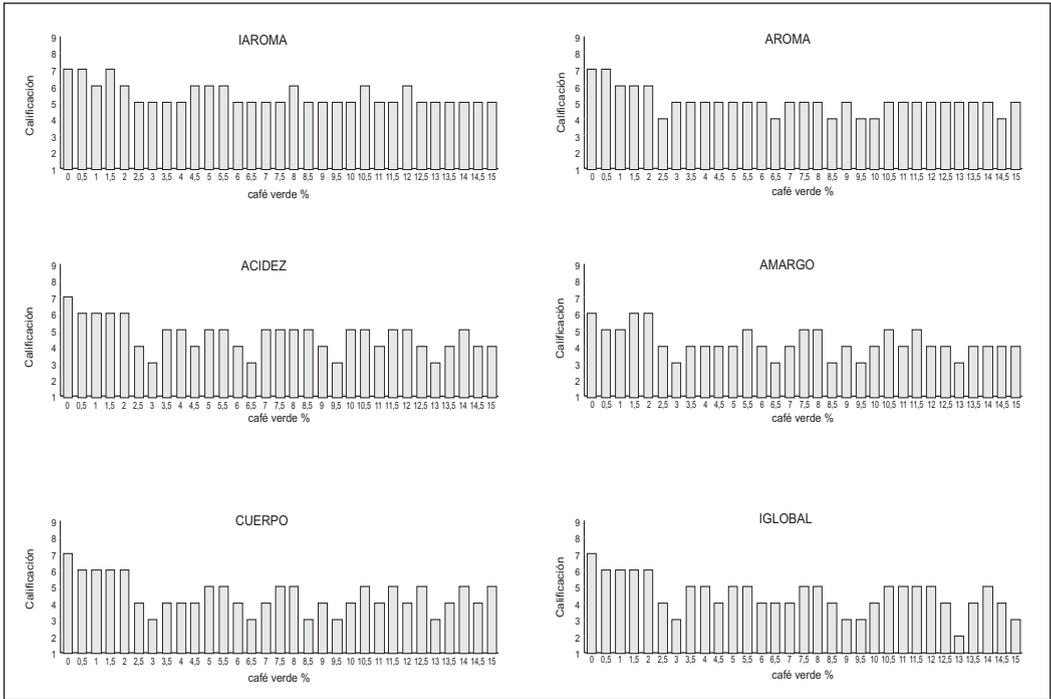


Figura 2. Calidad de mezclas de café maduro y verde procesadas por desmucilaginado mecánico. Cenicafé, 1997.

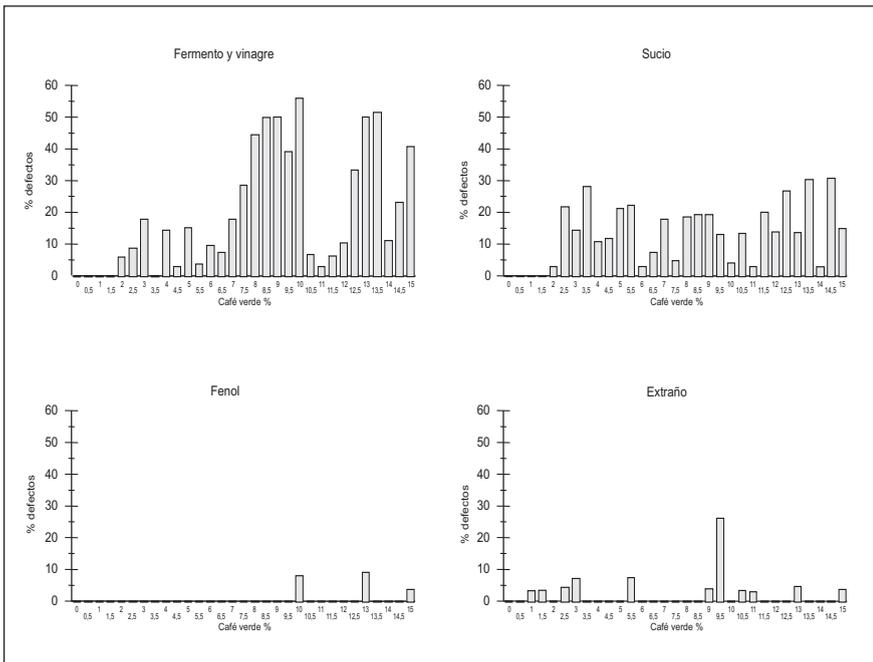


Figura 3. Defectos en la bebida de mezclas de café maduro y verde procesadas por fermentación natural. 1997.

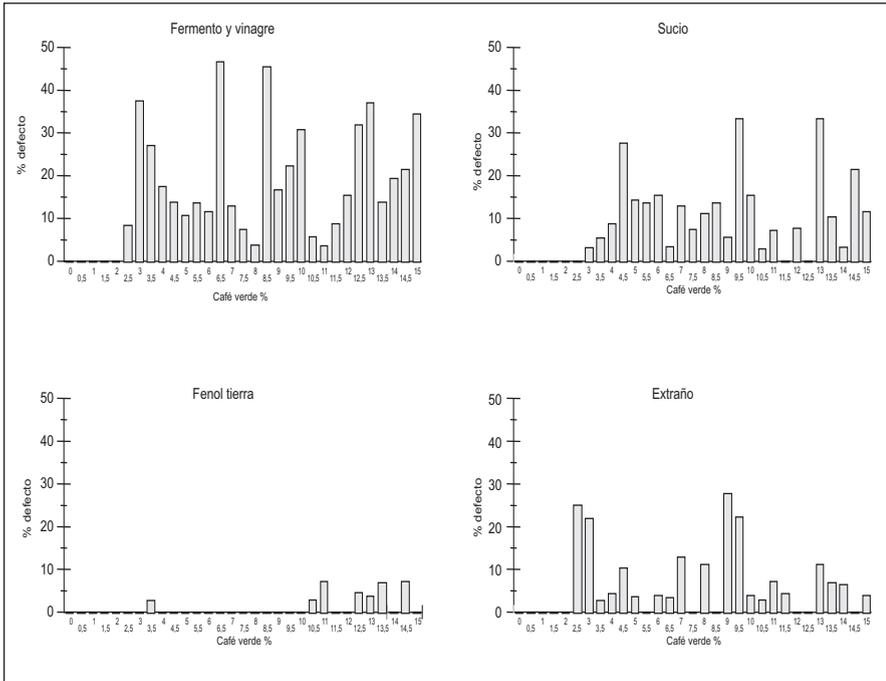


Figura 4. Defectos en la bebida de mezclas de café maduro y verde procesadas por desmucilaginado mecánico. 1997.

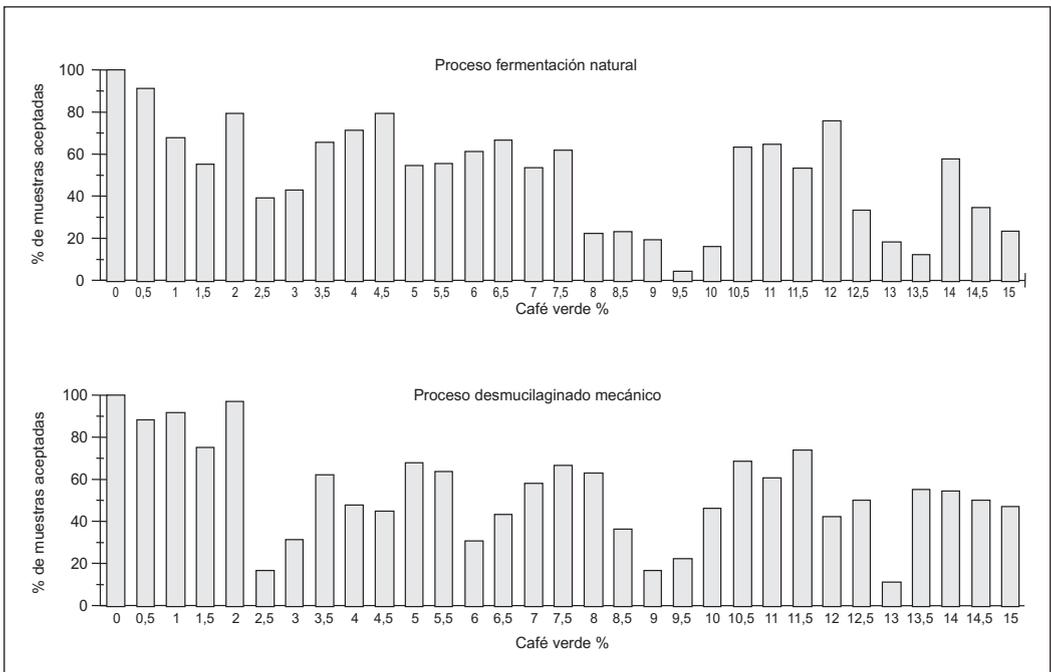


Figura 5. Porcentaje de tazas de café aceptadas por su calidad, para mezclas de café maduro y verde. 1997.

maduro y verde procesados por desmucilaginado mecánico y fermentación natural. Se pueden observar los resultados de los principales defectos en café pergamino y almendra, en relación con la calidad del café.

Café semi-despulpado. Se encontró que los tratamientos 3d, 7d, 20d, 21d, 30d y 31d procesados por desmucilaginado mecánico presentaron los mayores porcentajes de café semi-despulpado. El grano semi-despulpado varió de 1,6% (6d) al 13,5% (21d) para el proceso desmucilaginado y de 0,3%(1f) al 17,5% y 17,02% (16f, 3f) para el proceso de fermentación natural.

Café pelado. Sólo se presentaron diferencias significativas entre el tratamiento 28f y los demás tratamientos. En todos los tratamientos se encontró grano pelado. El porcentaje mínimo fue de 0,5% y los valores más altos estuvieron cerca de 2,5% para los tratamientos 3d y 3f y 28f.

Análisis físicos del café almendra. Se analizaron los defectos de la almendra que afectan en mayor grado la calidad de la bebida de café.

- Almendra perforada por broca. Los mayores porcentajes de café perforado por broca los presentaron los tratamientos 3d (24,1%), 3f (17,0%), 6f(10,9%), 21d(10,4%), 6d(6,43%), 4d(5,96%). Los porcentajes más bajos los presentaron los tratamientos, 12f(0,45%), 31d(0,68%), 22d, 13f. Se encontró que a pesar del gran deterioro 24% por broca para el tratamiento 3d (1% de verde), se aceptaron del 55 al 75% de las tazas.

- Almendra vinagre. Se observó que las mezclas que contenían el mayor porcentaje de verde presentaron los mayores porcentajes de café vinagre, para ambos procesos de remoción del mucílago. Se presentaron tratamientos con altos contenidos de café vinagre y café perforado por broca simultáneamente, tales como 21d, 3d, 28f, 25f.

- Grano negro. Se observó grano negro en la trilla. Este grano correspondió al grano verde que no despulpó y se secó como semi-despulpado. Los tratamientos 6d, 5d, 26d, 25f, 28f, 29f, 30f presentaron los más altos porcentajes de grano negro, el cual contribuyó a la mala calidad de bebida y de la almendra.

Rendimientos. Para el café procesado por desmucilaginado mecánico se obtuvieron rendimientos en pergamino del 18% al 22,5%, con un promedio de 20% entre todos los tratamientos (desviación 1,16) y un valor de 21,1% para café 100% maduro. La merma varió de 20,7% a 26,5%, con un valor promedio entre tratamientos de 22% (desviación 1,17) y un valor de 21,4% para café 100% maduro (Figuras 6 y 7). Se obtuvieron de 12,2g a 18,8g de café almendra por cada 100g de café cereza procesado, con un promedio de 16,8% (desviación 1,23) y un valor de 18g por cada 100g de café maduro procesado por desmucilaginado mecánico. Para el proceso de fermentación natural se obtuvieron rendimientos del 17,2% al 22,6%, con un valor promedio de 19,9% (desviación= 1,45) y un rendimiento de 21,87% para café 100% maduro. El rendimiento en trilla para el café procesado por fermentación natural varió 20,3% a 29,5% con un valor promedio de 22,1% (desviación= 1,57) y un valor de 20,6% para café 100% maduro. El rendimiento en almendra del café procesado por fermentación natural varió de 12,9% al 19%, con un valor promedio de 17% (desviación= 1,33) y 17,7% para café 100% maduro. No se encontraron diferencias estadísticas significativas para la variable rendimiento del café entre los tipos de procesos de remoción de mucílago para un mismo contenido de café verde en la muestra. Las variaciones de rendimiento para los tratamientos con el 8% y 11% de café verde se explican por el contenido de humedad del grano, que varió de 10,67% a 11,89% entre tratamientos (Tablas 1 y 2).

El rendimiento dependió de la calidad de la materia prima, la madurez, la perforación por

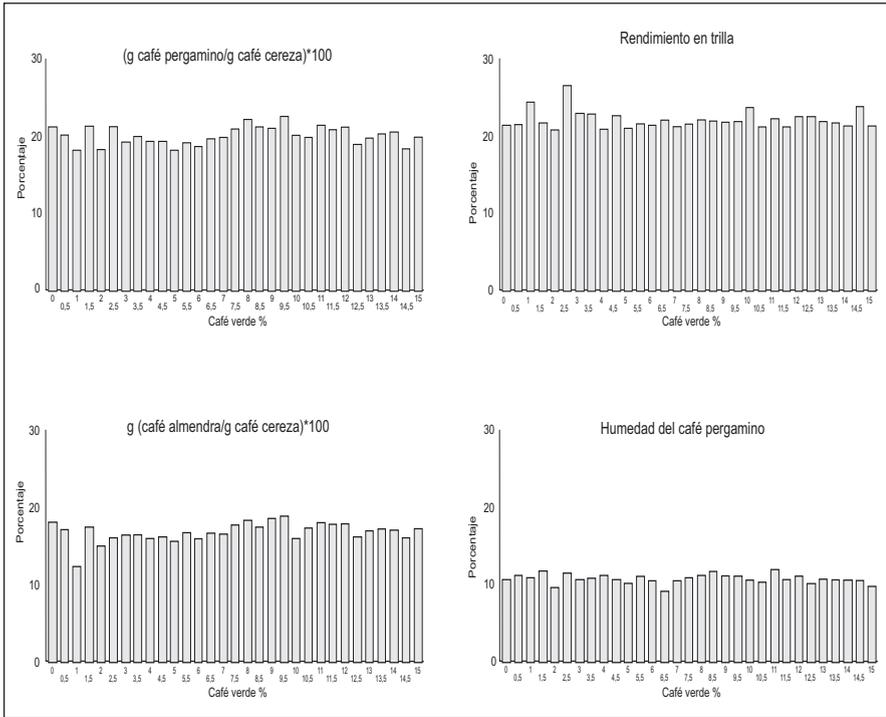


Figura 6. Rendimientos para mezclas de café maduro y verde procesadas por desmucilaginado mecánico.

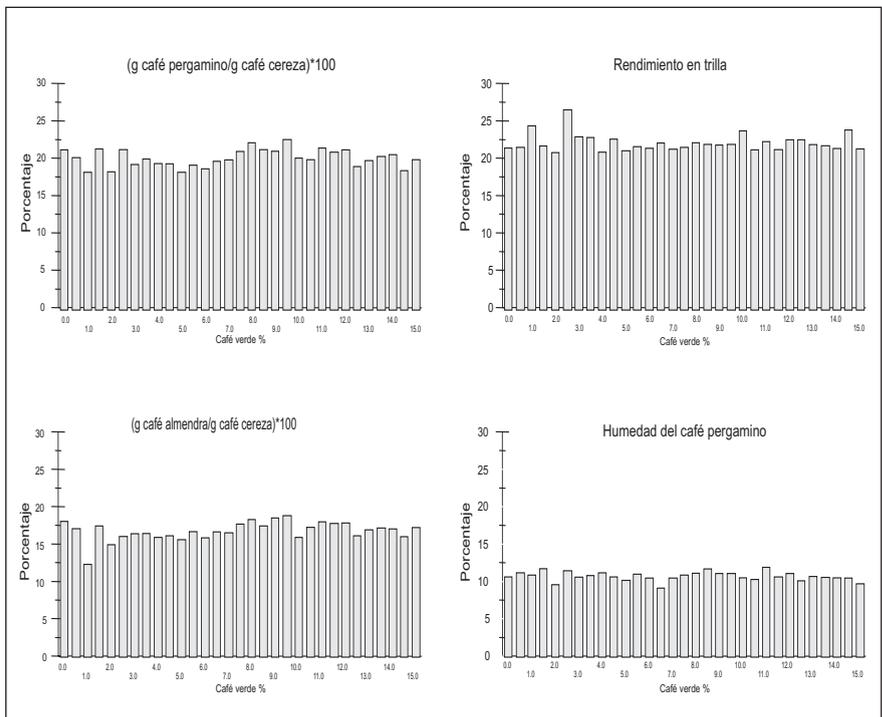


Figura 7. Rendimiento para mezclas de café maduro y verde procesadas por fermentación natural.

insectos y tamaño del grano. El rendimiento en café almendra disminuyó hasta un 32% para café con alto porcentaje de café perforado por la broca (17% para tratamiento 3d y 24% para 3f), y el rendimiento en pergamino disminuyó un 7% para mezclas de con 15% de café verde, en comparación con la cosecha 100% maduro.

Peso del fruto. Salazar *et al.* (22) mostraron que el peso del grano de café varía a través del desarrollo del fruto alcanzando un valor promedio de 1,7g para el café maduro y disminuyendo su peso en los granos secos que caen al suelo, por efecto de la sobremaduración, respiración y los microorganismos que consumen los tejidos del fruto. En la Tabla 3 se presenta el peso del grano de café húmedo y seco según el estado de madurez del café, medido en más de 1000 granos de café de recolección normal y cosechado para esta investigación. Se observa que un grano negro pesa el 20% y uno verde un 53% del peso fresco de un grano maduro. Se requiere recolectar 91 granos verdes o 223 granos negros para obtener 100g de café cosechado, en comparación con 49 granos de café maduro. El grano verde no despulpa debido a que no está bien

desarrollado. Por otra parte, en los granos negros recogidos del suelo se encuentran hongos como *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus* y *Fusarium* que ponen en riesgo la calidad sanitaria del café, si las condiciones de beneficio y secado son inadecuadas (20); por tanto, no se recomienda la recolección de estos granos junto con los maduros por los efectos negativos en el rendimiento, la apariencia y la calidad de la bebida del café.

Se concluye que para contenidos superiores al 2,5% en peso de café verde en la cosecha, ya sea procesada por desmucilaginado mecánico o por fermentación natural, se deteriora la calidad y el rendimiento del café y se rechaza desde el 30% de la muestra.

Los mayores defectos ocasionados por la cosecha de grano verde son los granos vinagre y negros producidos, que ocasionan sabor y aromas a fermento y acre en la bebida. Dentan e Illy (8) también demostraron que los granos verdes producen granos negros y fermento, y explicaron que el proceso de fermentación en ellos sucede de la parte externa del grano hacia el interior.

TABLA 3. Peso del fruto de café cereza según el estado de desarrollo del fruto de café. Cenicafé 1997.

Estado de desarrollo del fruto de café	Peso grano húmedo			STD	Humedad %	Peso grano seco g	Número granos en muestra, para análisis de peso	Número de granos para 100g de café
	mínimo	Máximo	promedio g					
Verde	0,5275	1,9566	1,1014	0,2295	68,53	0,3467	295	91
Pintón	0,8944	2,4993	1,6997	0,2896	72,44	0,4684	181	59
Maduro	1,2135	2,8553	2,0575	0,3441	70,53	0,6063	156	49
Sobremaduro	1,1767	3,4560	2,1288	0,3873	68,70	0,6663	133	47
Negro (recogido del suelo)	0,1018	0,7823	0,4489	0,1308	44,20	0,2505	511	223

Para obtener bebidas de café de superior calidad es necesario realizar recolecciones selectivas de sólo frutos maduros, lo que implica varios pases y por tanto, mayores costos de producción. No obstante, como en todo proceso de un alimento, la calidad del producto final depende de la calidad de la materia prima. El estado de madurez y sanidad del café en cereza determinan la calidad del café almendra y de la bebida. Considerando que no se conoce un método que permita mejorar la calidad del café en el tratamiento post-cosecha, los productores deben asegurar la calidad antes y durante la cosecha con buen manejo del cultivo, recolección oportuna, beneficio inmediato y buenas prácticas de proceso en post-cosecha.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de la Estación Central Naranjal por el suministro del café y al Programa de Experimentación de Cenicafé que colaboraron en el beneficio del café.

A la tecnóloga Sara Ríos A., Sra. María Mercedes Botero B. y al Sr. Gustavo Echeverry M.

Al Panel de Catación de Cenicafé y al Sr. Hernando García por su colaboración en los análisis estadísticos.

LITERATURA CITADA

1. ARCILA P., J.; JARAMILLO R., A.; BALDION R., J.V.; BUSTILLO P., A. E. La floración del cafeto y su relación con el control de la broca. Cenicafé, 1993. 6p. (Avances Técnicos No 193).
2. ARCILA P., J.; VALENCIA A., G. Relación entre la polifenoloxidasa (P.F.O.) y las pruebas de catación como medidas de la calidad de la bebida de café. Cenicafé 26 (2):55-71. 1975.
3. BARBOZA H.,C.A.; AMAYA L.,F.L. Análisis de la calidad del grano y de la bebida de café var. Caturra en función de la maduración y el tiempo de fermentación. Agronomía Tropical 46 (3):289-311. 1996.
4. CARO, P.; SILVA, N.; HUEPP, G.; RAMOS, R. Ensayos de frecuencia de recogida de *Coffea arabica* var. Caturra amarillo. Ciencia y Agricultura. Serie Café y Cacao 7 (2): 25-39. 1985.
5. CARVALHO, V.D.A.; CHALFOUN, S.R. Quality of coffee: influence of pre-harvest factors. The planter's Chronicle 81 (6):189-193.1987.
6. CREENCIA, R.P.; ANUNCIADO, I.S.; PACURZA, R.A. Effect of berry ripeness on coffee cup quality. Philippine agriculturist 50 (2): 178-183. 1966.
7. DA SILVA, C.G.; CORREA, P.C., MARTINS, J.H. Qualidades da bebida do café (*Coffea arabica* L.) em funcao da proporcao de frutos verdes e da temperatura do ar de secagem. Revista Brasileira de Armazenamento 2381:45-48.1998.
8. DENTAN, E.; ILLY, A. Étude microscopique de grains de café matures, immatures et immatures fermetés Arabica Santos. In: Colloque Scientifique sur le Café, 11.Lomé (Togo) 11-15 février 1985. Paris, ASIC 1985. p.341-350.
9. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE. Información climática 1950 a 1997. Chinchiná, Cenicafé, 1997. sp.
10. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Tecnología del cultivo del café. Manizales, Comité Departamental de cafeteros de Caldas - Centro Nacional de Investigaciones de café, Cenicafé, 1987. 404 p.
11. FREIRE, A.C.F. ; MIGUEL, A.E. Rendimento e qualidade do café colhido nos diversos estagios de maturacao, em Varginha-MG. In. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 12. Caxambú(Brasil) 28-31 outubro de 1985. Trabalhos apresentados. Rio de Janeiro, IBC, 1985. p.176-179.
12. GARRUTI, R.dos.; TEIXEIRA, C.G.; SCHMIDT, N.S.; JORGE, J.P.N. Influencia do colheita e preparo do café sobre e qualidade da bebida. Bragantia 20(25):653-657. 1961.

13. GUYOT, B.; PETINGA, E.; VINCEN, J. C. Analyse qualitative d'un café *Coffea canephora* var. Robusta en fonction de la maturité. *Café, Cacao, The* 32 (2):127-140. 1988.
14. NOGHEIRA, V.S. Colheita e preparo do café. *Varginha. IBCDACAF-FUNDACAODOCAFÉ*, 1987. 12p.
15. OCHOA C., A. B. C. La cosecha influye en la calidad del café. *Bibliocafé: Boletín Bibliográfico Informativo* 11(1-6):18-24, 1988.
16. PUERTA Q., G. I. La calidad del café. *Chinchiná, Cenicafé*, 1996. 9p.
17. PUERTA Q., G. I. Evaluación de la calidad del café colombiano procesado por vía seca. *Cenicafé* 47(2):85-90. 1996.
18. PUERTA Q., G. I. Escala para la evaluación de la calidad de la bebida de café verde *Coffea arabica* L, proceso vía húmeda. *Cenicafé* 47 (4): 231-234. 1996.
19. PUERTA Q., G. I. Informe anual de actividades de investigación 1996-1997. *In: CENTRO Nacional de Investigaciones de Café. Cenicafé. Disciplina Química Industrial. Chinchiná, Cenicafé*, 1997. 56p.
20. PUERTA Q. G.I. HERRERA G.G.H.; PEREZ L.C.M. Caracterización de la flora microbiana del café. *In: CENTRO Nacional de Investigaciones de Café. Cenicafé. Disciplina Química Industrial. Informe anual de actividades 1996-1997. Chinchiná, Cenicafé*, 1997 pv.
21. ROA M, G.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; ALVAREZ G., J.; RAMIREZ G., C.A.; ALVAREZ H., J.R. Desarrollo de la tecnología BECOLSUB para el Beneficio ecológico del café. 1997. 6 p. (*Avances Técnicos N.º 238*).
22. SALAZAR G., M.R.; CHAVES C., B.; RIAÑO H., N.; ARCILA P., J.; JARAMILLO R., A. Crecimiento del fruto de *Coffea arabica* var. Colombia. *Cenicafé* 45 (2):41-50. 1994
23. SIVETZ, M.; DESROSIER, N.W. *Coffee technology*. Westport, Connecticut, Avi Publishing Company, 1979. 716 p.
24. TEIXEIRA, A.A.; FAZOULI, L.C. Influencia de graos preto. verdes em ligas com cafés de bebida mole. *In: Congresso Brasileiro de pesquisas cafeeiras*, 12. Caxambu, 28-31 outubro, 1985. *Trabalhos. Rio de Janeiro, IBC-GERCA*, 1985. p. 43-44
25. TEIXEIRA, A.A.; GOMEZ, F.P. O defeito que mais prejudica a bebida do café. *Revista de Agricultura* 45(1):3-8. 1970.
26. WALLIS, J.A.N. La calidad del café arábigo en Kenya y Tanzania. *Café* 8(1-2): 1-25. 1967.
27. WILBAUX, R. Les caféiers au Congo Belge. *Technologie du café Arabica et Robusta. Bruxelles, Ministère des Colonies, Direction de l'Agriculture des Forests et de l'Élevage*, 1956. 213 p.
28. WILLIAMS, A.A.; FERIA M., A.M.; KARI, P.E. Sensory and analytical examination of ground and cup coffee with particular reference to bean maturity. *In: Colloque Scientifique sur le café*, 13. Paipa 21-25 aout 1989. Paris, ASIC 1989. p.83-106.
29. WRINGLER, G. *Coffee*. Nueva York, Longman Scientific & Technical, 1988. 639 p.