

RELACIÓN ENTRE EL ESTADO DE MADUREZ DEL FRUTO DEL CAFÉ Y LAS CARACTERÍSTICAS DE BENEFICIO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA BEBIDA ¹

Sandra M. Marín-López*; Jaime Arcila-Pulgarín**; Esther C. Montoya-Restrepo***; Carlos E. Oliveros-Tascón****

RESUMEN

MARÍN L., S.M.; ARCILA P., J.; MONTOYA R., E. C.; OLIVEROS T., C.E. Relación entre el estado de madurez del fruto del café y las características de beneficio, rendimiento y calidad de la bebida. Cenicafé 54(4) 297-315.2003

Se evaluaron las características de beneficio, café pergamino, café almendra y calidad en taza, de frutos de café (*Coffea arabica* L.) variedad Colombia de cereza roja, de diferente grado de madurez, en intervalos semanales, desde los 182 hasta los 231 días después de la floración (ddf). Las muestras se procesaron mediante beneficio húmedo con desmucilaginado mecánico y secado solar. Se encontró que en la caracterización de los cafés pergamino, aquellos provenientes de los estados maduro y sobremaduro presentaron los mejores valores de conversión en kilogramos de café cereza a kilogramos de café pergamino seco (5,04:1 y 5,25:1) y en cuanto al porcentaje de café pergamino se encontró 94,59 y 88,60%, respectivamente. En las características de la almendra, se observó en el estado maduro el mejor rendimiento en trilla y el menor porcentaje de almendras con defectos. En la determinación de calidad en taza, los estados pintón (210 ddf), maduro (217 ddf) y sobremaduro (224 ddf), fueron calificados como bebidas de buena calidad.

Palabras claves: *Coffea arabica* L. cv Colombia, frutos, grado de madurez, beneficio, rendimiento, café pergamino, almendra, calidad en taza.

ABSTRACT

The characteristics of processing, parchment and green coffee outputs and the cup quality of coffee beans were evaluated in red cherry fruits of *Coffea arabica* L. Colombia variety at different stages of ripening at weekly intervals from 182 to 231 days after blossoming (daf). The samples were treated through humid processing with mechanical mucilage removal and sun drying. It was found that in the characterization of parchment coffees, those coming from fully ripe and over ripe fruits exhibited the best values of conversion from kilograms of cherry coffee to kilograms of dry parchment coffee (5,04:1 and 5,25:1) and, regarding parchment coffee outputs, 94,59 and 88,60% values were respectively found. With respect to almond characteristics, fully ripe fruits produced the highest green coffee yields and the lowest percentage of bean defects. Beans from semi-ripe (210 daf), ripe (217 daf) and over ripe (224 daf) fruits were qualified as good quality beverages.

Keywords: *Coffea arabica* L. cv Colombia, fruit ripening degree, processing characteristics, parchment coffee yield, green coffee, quality of beverage.

¹ Adaptación de un fragmento de la tesis "Caracterización de los estados de maduración del fruto del café" presentada por el primer autor a la Universidad de Caldas, como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo

* Estudiante, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Agronomía. Universidad de Caldas. Manizales

** Investigador Principal I. Fitotécnica. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia

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

**** Investigador Principal I. Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia

En las condiciones climáticas de la zona cafetera colombiana el café presenta alta desuniformidad de maduración, observándose en una misma rama frutos en diferentes estados de desarrollo y en varios grados de madurez. Por esta razón, es necesario recolectar el café entre 12 y 15 veces por año (3). La cosecha de los frutos de café se hace habitualmente con el criterio empírico sobre el color de la cereza, la cual al madurar presenta una mezcla de tonalidades verdes, amarillas y rojas, según el cultivar o variedad; como resultado, se cosecha una mezcla que incluye frutos verdes, pintones, maduros, sobremaduros y secos (27). Cada uno de estos tipos de frutos presenta características físicas y químicas específicas, que determinan la cantidad y calidad del producto obtenido durante los procesos de beneficio, trilla, almacenamiento y preparación de la bebida.

En Colombia, se comercializa el café en el estado de pergamino seco, el cual puede recibir calificaciones desde tipo Federación hasta pasilla, según los porcentajes de defectos como grano pelado, guayabas y media cara (8), pero el precio a pagar por el café depende del factor de rendimiento en trilla, el cual corresponde a la relación entre la cantidad de café pergamino seco requerido para obtener un saco de café excelso; teniendo en cuenta los defectos de las almendras (11, 23), y el tamaño de éstas, con una tolerancia del 1,5% sobre la malla 12. Tanto la presencia de defectos como el tamaño de las almendras dependen en un amplio grado de la proporción de estados de madurez de los frutos en la masa cosechada (26).

El beneficio de frutos inmaduros y secos, que no han desarrollado mucílago, o lo han perdido en su totalidad, proporciona un alto porcentaje de granos con daño mecánico por abrasión y ruptura del pergamino o de la almendra. Cuando se procesan frutos con un grado adecuado de maduración estos defectos

son mínimos, debido a la presencia de mucílago que ayuda a disminuir el daño mecánico durante el despulpado (2).

Con relación a la calidad en taza, algunos estudios han determinado que la mejor bebida se obtiene de frutos maduros, mientras que los verdes deterioran la calidad debido a múltiples defectos como sabor y aroma a fermento y acre en la bebida (26, 28).

En la taza proveniente de frutos sobremaduros se identifican defectos como sabores a fermento, además otros sabores y aromas extraños y contaminados debido a la presencia de frutos perforados por insectos y contaminados (27); mientras que en los frutos secos la bebida es calificada como dura, debido a que son materiales senescentes, con procesos fermentativos, además de mostrar una alta presencia de frutos perforados por insectos (29).

Lo anterior denota la importancia de los cuidados que deben tenerse en el proceso de recolección, para cosechar principalmente frutos con grado de madurez apropiado, ya que de ellos dependerá la cantidad, la calidad del café pergamino seco y de la almendra, y la calidad de la bebida.

En esta investigación se obtuvieron los resultados de la evaluación a través del tiempo, de las características de beneficio, rendimiento y calidad, que presentan los frutos de café en diferentes estados de maduración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La fase de campo se llevó a cabo en la Estación Central Naranjal en Chinchiná, localizada a latitud 4° 59'N, longitud 75° 39'O, altitud 1.400m, donde se presentan las siguientes condiciones medias: Temperatura 21,3°C, humedad relativa 78%,

precipitación total anual de 2.634mm con 237 días de lluvia y brillo solar de 1.690h (9). El proceso de beneficio se llevó a cabo en el Beneficiadero Experimental de Cenicafé en Chinchiná; la evaluación de las características físicas del grano y la calidad de la bebida se realizó en el laboratorio de calidades y panel de catación de la disciplina de Química Industrial de Cenicafé.

El lote donde se llevaron a cabo los registros, tenía 7.500 plantas de la variedad Colombia de cereza roja, sembradas a libre exposición, en noviembre 3 de 1999, a una distancia de 1,00 x 1,00m. Hasta el término de la recolección tuvo un adecuado manejo fitosanitario, de arvenses y fertilización.

Metodología. De la población conformada por las 7.500 plantas, se tomó el 13,3% de ellas y se les hizo un seguimiento del proceso de maduración del fruto para lo cual se realizaron muestreos semanales, a partir de la semana 26 después de la floración (182 días) y hasta la semana 33 (231 días) momento en el cual se recolectaron frutos secos. Se evaluaron solamente los frutos correspondientes a la floración de marzo 21 de 2002, que fue la más importante de ese año. En cada muestreo se seleccionaron aleatoriamente y sin reemplazo 100 plantas de cada árbol, se recolectaron todos los frutos en las ramas localizadas entre la cruz número 8 y la cruz número 20. Por selección visual se escogieron los frutos que presentaran coloración similar, en 50% ó más de su superficie, y se pesó una muestra de aproximadamente 7kg, para llevar a cabo las evaluaciones de la calidad del café despulpado, en pergamino seco, en almendra y el perfil sensorial de la bebida. Se estableció una escala cuantitativa y cualitativa en la que se relacionaron las diferentes variables con cada estado de maduración, con el siguiente procedimiento, para la toma de información:

Definición del estado de maduración. Se utilizó la escala de Pantone (20) para describir el color de los frutos recolectados. La escala permite definir cuantitativamente el color, según los porcentajes de los pigmentos cian (C), magenta (M), amarillo (Y) y negro (K), que conforman cada una de las tonalidades.

Calidad del café beneficiado. El café en cereza se despulpó y fue desmucilaginado en un módulo BECOLSUB 300, equipado con despulpadora Gaviota 300 (19) y desmucilaginador DESLIM 300 NG, con rotor de 92mm de diámetro (17). El secado de las muestras, hasta un contenido de humedad cercano al 11%, se realizó al sol. Para la evaluación del café despulpado se tomaron 3 muestras de 100 gramos, en las cuales se determinó: el porcentaje de café con pergamino, porcentaje de granos sin despulpar, porcentaje de grano pelado, porcentaje de granos con defectos, porcentaje de grano brocado, porcentaje de pulpa (1, 8, 27).

Calidad del café pergamino seco. Del café pergamino seco resultante se tomaron 3 muestras de 100 gramos, en las cuales se determinó: el factor de conversión de café cereza a café pergamino seco, el porcentaje de café pergamino seco, el porcentaje de impurezas, el porcentaje de defectos, el porcentaje de café pelado, el porcentaje de granos brocados, el porcentaje de guayabas (8, 15, 21).

Calidad de la almendra. El café pergamino seco se trilló y se evaluó el rendimiento en trilla en el cual se tiene en cuenta la granulometría de las almendras, el porcentaje de almendras sin defectos y la merma (relación almendra pergamino) (5, 23, 24).

Análisis sensorial. A la muestra de café almendra proveniente de la trilla se le realizó la prueba de calidad de la bebida conside-

rando: la intensidad del aroma del café molido, aroma de la bebida, acidez, amargo, cuerpo e impresión global.

La evaluación de la calidad en taza de las muestras de café se realizó en el panel de catación de Cenicafé. Se realizaron 22 evaluaciones sensoriales para cada muestra de café, siguiendo las técnicas empleadas en Cenicafé para este tipo de análisis. Cada taza se preparó utilizando 11 gramos 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 500mm de tamaño de partícula.

Se usó el método descriptivo cuantitativo propuesto por Puerta (26) 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, finalmente 1 como la peor calificación.

Análisis estadístico.

-Estimación de los promedios para cada una de las características evaluadas.

-Para cada una de las características de beneficio del café pergamino seco, de la almendra y de calidad de bebida, se realizó la estimación del intervalo de confianza para el promedio, con un coeficiente de confianza del 95%.

-Estimación de los coeficientes de regresión para un modelo cuadrático, para las variables rendimiento en trilla, porcentaje de merma, porcentaje de almendra sana, porcentaje de

almendras con defectos, de acuerdo con los días transcurridos después de la floración.

-Prueba de Duncan para comparar los promedios de los estados de maduración en las siguientes variables: porcentaje de granos despulpados, porcentaje de granos sin despulpar, porcentaje de grano pelado verde, porcentaje de grano pelado sano, porcentaje de grano partido, porcentaje de grano brocado, porcentaje de grano guayaba, porcentaje de granos guayaba del café pergamino seco, porcentaje de granos pelados, porcentaje de impurezas del café pergamino seco, porcentaje de defectos en café pergamino seco.

-Para las variables mencionadas en el anterior numeral se compararon los promedios del estado seco (senescente) con los demás estados de maduración, mediante la prueba de comparación Dunnett.

Escala de maduración. Con los resultados obtenidos se estableció una escala cuantitativa y cualitativa en la que se relacionaron diferentes características de color, beneficio, café pergamino seco, almendra y calidad de la bebida, asociadas a los 8 estados de maduración del fruto de café definidos en este estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de los estados de maduración del fruto. En la Figura 1 se presentan los estados de maduración del fruto del café, según la edad (días después de la floración, ddf) y la característica de coloración para más del 50% de las cerezas cosechadas. Se identificaron 8 estados que van desde el estado verde inmaduro (182 ddf), hasta el rojo maduro (217 ddf) y el estado seco (231 ddf). Cada estado se caracterizó por medio de la carta de color Pantone (20), describiendo los porcentajes de pigmentos cian, magenta, amarillo y negro, presentados en la escala



Figura 1. Frutos de café variedad Colombia, de diferente estado de maduración a través del tiempo: Verde 1 (182 ddf), verde 2 (189 ddf), verde 3 (196 ddf), verde amarillo (203 ddf), pintón (210 ddf), maduro (217 ddf), sobremaduro (224 ddf), seco (231 ddf).

de madurez del fruto del café propuesta por Marín *et al.* (16).

Variables relacionadas con la calidad del café en el proceso de beneficio (Becolsub).

El café pergamino húmedo obtenido de cerezas con desarrollo de 182 a 203 días después de floración (ddf) presentó la menor calidad, es decir, los porcentajes más altos de frutos sin despulpar, almendras peladas, defectos y pulpa (Tabla 1).

Cuando los frutos se encontraban alrededor de los 210 ddf, el café beneficiado presentó mejor calidad física, mostrando mayor cantidad de café pergamino y menor porcentaje de frutos sin despulpar, almendras peladas, defectos y pulpa, como se aprecia en la Figura 2. Cabe anotar que en los estados pintón, maduro y sobremaduro respecto a los estados iniciales, presentaron altos porcentajes de granos atacados por insectos, entre el 7,12 al 13,81%, factor que va en detrimento

Tabla 1. Calidad física del café proveniente de diferentes estados de maduración, desmucilaginado mecánicamente, sin la previa eliminación de flotes y utilización de zaranda para el café despulpado.

ESTADO	DDF	Café sin despulpar		Almendra pelada		Defectos		Pulpa		Pergamino	
		%	C.V	%	C.V	%	C.V	%	C.V	%	C.V
Verde 1	182	8,90 a*	0,00	50,80 a	159,22	17,30 b	46,73	4,50 ab	135,66	17,78 e	5,32
Verde 2	189	7,98 a	58,45	44,91 ab	22,32	12,33 c	32,99	3,51 ab	44,15	30,56 d	4,67
Verde 3	196	5,86 b	136,94	41,82 b	14,49	28,49 a	12,05	5,34 a	31,14	17,60 e	45,37
Verde amarillo	203	6,11 b	244,94	27,66 c	46,92	16,03 bc	50,94	4,92 a	56,84	43,51 c	6,09
Pintón	210	1,42 c	31,85	7,62 d	17,06	6,83 d	35,72	2,58 b	29,14	74,55 b	3,25
Maduro	217	0,08 c	19,66	0,73 d	8,04	1,15 e	19,99	0,27 c	20,28	90,94 a	12,65
Sobremaduro	224	0,00 c	6,35	0,22 d	24,53	0,75 e	13,47	0,65 c	44,97	84,35 a	31,59
Seco	231	1,44	12,61	56,06	7,20	3,91	18,43	2,12	39,99	6,27	10,98

* Letras no comunes, implican diferencias de promedios según prueba de Duncan al 5%.



Figura 2. Aspecto del café obtenido en el proceso de beneficio con tecnología BECOLSUB para cada estado de maduración del fruto: Verde 1 (182 ddf), verde 2 (189 ddf), verde 3 (196 ddf), verde amarillo (203 ddf), pintón (210 ddf), maduro (217 ddf), sobremaduro (224 ddf), seco (231 ddf).

de la calidad del café, pero que no está relacionado con el desarrollo fisiológico de la maduración de los frutos de café.

En el estado seco, la calidad del café beneficiado fue similar a la obtenida con las cerezas de 210 a 224 ddf, en las características café sin despulpar y defectos. La variable contenido de pulpa presentó semejanza entre los valores para frutos secos y para los estados verde 1, verde 2, pintón y sobremaduro, que oscilaron entre 0,65 y 3,51%. De igual forma, la prueba de Dunnett al 5%, mostró que el café proveniente de cerezas de 182 y de 231 días, presentaba los porcentajes más altos de almendra pelada. El menor porcentaje de café pergamino se obtuvo con cerezas en el estado seco.

En las máquinas utilizadas en la actualidad, el despulpado de los frutos de café con un grado adecuado de madurez ocurre por la acción de fuerzas de compresión y cizallamiento que ocasionan el rompimiento del pericarpio (pulpa) y posteriormente la expulsión de las semillas. El mesocarpio ó mucílago (fluido no-Newtoniano, altamente viscoso) (18), se requiere para que el despulpado ocurra con mínimo daño en las semillas (2, 6, 7, 13).

Por su parte, los frutos inmaduros y secos son materiales más rígidos que los maduros y sobremaduros, y no han desarrollado suficiente cantidad de mucílago, en el caso de los primeros, o éste se ha secado en su totalidad. Los frutos inmaduros pueden soportar cargas compresivas de hasta 200N sin sufrir daños estructurales (2). Debido a la falta de mucílago, el epicarpio o pulpa no se separa completamente de las semillas al pasar las cerezas por la despulpadora, y las almendras generalmente sufren alto daño mecánico.

La evaluación de la calidad del café despulpado se realizó durante la calibración

de equipos y en la determinación de la conversión café cereza a café pergamino por el método Cerper desarrollado en Cenicafé. En general, esta valoración determinará en gran medida la calidad física final del café (8, 13, 15, 24, 27, 29).

Variables relacionadas con el café pergamino seco.

-Relación café cereza/café pergamino seco.

La relación obtenida para los diferentes estados de maduración, mostró el mayor valor en el estado seco (68,41:1) el cual presentó un porcentaje de café pergamino de 4,76; seguido por los estados verde 3, verde 2, verde 1 y verde amarillo, los cuales mostraron relaciones entre el 25,34:1 y el 9,87:1. Comparando los promedios, las menores relaciones (las mejores) se observaron en los estados pintón, maduro y sobremaduro, con valores entre 6,27 y 5,04:1 (Tabla 2). Esta variable es afectada principalmente por la calidad del café cereza y por la tecnología utilizada para beneficiarlo (tipo y calibración) (27).

En Colombia son comunes los rendimientos de café cereza a pergamino seco, entre 4,7 y 5,3:1 cuando se utiliza el beneficio tradicional, con fermentación natural del mucílago (1, 27). En este rango de rendimiento del café se encuentran los valores obtenidos con café cereza en los estados maduros y sobremaduro (217 a 224 ddf), lo que proporciona la certeza de la calidad tanto de la recolección como del despulpado y a futuro, una buena calidad de taza, debido a la poca presencia o ausencia total de defectos.

-Calidad del café pergamino seco. Al igual que en el café pergamino húmedo obtenido con la tecnología Becolsub, en el café pergamino seco en las variables grano pelado, defectos, guayaba e impurezas se presenta

Tabla 2. Caracterización del café pergamino seco, obtenido de frutos en diferentes estados de maduración

ESTADO	DDF	Relación Cereza /cps (Kg)	Pergamino		Grano pelado		Defectos		Guayaba		Impurezas	
			%	C.V	%	C.V	%	C.V	%	C.V	%	C.V
Verde 1	182	11,43	40,00 e*	0,54	31,97 b	50,53	17,27 b	35,61	5,83 b	58,85	3,63 a	9,47
Verde 2	189	11,47	41,90 e	3,61	29,23 b	20,93	17,40 b	5,56	7,20 a	25,95	2,80 b	9,99
Verde 3	196	25,34	22,53 f	62,11	49,17 a	20,43	20,33 a	21,55	4,60bc	78,19	3,07 b	29,13
Verde amarillo	203	9,87	48,86 d	3,84	27,85 b	38,76	15,69 b	41,20	4,49 c	39,93	2,73 b	39,40
Pintón	210	6,27	76,99 c	12,37	8,47 c	5,00	8,95 c	22,10	2,14 d	22,10	1,65 c	6,92
Maduro	217	5,04	94,59a	9,86	1,01 d	11,81	1,16 d	6,52	0,28 e	21,56	0,30 d	3,57
Sobremaduro	224	5,25	88,64 b	14,34	1,25 d	11,02	1,86 d	12,56	1,45de	15,21	0,61 d	19,65
Seco	231	68,41	4,76	10,13	47,30	14,43	9,45	10,79	1,84	14,96	0,79	19,66

*Letras no comunes, implican diferencias de promedios según prueba de Duncan al 5%.

ron los mayores porcentajes en los estados inmaduros (verde 1, 2, 3 y verde amarillo), disminuyendo hasta llegar a los 224 ddf (Tabla 2). El porcentaje de broca, mostró diferencias entre los frutos sobremaduros y los demás estados de maduración, con un valor de 6,38%.

La proporción de pergamino sano aumenta conforme avanza el proceso de maduración de los frutos, alcanzando su máximo valor a los 217 días después de la floración. A partir de los 210 días, se observó un incremento notable (36,99% de café pergamino), con respecto a otros estados como el verde 1. La mayor proporción de pergamino seco ocurrió en el estado maduro con un 94,59%, al igual que el menor porcentaje de defectos evaluados (Figura 3).

Según la prueba de comparación de Dunnett al 5%, el porcentaje de defectos de los estados seco (231 ddf) y pintón (210 ddf), es igual estadísticamente. La variable contenido de guayaba presentó valores semejantes entre frutos secos y los estados pintón, maduro y sobremaduro. Así mismo, se observaron valores de impurezas iguales estadísticamente, entre los 224 y 231 días después de la floración.

El café pergamino seco se comercializa en Colombia según su rendimiento en trilla, ampliamente utilizado en la región central cafetera, y como tipo Federación, en el cual el máximo de grano pelado y guayabas y media cara (granos con pulpa adherida) es de 2 y 3%, respectivamente (8, 21). Solamente con cerezas maduras (217 días) y sobremaduras (224 días), se obtuvo café tipo Federación. Cuando el café pergamino seco presenta altos porcentajes de guayabas y medias caras el factor de rendimiento en trilla se afecta. Sin embargo, si hay café pelado es posible que el factor de trilla no se afecte siempre y cuando éstas no presenten defectos como almendras aplastadas, mordidas, decoloradas o brocadas.

La clasificación de café como pasilla, está representada por un producto que contiene más del 50% de granos defectuosos. En esta categoría se encontró el café pergamino obtenido a los 196 ddf, el cual presentó un 53,77% de defectos (15).

En general, la caracterización del pergamino obtenido de frutos con diferente grado de maduración es una herramienta útil para detectar el origen de los defectos que se observan en la etapa de comercialización, y actuar

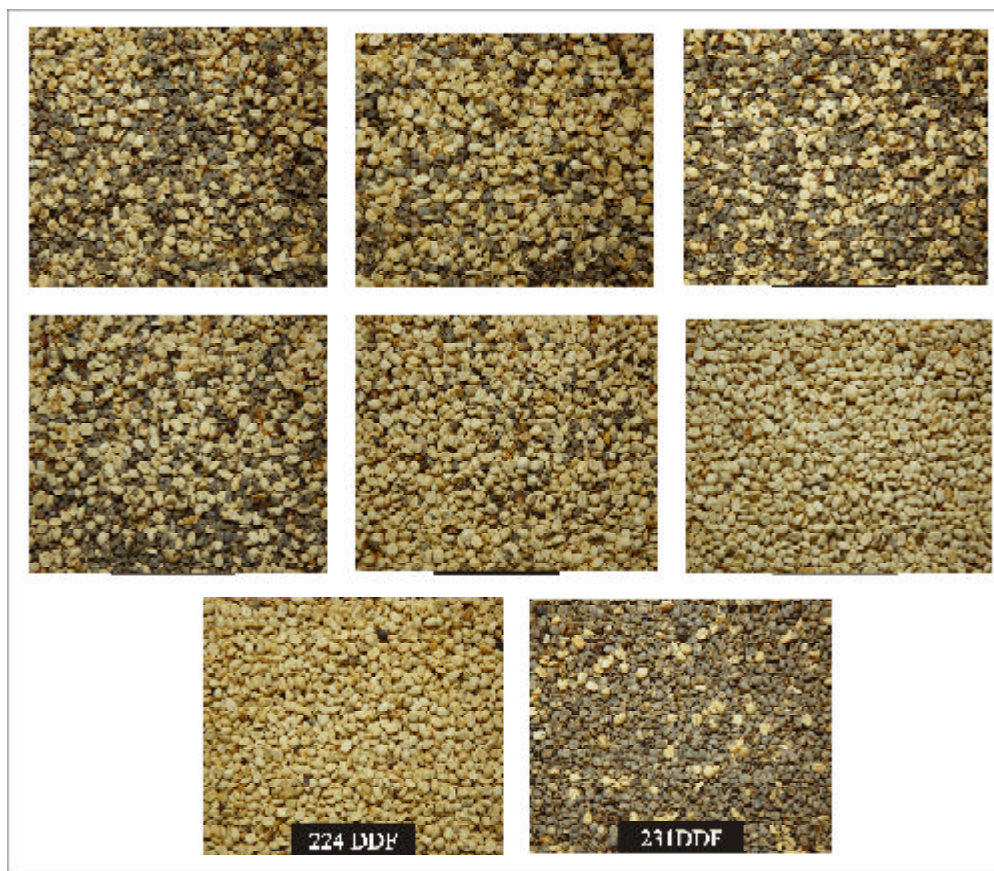


Figura 3. Aspecto del café pergamino seco obtenido en cada estado de maduración, Verde 1 (182 ddf), verde 2 (189 ddf), verde 3 (196 ddf), verde amarillo (203 ddf), pintón (210 ddf), maduro (217 ddf), sobremaduro (224 ddf), seco (231 ddf)

correctivamente para disminuirlos y de esta forma, contribuir al mejoramiento de los ingresos del caficultor

Variables relacionadas con la almendra de café

-Rendimiento en trilla. Esta variable es de gran importancia debido a que con ella se determina el rendimiento real del café, a partir de la relación entre la cantidad de café en

pergamino seco necesario para obtener 70kg de café excelso.

La expresión que describe el comportamiento del rendimiento en trilla del café en función de los días después de la floración, es de tipo cuadrático (Figura 4). Los rendimientos observados entre los 182 y 196 días después de la floración, fueron similares; por tanto, los rendimientos calculados se determinaron a partir de los 196 ddf.

El valor máximo permitido de rendimiento en trilla debe ser menor o igual a 92,8kg con un máximo de 100kg de café pergamino seco, para obtener un saco de 70kg de café almendra excelso, con una merma de impurezas y cisco de 18,2kg y 4kg de subproductos y pasilla (16, 21). Este valor de trilla y porcentaje de merma se obtuvo según el análisis descriptivo, con los frutos pintones (210 días) y maduros (217 ddf), con rendimientos de 100,25 y 92,5kg de café pergamino seco, respectivamente. En este estudio se observó un alto porcentaje de daño de almendra por broca, lo que afectó la determinación del rendimiento, pero cuando de este valor se aisló el defecto de broca y se ajustó el factor de trilla, los rendimientos alcanzados fueron de 93,11kg para pintón, 90,14kg para maduro y 89,99kg para sobremaduro. En general, el defecto por ataque de insectos es una variable que se puede manejar en campo, y de esta manera mejorar el rendimiento en trilla.

-Merma. El porcentaje de merma a través del tiempo muestra un comportamiento cuadrático, el cual fue calculado a partir de los 196 hasta los 231 ddf (Figura 5). El estado verde 3 (196 días) presentó un valor de 6,13% de pergamino después de la trilla. Los mayores valores se observaron entre los 210 y 224 ddf, con porcentajes entre 16,28

y 18,22. El menor valor se observó en el estado seco con 2,22% (Tabla 3). El porcentaje de merma se relaciona directamente con la cantidad de café pergamino sano presente en la muestra; es así como los estados inmaduros y secos presentaron los menores porcentajes de pergamino y los menores valores de merma, contrario a los estados pintón, maduro y sobremaduro.

-Almendras sin defectos. Los mayores porcentajes de almendras sanas se observaron entre los 210 y los 224 ddf, con valores que oscilan entre 83,78 y 93,06%. En la Figura 6 se presentan los valores experimentales (182 a 231 ddf) y estimados en el rango de 196 a 231 ddf.

-Almendras con defectos. Teniendo en cuenta que los valores experimentales de almendras defectuosas en los estados verde 1, verde 2 y verde 3 fueron similares (55,03 a 57,67%) el ajuste al modelo presentado en la Figura 7 se realizó considerando solamente el rango 196 ddf a 231 ddf. El comportamiento de esta variable fue cuadrático, mostrando los menores porcentajes entre los 210 y 224 días después de la floración.

-Defectos de la almendra. Los defectos predominantes en la caracterización de la almendra de café se aprecian en la Tabla 4.

Tabla 3. Características de la almendra de café, en diferentes estados de maduración

ESTADO	DDF en trilla	Rendimiento	Merma (%)	Almendra sana (%)	Almendra con defectos (%)
Verde 1	182	173,44	9,33	45,32	55,03
Verde 2	189	175,83	9,98	44,95	55,05
Verde 3	196	178,71	6,13	42,33	57,67
Verde amarillo	203	120,17	8,94	64,48	35,52
Pintón	210	100,25	16,28	83,78	16,22
Maduro	217	92,46	18,05	93,06	6,94
Sobremaduro	224	101,48	18,22	85,47	14,53
Seco	231	158,73	2,22	45,27	54,73

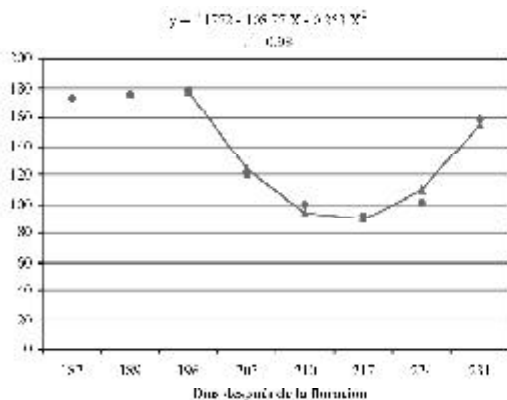


Figura 4. Comportamiento del rendimiento en trilla (y), de acuerdo con los días transcurridos después de floración (x).

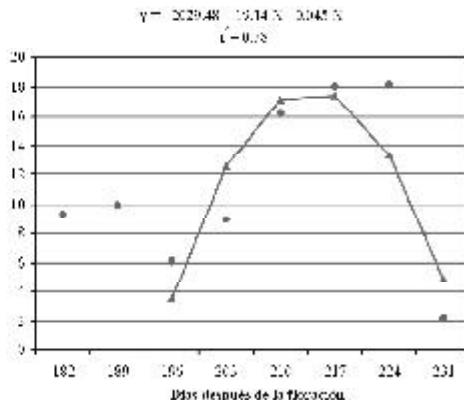


Figura 5. Comportamiento del indicador merma (y), con los días transcurridos después de floración.

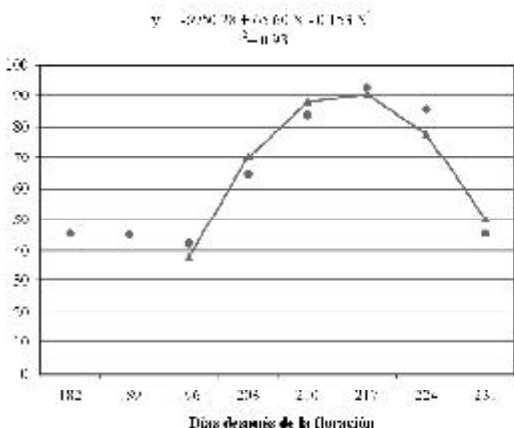


Figura 6. Comportamiento del porcentaje de almendras sanas de café (y), de acuerdo con los días transcurridos después de la floración (x).

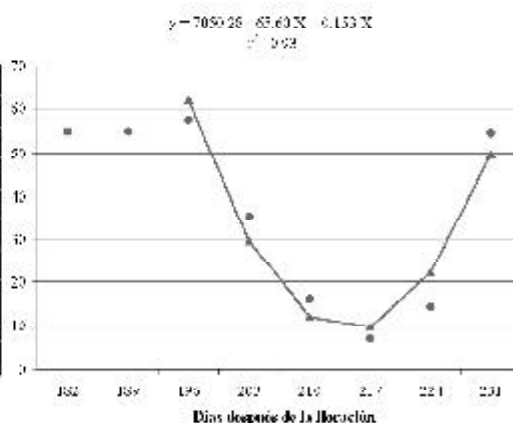


Figura 7. Comportamiento de la variable almendras defectuosas (y), en el rango de desarrollo de frutos 182 ddf a 231 ddf (x).

Tabla 4. Defectos en el café trillado, en diferentes estados de maduración del fruto

ESTADO	DDF	Negro %	Vinagre %	Decolorado %	Mordido cortado %	Picado por insectos %	Malformado %	Aplastado %	Inmaduro %	Astillado partido	Guayaba %
Verde 1	182	0,5	22,0	0,0	24,2	1,7	0,6	0,5	2,4	2,6	0,3
Verde 2	189	2,6	11,9	5,6	24,4	2,0	0,0	0,3	3,1	5,2	0,0
Verde 3	196	2,7	20,9	2,3	22,5	1,5	0,5	0,7	0,8	5,8	0,0
Verde amarillo	203	0,3	1,8	2,3	22,1	2,8	0,1	0,4	0,4	5,3	0,0
Pintón	210	0,0	0,1	0,0	7,8	5,9	0,4	0,1	0,0	1,6	0,0
Maduro	217	0,3	0,0	0,2	1,5	3,3	0,6	0,0	0,0	0,9	0,0
Sobremaduro	224	0,6	0,1	0,5	1,6	9,9	0,3	0,0	0,0	1,4	0,0
Seco	231	0,9	3,5	11,0	5,5	31,9	0,0	0,9	0,0	3,1	0,1

Los estados inmaduros (verde 1, 2 y 3), presentaron un alto porcentaje de granos vinagres y granos mordidos o cortados, con valores entre el 11,89 y 22,04%, y 22,51 y 24,39%, respectivamente. Los demás defectos presentaron porcentajes notoriamente inferiores en los estados de maduración mencionados anteriormente.

En el estado verde amarillo se encontró como defecto predominante, el de granos mordidos o cortados, seguido en menor proporción por el de grano vinagre, picado por insectos, aplastado, inmaduro y malformado. Para los frutos recolectados a los 210 días después de la floración (ddf), el porcentaje total de defectos estuvo alrededor de un 16,22%, el cual se encuentra representado en su mayoría por granos mordidos y perforados por la broca.

El menor porcentaje de defectos se encontró en los frutos maduros (217 ddf), con valores inferiores al 1% en granos negros, decolorados, malformados y astillados, y superiores al 1% en granos partidos o mordidos y picados por insectos. En el estado sobremaduro se observó un aumento del porcentaje total de los defectos de la almendra, destacándose un incremento del 6,66%, respecto al estado maduro. Las almendras

provenientes de los frutos que se secaron en el árbol mostraron los mayores porcentajes de granos picados por insectos (31,87%) y decolorados (11,04%). De igual forma, se observó un aumento de granos negros, vinagres, aplastados, astillados y guayaba, respecto a las almendras provenientes de cezas de 217 ddf (Figura 8).

Barboza y Amaya (4), encontraron valores medios de defectos en variedad Caturra, para los estados pintón, maduro y sobremaduro (10,0; 2,0 y 3,4%, respectivamente), similares a los encontrados en esta investigación en los mismos estados de maduración, sin tener en cuenta los porcentajes de almendra afectados por broca. Los estados que presentaron los mayores porcentajes de defectos (granos negros, vinagres, mordidos, cortados y partidos o astillados) fueron los inmaduros, desde los 182 hasta los 203 ddf, seguidos por los secos.

-Granulometría. Los resultados del análisis granulométrico de los estados de maduración de café de la Tabla 5, indican un tamaño adecuado de las almendras, debido a que todos los estados presentaron los mayores porcentajes de almendras sobre malla 14, entre el 98,41 y 99,74%. Sobre la malla 17 se observaron más del 50% de las almendras

Tabla 5. Granulometría de muestras de café var. Colombia en diferentes estados de maduración.

ESTADO	DDF	Distribución de las almendras (%) correspondientes a las diferentes aberturas de los Tamices (de 1/64 pulgadas de diámetro)				
		Malla 17	Malla 16	Malla 15	Malla 14	Malla 12
Verde 1	182	64,05	21,96	8,46	4,52	1,01
Verde 2	189	40,96	35,87	15,39	6,45	1,59
Verde 3	196	63,33	20,91	10,93	3,93	0,91
Verde amarillo	203	64,18	25,93	7,77	1,86	0,26
Pintón	210	69,53	19,43	8,00	2,54	0,50
Maduro	217	55,35	27,10	13,72	3,16	0,68
Sobremaduro	224	82,04	13,79	3,41	0,76	-
Seco	231	64,70	25,97	6,37	2,63	0,33

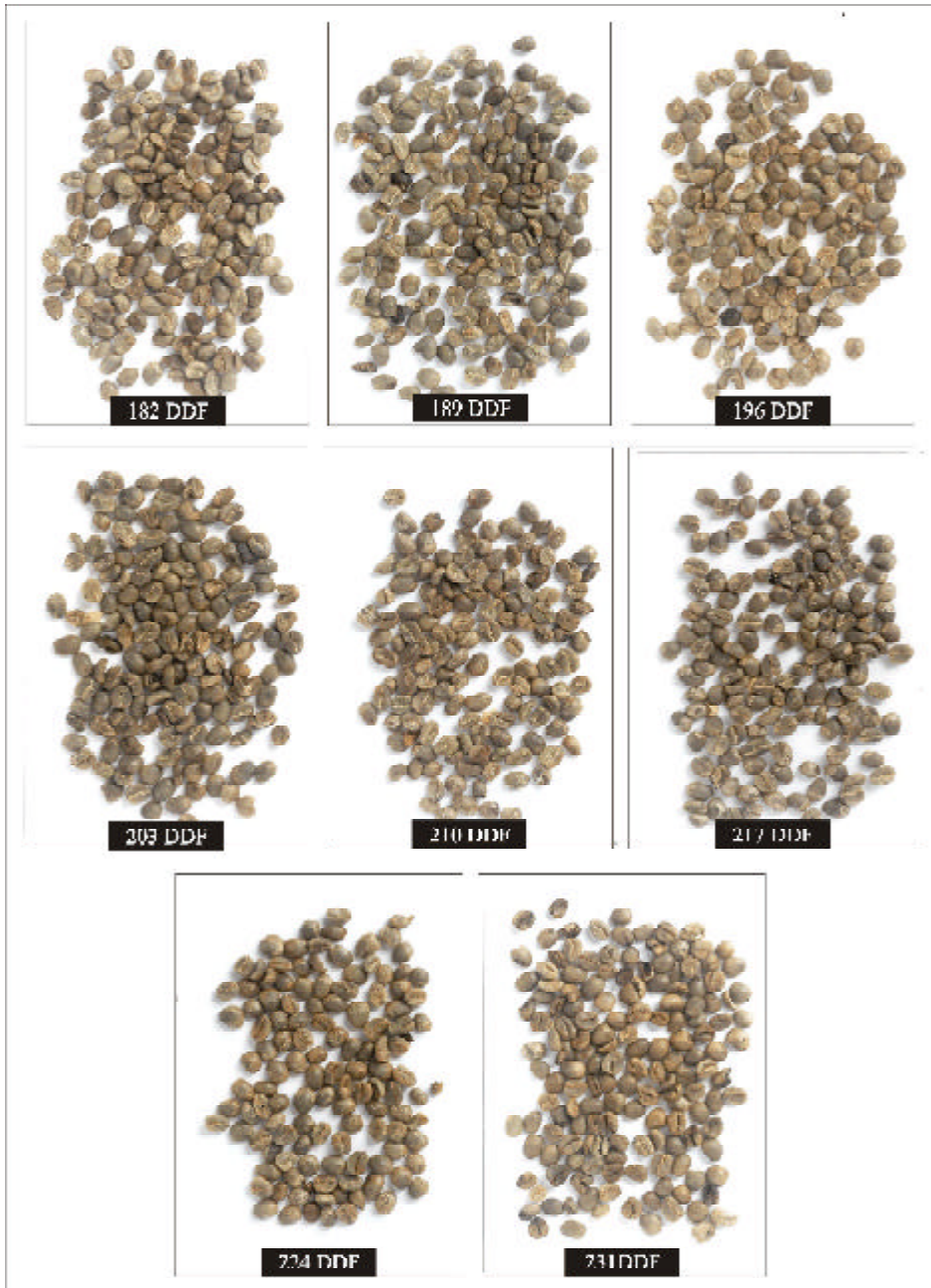


Figura 8. Almendras de café var Colombia, provenientes de cerezas en diferentes estados de maduración verde 1 (182 ddf), verde 2 (189 ddf), verde 3 (196 ddf), verde amarillo (203 ddf), pintón (210 ddf), maduro (217 ddf), sobremaduro (224 ddf), seco (231 ddf).

para todos los estados de maduración, excepto el verde 2 (40,56%); el café sobremaduro (224ddf) presentó el mayor porcentaje de granos sobre esta malla, notoriamente superior al observado en otros estados como el pintón (69,5%) y el maduro (55,4%).

Estos resultados son similares a los encontrados por Barboza y Amaya (4), en variedad Caturra en segunda recolección, quienes registran el mayor porcentaje de granos sobre el tamiz 17, seguido por el tamiz 16, para cerezas verdes, pintonas, maduras y sobremaduras. En variedad Robusta para la tercera y cuarta recolección, en los mismos estados, Guyot *et al.* (14), afirman que los mayores porcentajes de granos se observan sobre las mallas 16 y 14. En general, el café almendra para la determinación del rendimiento en trilla debe encontrarse sobre la malla 14, con una tolerancia del 1,5% sobre malla 12 (10).

La sola granulometría del café no es un criterio de calidad suficiente y por tanto, se requiere evaluar el aspecto y el color de las almendras, buscando un producto de alta calidad ya sea para consumo local o para exportación.

De acuerdo con la información presentada en la Tabla 6, los frutos que dan origen a almendras de mayor peso y mejor granulometría son las cerezas verde amarillas, pintonas,

maduras y sobremaduras (entre los 203 y los 224 ddf). El mayor porcentaje de almendras en cada uno de estos estados de desarrollo del fruto, poseen un peso promedio superior a 0,15g, valor superior a los reportados por Pimenta *et al.* (22), para *Coffea arabica* L., tanto para estados inmaduros como para estados senescentes (0,120 g almendras de frutos verdes; 0,144 g verde caña; 0,156 g maduras y 0,126 secos). Cabe resaltar que estos resultados se obtuvieron considerando solamente almendras sanas.

VARIABLES RELACIONADAS CON LA CALIDAD DE LA BEBIDA DE CAFÉ

Los resultados obtenidos indican que cada uno de los atributos de la calidad del café es influenciado por el estado de desarrollo de las cerezas.

-Intensidad del aroma del café molido y aroma de la bebida. Los menores valores se presentaron en los estados verde 2, verde 3 y verde amarillo, con un valor medio de 3,00 en todas las observaciones (Tabla 7). En los estados verde 1 y seco, estos dos atributos presentaron valores diferentes a los observados en los demás estados de maduración, mostrando medias de 3,92 y 5,83 en la intensidad del aroma y de 4,17 y 5,33 en el aroma de la bebida para cada estado, respectivamente. Según el análisis descriptivo, los

Tabla 6. Características de las almendras de café var. Colombia en diferentes estados de maduración.

ESTADO	DDF	Humedad (%)	Número de granos en 50g	Peso de 100 granos secos (g)
Verde 1	182	11,5	316	15,7
Verde 2	189	12,1	319	15,8
Verde 3	196	11,2	299	16,1
Verde amarillo	203	11,7	286	17,2
Pintón	210	12,8	283	18,5
Maduro	217	11,3	293	18,2
Sobremaduro	224	12,0	290	18,6
Seco	231	11,0	316	17,5

estados de mayores calificaciones fueron pintón (6,58 y 6,50), maduro (6,92 y 6,83) y sobremaduro (6,75 y 7,00).

-Acidez. El menor valor (2,6) correspondió al estado verde 2, seguido por los estados verde 1, verde 3, verde amarillo y seco, con medias entre 2,92 y 3,00. Los mayores valores se obtuvieron en los estados pintón (7,00), maduro (7,25), y sobremaduro (7,00).

-Amargo. La menor calificación, 2,33, correspondió al estado verde 2, seguida por los estados verde 1, verde 3, verde amarillo y seco, que presentaron valores en el rango 2,83 a 3,00. Los estados pintón y sobremaduro

presentaron calificación de 7,0. El valor más alto se observó en estado maduro y fue de 7,25.

-Cuerpo e Impresión Global. Cada estado de maduración mostró igual respuesta en las dos variables. El estado verde 2 presentó el menor valor equivalente a 2,33. Le siguieron en orden, los estados seco, verde 1, verde amarillo y verde 3, con valores de 2,83; 2,92; 2,92 y 3,00, respectivamente. Los estados pintón, maduro y sobremaduro presentaron valores entre 6,92 y 7,17.

Según la escala de calificación propuesta por Puerta (26), la interpretación de la ca-

Tabla 7. Perfil sensorial de muestras de café (*C. arabica*) var. Colombia, proveniente de almendras sanas, obtenidas de cerezas de café en diferentes estados de maduración a través del tiempo.

ESTADO	DDF	Intensidad del aroma	Aroma de la bebida	Acidez	Amargo	Cuerpo	Impresión global
Verde 1	182	3,92	4,17	2,92	2,92	2,92	2,92
Verde 2	189	3,00	3,00	2,50	2,33	2,33	2,33
Verde 3	196	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Verde amarillo	203	3,00	3,00	2,92	2,92	2,92	2,92
Pintón	210	6,58	6,50	7,00	7,00	7,00	7,00
Maduro	217	6,92	6,83	7,25	7,42	7,17	7,17
Sobremaduro	224	6,75	7,00	7,00	7,00	6,92	6,92
Seco	231	5,83	5,33	2,92	2,83	2,83	2,83

La escala de calificación se interpreta así: (9,8,7 Buena calidad, 9 lo mejor); (6,5,4 Desviaciones, tolerable); (3,2,1 Defectos, 1 lo peor)

Tabla 8. Perfil sensorial del café *C. arabica* var. Colombia, proveniente de almendras sanas, de cerezas de café en diferentes estados de maduración a través del tiempo.

ESTADO	DDF	Calidad sensorial
Verde 1	182	Defecto cereal, grasa, reposo
Verde 2	189	Defecto fenol y reposo
Verde 3	196	Defecto reposo
Verde amarillo	203	Defecto madera, reposo, sucio
Pintón	210	Buena calidad
Maduro	217	Buena calidad
Sobremaduro	224	Buena calidad
Seco	231	Defecto metálico, reposo

alidad sensorial (Tabla 8), muestra tazas con defectos en los estados verde 1, verde 2, verde 3, verde amarillo y seco. En la Figura 9 se comparan los valores obtenidos para cada uno de los componentes del perfil sensorial para las tazas preparadas con café de diferentes estados de desarrollo. Se observa que solamente las tazas preparadas con café en los estados de pintón, maduro, y sobremaduro dieron buena calidad.

La calidad de la bebida de café es muy afectada por la composición de la masa recolectada, especialmente cuando el porcentaje de cerezas verdes es superior al 2,5% en peso (4, 26). Como se presentó en la Tabla 4, las cerezas inmaduras generan almendras con defectos tales como granos vinagres y negros los cuales inducen en la bebida sabores y aromas a fermentos. También, cosechar los frutos secos en el árbol perjudica la calidad de la taza porque a medida que aumentan los frutos secos en el beneficio, aumenta la cantidad de almendras con defectos, dando como resultado una bebida “dura” ó imbebibible (5, 12, 26, 28).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo, y los registrados por Puerta (25), se puede afirmar que las cerezas óptimas para la recolección son las pintonas (210 ddf), las maduras (217 ddf) y las sobremaduras (224 ddf), debido a que presentan las mejores calificaciones de intensidad del aroma del café molido, aroma de la bebida, acidez, amargo e impresión global.

Los resultados de esta investigación se resumen en la Figura 10 y permiten hacer las siguientes consideraciones finales:

Durante el período de maduración evaluado se encontraron 3 estados fisiológicos del fruto del café aceptables para la recolección, entre los cuales están los frutos pintones, maduros y sobremaduros, los cuales ocurren en la Estación Central Naranjal, en Chinchiná, Caldas, entre los 210 y 224 días después de la floración

Los estados que presentan las mejores características de beneficio y café pergamino son el maduro y sobremaduro, debido a que

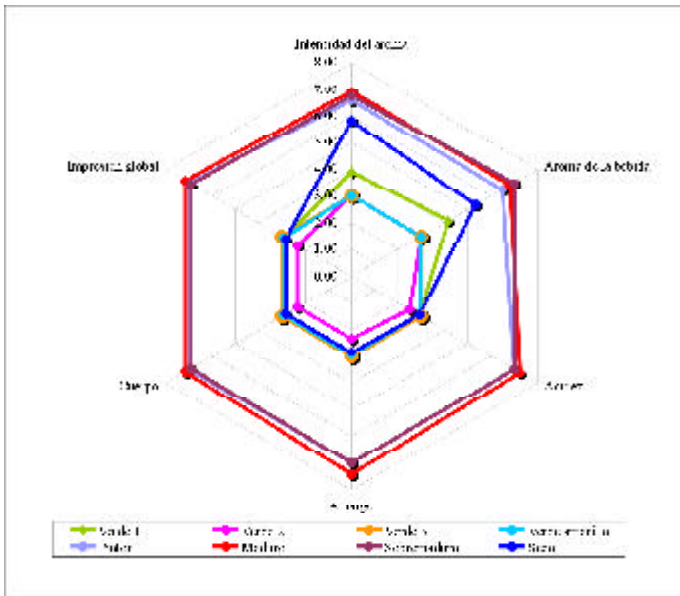










Figura 9. Perfil sensorial del café *C. arabica* var. Colombia, proveniente de almendras sanas, de cerezas de café en diferentes estados de maduración a través del tiempo.

Figura 11. Escala de maduración del café variedad Colombia, para el beneficio, rendimiento y calidad de la bebida

Estado	Características del Beneficio (promedio)	Características del Café Pergamino (pr medio)	Características de la Almendra (promedio)	Características (promedio)	Cantidad de bebida* (promedio)
	<p>Peso: 17,30g</p> <p>Gravimétrica: 13,17%</p> <p>Moist: 17,30%</p> <p>Fibre: 4,51%</p> <p>Grain density: 4,51%</p>	<p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>
	<p>Peso: 14,00g</p> <p>Gravimétrica: 14,00%</p> <p>Moist: 14,00%</p> <p>Fibre: 14,00%</p> <p>Grain density: 14,00%</p>	<p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>
	<p>Peso: 11,50g</p> <p>Gravimétrica: 11,50%</p> <p>Moist: 11,50%</p> <p>Fibre: 11,50%</p> <p>Grain density: 11,50%</p>	<p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>
	<p>Peso: 9,00g</p> <p>Gravimétrica: 9,00%</p> <p>Moist: 9,00%</p> <p>Fibre: 9,00%</p> <p>Grain density: 9,00%</p>	<p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>
	<p>Peso: 6,50g</p> <p>Gravimétrica: 6,50%</p> <p>Moist: 6,50%</p> <p>Fibre: 6,50%</p> <p>Grain density: 6,50%</p>	<p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>
	<p>Peso: 4,00g</p> <p>Gravimétrica: 4,00%</p> <p>Moist: 4,00%</p> <p>Fibre: 4,00%</p> <p>Grain density: 4,00%</p>	<p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>
	<p>Peso: 1,50g</p> <p>Gravimétrica: 1,50%</p> <p>Moist: 1,50%</p> <p>Fibre: 1,50%</p> <p>Grain density: 1,50%</p>	<p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>
	<p>Peso: 0,50g</p> <p>Gravimétrica: 0,50%</p> <p>Moist: 0,50%</p> <p>Fibre: 0,50%</p> <p>Grain density: 0,50%</p>	<p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p> <p>6000-6000g</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>	<p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p> <p>10,1</p>

* La escala de calificación se interpreta así: 9, 8, 7 Buena calidad, 9 lo mejor; 6, 5, 4 Desviaciones, tolerable; 3, 2, 1 Defectos, 1 lo peor

en éstos ya se ha desarrollado plenamente el mucílago. Sin embargo, los frutos en estado pintón también presentan características aceptables.

En la trilla se observó un alto porcentaje de granos dañados por la broca, lo cual afectó notablemente los rendimientos en estos tres estados de maduración, pero como este problema no es intrínseco del desarrollo fisiológico la calidad del producto dependerá en gran medida de los cuidados sanitarios que se tengan en el cultivo. En términos de calidad de la bebida, los perfiles sensoriales para los estados pintón, maduro y sobremaduro fueron similares característicos de buena calidad de en taza.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo expresan sus agradecimientos al personal de la Estación Central Naranjal, a la Central de Beneficio de Cenicafé y a Gonzalo Hoyos de la Sección de Divulgación y Transferencia.

LITERATURA CITADA

1. ÁLVAREZ G., J. El rendimiento del café cereza. Chinchiná, Cenicafé. 1995. 14 p.
2. ÁLVAREZ G., J.; OLIVEROS T., C.E. Despulpado del café. In: Beneficio ecológico del café. Chinchiná, Cenicafé, 1999. p. 60-64.
3. ARCILAP., J. Fisiología del café: crecimiento, desarrollo, floración y producción. Chinchiná, Cenicafé. 2000. 16 p.
4. BARBOZA H., C.A.; AMAYA L., F.L. Análisis de la calidad del grano y de la bebida del café var. Caturra en función de la maduración y tiempo de fermentación. *Agronomía Tropical* 46(3):289-311. 1996.
5. BOLSA NACIONAL AGROPECUARIA S.A. On line Internet. Disponible en: <http://www.bna-sa.com.co/normas/cafe2.html> (Consultado en abril, 2002).
6. CARVALHO, V.D. DE; CHALFOUN, S.M. Quality of coffee: influence of pre-harvest factors. *Planters' Chronicle* 81(6):189-193. 1987.
7. CREENCIA, R.P.; ANUNCIADO, I.S.; PACURZA, R.A. Effect of berry ripeness on coffee cup quality. *Philippine Agriculturist* 50(2):178-183. 1966.
8. CHAMORROT., G.E. Evaluación técnica y económica del beneficio para detectar fallas como causales de la posible presencia de defectos en el café colombiano. Manizales, Fundación Universitaria de Manizales, 1991. 110p. (Tesis: Economista)
9. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA – FEDERACAFÉ. BOGOTÁ. COLOMBIA; CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ – CENICAFÉ. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Anuario meteorológico cafetero 1994 Chinchiná, Cenicafé, 1995. 457 p.
10. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA – FEDERACAFÉ. BOGOTÁ. COLOMBIA; COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DEL TOLIMA. Compra de café por factor de rendimiento. Ibagué, COMITECAFÉ, 2000. 12 p.
11. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA - FEDERACAFÉ. BOGOTÁ. COLOMBIA. Normas sobre calidad del café. Bogotá, FEDERACAFÉ, 1988. 4p.
12. GARRUTI, R. DOS S.; TEIXEIRA, C.G.; SCHMIDT, N.S.; JORGE, J.P.N. Influencia da colheita e preparo do café sobre a qualidade da bebida. *Bragantia* 20(25):653-657. 1961.
13. GUERRERO A., J.D. Determinación rápida de la calidad del café cereza. Medellín, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ingeniería Agrícola, 1992. 78 p. (Tesis: Ingeniero Agrícola)
14. GUYOT, B.; PETNGA, E.; VINCENT, J.C. Analyse qualitative d'un café *Coffea canephora* Var. Robusta en fonction de la maturité. Partie I. Evolution des caracteristiques physiques, chimiques et organoleptiques. *Café Cacao Thé* 32(2):127-139. 1988.
15. LÓPEZ A., R.; GALLO C., A.; VALENCIA M., A. Seleccione su café y mejore sus ingresos. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 44:1-4. 1975
16. MARÍN L., S.M.; ARCILAP., J.; MONTOYAR., E.C.; OLIVEROS T., C.E. Cambios físicos y químicos

- durante la maduración del fruto del café (*Coffea arabica* L. var. Colombia). *Cenicafé* 54(3): 208–225. 2003
17. OLIVEROS T., C.E. Informe anual de actividades de la Disciplina de Ingeniería Agrícola. Octubre 1999–Septiembre 2000. Chinchiná, Cenicafé, 2000.
 18. OLIVEROS T., C.E.; GUNASEKARAN, S. Rheological characterisation of coffee mucilage. *Journal of Food Process Engineering* 19(3):331-342. 1996.
 19. OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; RAMÍREZ G., C.A.; ÁLVAREZ G., J.; ÁLVAREZ H., J.R. El BECOLSUB 300. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 253:1-8. 1998.
 20. PANTONE. Process coated. Color guide. Online Internet. Disponible en [hptt://www.pantone.com](http://www.pantone.com). (Consultado en marzo de 2003).
 21. PEÑAB., C.A. Curso de Control de Calidad del Café, 1. Bogotá, ALMACAFÉ, 1985. 139p.
 22. PIMENTA, C.J.; COSTA, L.; CHAGAS, S.J. DER. Peso, acidez, sólidos solúveis, açúcares e compostos fenólicos em café *Coffea arabica* L., colhidos em diferentes estádios de maturacao. *Revista Brasileira de Armazenamento* No. 1:23-30. 2000. (Especial Café No. 1)
 23. PUERTA Q., G.I.; QUICENOO., A.; ZULUAGA V., J. La calidad del café verde: composición, proceso y análisis. Chinchiná, Cenicafé, 1988. 251 p.
 24. PUERTA Q., G.I. El beneficio y la calidad del café. Chinchiná, Cenicafé, 1995. 45p.
 25. PUERTA Q., G.I. Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café. *Cenicafé* 50(1):78-88. 1999.
 26. 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.
 27. ROA M., G.; OLIVEROS T., C.E.; ÁLVAREZ G., J.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; DÁVILA A., M.T.; ÁLVAREZ H., J.R.; ZAMBRANO F., D.A.; PUERTA Q., G.I.; RODRÍGUEZ V., N. Beneficio ecológico del café. Chinchiná, Cenicafé, 1999. 273 p.
 28. VINCENT, J.C. Influence de la maturité des fruits sur la qualité du Café Robusta. *Café Cacao Thé* 12(3):240-249. 1968.
 29. ZULUAGA V., J. Los factores que determinan la calidad del café verde. *In: 50 Años de Cenicafé 1938-1988. Conferencias Conmemorativas*. Chinchiná, Cenicafé, 1990. p. 167-183.