



ESCALA DE MADURACIÓN PARA LOS FRUTOS DEL CAFETO (*Coffea arabica* L.)

Sandra Milena Marín-López¹; Jaime Arcila-Pulgarín²;
Esther Cecilia Montoya-Restrepo³; Carlos Eugenio Oliveros-Tascón⁴

El grado de maduración del fruto de café es uno de los factores más influyentes en los indicadores del proceso de beneficio (rendimiento cereza a seco y factor de rendimiento en trilla) y en la calidad de la taza.

En las condiciones climáticas de la zona cafetera Colombiana el café presenta una alta desuniformidad de la maduración, observándose en una misma rama frutos en diferentes estados de desarrollo

y en varios grados de madurez, por lo cual es necesario realizar de 10 - 15 recolecciones por año (1).

La cosecha de los frutos de café se hace habitualmente basándose en el color de la cereza, la cual al madurar presenta diferentes tonalidades, verdes, amarillas y rojas, según el cultivar o variedad, y como

resultado se obtiene un producto cosechado que incluye frutos verdes, pintones, maduros, sobremaduros y secos (7).

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.



¹ Estudiante, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Agronomía. Universidad de Caldas. Manizales

² Investigador Principal I. Fitotecnia. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia

³ Investigador Científico I. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia

⁴ Investigador Principal I. Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia

La cosecha de cerezas de café en sus primeros estados de maduración (con tonalidades verdes y verde amarillas), no es conveniente para el caficultor ni para el consumidor ya que estas carecen de las condiciones apropiadas para ser beneficiadas (desarrollo incipiente del mucílago que no permite el despulpado).

Además, las semillas no han alcanzado su máximo contenido de materia seca (presentan menor peso), las conversiones cereza a seco y rendimiento en trilla no son favorables y, principalmente porque, la calidad de la bebida no es aceptable (3,4).

De otra parte, los frutos recolectados tardíamente pueden estar sobremaduros o secos, presentando pérdidas de mucílago que dificultan su despulpado y, especialmente, en el caso de los secos, se observa mayor predisposición a las alteraciones fisiológicas, ataque de insectos o microorganismos patógenos y a sabores tipo fermento, lo que puede afectar la calidad de la bebida (8,9).

Basados en las anteriores consideraciones y teniendo en cuenta que los métodos actuales para la recolección del café no incluyen criterios cuantitativos sino solamente el cambio de color de los frutos a una tonalidad verde amarilla o rojiza, se llevó a cabo el presente trabajo buscando establecer la relación entre el grado de maduración del fruto y algunas variables cuantitativas, tanto físicas como químicas, características del beneficio, rendimiento y calidad en taza para establecer los estados de



maduración óptimos para la recolección.

Metodología

El estudio se realizó en la Estación Central Naranjal, ubicada en el municipio de Chinchiná, departamento de Caldas. El lote donde se llevaron a cabo los registros estuvo compuesto por 7500 plantas de café Variedad Colombia de cereza roja, sembrados a libre exposición, en noviembre 3 de 1999, a una distancia de 1.00 m x 1.00 m.

A partir de la semana 26 (182 días después de floración), se tomaron muestras cada 7 días, hasta la semana 33 (231 días después de floración) momento en el cual los frutos se encontraron secos en la planta. Sólo se evaluaron los frutos correspondientes a la floración de marzo 21 de 2002 que fue la más importante de ese año.

Por selección visual se escogieron los frutos que compartían características de coloración en un 50% ó más, identificando en el transcurso de las semanas, 8 estados de maduración del fruto, los cuales se caracterizaron por color mediante la carta de coloración Pantone (5), para establecer los porcentajes respectivos de los pigmentos cian, magenta, amarillo y negro. Adicionalmente se evaluó para cada estado de maduración las

características de beneficio, rendimiento y calidad en taza. Con base en esta información se estableció una escala en la que se relacionaron todas estas características.

Resultados

Determinación de los estados de maduración del fruto

Se identificaron 8 estados de maduración del fruto del café, según la edad (días después de la floración, ddf) y la coloración dominante en el 50% de las cerezas. Estos estados comprenden desde el estado verde inmaduro (182 ddf), hasta el rojo maduro (217 ddf) y el estado seco (231 ddf), como se muestra en la Figura 1. Para cada estado, se presentan los porcentajes de pigmentos cian, magenta, amarillo y negro que se describieron por medio de la carta de color Pantone (5).

Características físicas y químicas

Las propiedades físicas más asociadas al proceso de maduración del café a través del tiempo son la

fuerza de remoción (Newton, N), la firmeza polar y la firmeza ecuatorial. Estas propiedades disminuyen a medida que el fruto madura, presentando el cambio más notable entre los 217 y los 224 días después de la floración. La fuerza de tracción necesaria para desprender frutos verdes (de 182 a 203 ddf) está entre 12,31 y 13,08 N; en los estados, pintón (210 ddf) es de 12,56 N; maduro (217 ddf) 9,66 N, sobremaduro (224 ddf) 5,63 N. y seco (231 ddf) 0,89 N.

La firmeza polar y ecuatorial en los estados verdes estuvieron entre 41, 13-49, 49 N y 40, 36-50, 33 N; en el estado pintón fueron 23,63 y 23,32 N, en el maduro 12,17 y 12,37 N, en el sobremaduro 8,78 y 6,93 N, y en el estado seco 5,05 y 3,50 N, respectivamente.

La propiedad química que mejor describe la maduración es el contenido de sólidos solubles, expresado en grados brix (°brix), el cual se incrementa a través del tiempo, alcanzando el máximo valor en los frutos sobremaduros (23,83 °brix).

Calidad del café beneficiado en diferentes estados de maduración del fruto

El café beneficiado entre los 182 y los 203 días después de la floración (ddf) da origen a café pergamino húmedo de inferior calidad (menor cantidad de semillas sanas, mayores porcentajes de frutos sin despulpar, almendras peladas, almendras defectuosas y con pulpa adherida).

La mejor calidad de café pergamino húmedo se obtiene con frutos de

210 a 224 días después de la floración (ddf), es decir, mayor cantidad de semillas sanas y menor cantidad de defectos e impurezas, atribuible al efecto del mucílago, el cual disminuye la fuerza requerida para el despulpado y evita la ocurrencia de daños en la almendra (7, 9).

Calidad del café pergamino seco

Una característica importante para el caficultor, que le permite evaluar la calidad del café cereza producido y el desempeño del proceso utilizado para beneficiarlo es el factor de conversión de café cereza a café pergamino seco (c.c./cps). Entre los estados de maduración observados, sólo los frutos maduros y sobremaduros presentaron conversiones asociadas a cafés de buena calidad, entre 5,04 y 5,25:1 (kilogramos de café cereza necesarios para obtener un kilogramo de café pergamino seco).

En general, a medida que transcurre el proceso de maduración hasta los 224 ddf, se obtiene café pergamino

con mayor porcentaje de granos sanos y menor porcentaje de almendras peladas, defectos e impurezas. Este comportamiento se observa entre los estados pintón y sobremaduro, con porcentajes de café pergamino sano entre 76,99 y 94,59%.

Los estados inmaduros y secos, éstos últimos por efecto del ataque de la broca en lotes con altos niveles de infestación, presentan un alto porcentaje de características no deseables en el café pergamino; aunque en la comercialización actual, con definición del valor a pagar según el factor de trilla, la clasificación del café pergamino seco en tipo Federación, corriente y pasilla, prácticamente ha desaparecido. De todas formas, si una masa de café presenta altos contenidos de guayaba, el factor se verá afectado. Sin embargo, si hay café media cara y pelado es posible que el factor de trilla no se afecte, siempre y cuando las almendras no estén con defectos (aplastadas, mordidas, decoloradas, brocadas, o con otros defectos) y su tamaño esté sobre malla 14, con una tolerancia del 1,5% sobre malla 12.



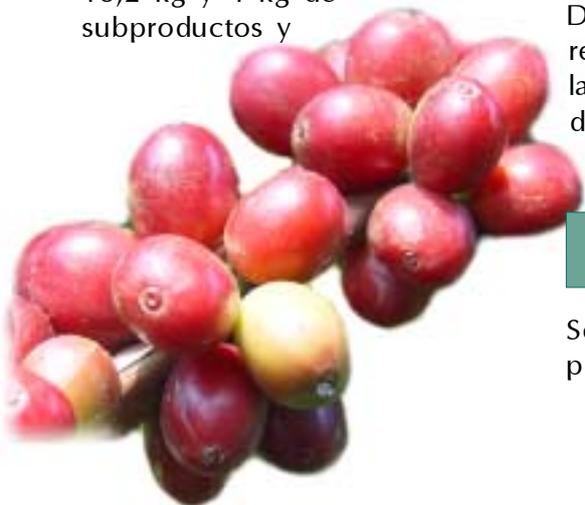
Por la presencia de granos media cara, si el porcentaje es alto (>5% por ejemplo) es posible que se afecte un poco la merma (relación almendra/pergamino seco) por la presencia de pulpa adherida al pergamino.

La caracterización del pergamino obtenido de frutos con diferente desarrollo, permite al caficultor identificar el origen de los defectos que se presentan, diseñar estrategias para corregirlos, mejorando sus ingresos y la calidad del café producido en la finca.

Características de la almendra

La sanidad, tamaño, peso y apariencia, son características básicas en la clasificación de la almendra para determinar su disposición final en el mercado.

El rendimiento en trilla es importante, debido a que es el criterio utilizado para definir el valor a pagar por un lote de café determinado. El valor corresponde a la cantidad de café en pergamino que se requiere para obtener 70 kg de café excelso sobre malla 14, con tolerancia de 1,5% sobre malla 12, con merma de impurezas y cisco de 18,2 kg y 4 kg de subproductos y



pasillas (2). El rango permitido de rendimiento en trilla óptimo es de 92,8 kg, con un máximo de 101 kg por encima de éste valor se disminuye proporcionalmente el precio de compra.

Con cerezas pintonas (210 ddf), maduras (217 ddf) y sobremaduras (224 ddf), se obtuvo rendimiento en trilla de 100,2, 92,5 y 101,4 kg, respectivamente.

La broca del cafeto, cuando presenta niveles altos en el lote, puede afectar notoriamente el factor de rendimiento en trilla. Si se ajusta el factor de trilla aislando el efecto de la broca, considerando que con empleo del Manejo Integrado de la Broca (MIB) es posible mantener niveles de infestación bajos en los lotes de café (<2%), los rendimientos obtenidos fueron 93,11 kg para pintón, 90,14 kg para maduro y 89,99 kg para sobremaduro.

Los frutos verdes 1, 2, 3, verde amarillo y secos, presentaron los factores de rendimiento en trilla más altos, desde 120,17 hasta 178,83 kg, lo que indica que no son estados económicamente viables, debido a que se necesitan entre 27,37 y 86,03 kg más de café pergamino seco para obtener un saco de almendra.

De igual forma se hace necesario realizar una selección minuciosa de las almendras, por el alto porcentaje de defectos presentado en cada uno de estos estados.

Calidad de la bebida

Según la escala de calificación propuesta por Puerta (6), la

interpretación de la calidad sensorial, muestra tazas con defectos marcados en los estados verde 1, verde 2, verde 3, verde amarillo y seco.

La bebida obtenida de los frutos entre los 182 y los 203 días después de la floración, presentó como defecto común el reposo, debido a la alta proporción de almendras con daños físicos ocasionados en el beneficio, por inadecuada madurez de los frutos.

La taza proveniente de frutos secos, presentó defectos marcados de metal y reposo. Solamente las tazas obtenidas con café en los estados de pintón, maduro, y sobremaduro, presentaron buena calidad de la bebida.

Escala de maduración para los frutos del café de la variedad Colombia

En la caracterización de la maduración del fruto, se identificaron 8 estados de maduración, encontrando 4 tipos de cerezas con tonalidades verdes, las cuales presentan limitaciones para el beneficio húmedo, bajos rendimientos (conversión cc/cps y trilla) y baja calidad de la bebida. Estos frutos se presentan entre los 182 y 203 días después de la floración (ddf).

A partir de los 210 ddf aproximadamente, se encuentran frutos en estado pintón. Estas cerezas, presentan condiciones aceptables de beneficio, características de café pergamino y trilla. La calidad de café obtenida de este tipo de frutos es buena.

Figura 1. Escala de maduración para el fruto del café variedad Colombia.

Estado	Edad y Color del fruto	Propiedades Físicas promedio para el fruto				Peso y Humedad promedio de los frutos				Propiedades Químicas (Promedio)												
 Verde 1	182 días después de la floración Color verde oscuro Pantone (Process Color Guide)* C(35) M(0) Y(100) K(40)	Diámetro característico (mm)	11,54	+/- 0,14	Peso fresco (g)	1,33	+/- 0,03	Acidez titulable	9,4	+/- 0,70	Sólidos solubles totales	2,69	+/- 0,27	pH	5,17	+/- 0,06	Clorofilas totales (ig/g)	16,02	+/- 1,52			
 Verde 2	189 ddf. Color verde oscuro Tamaño mayor al estado verde 1 Pantone C(35) M(0) Y(100) K(20)	Diámetro característico (mm)	13,21	+/- 0,11	Peso fresco (g)	1,33	+/- 0,07	Acidez titulable	6,0	+/- 0,30	Sólidos solubles totales	3,22	+/- 0,20	pH	5,18	+/- 0,02	Clorofilas totales (ig/g)	12,99	+/- 0,85			
 Verde 3	196 ddf. Coloración verde oscura brillante Pantone C(40) M(20) Y(100) K(15)	Diámetro característico (mm)	13,92	+/- 0,14	Peso fresco (g)	1,74	+/- 0,07	Acidez titulable	5,7	+/- 0,27	Sólidos solubles totales	7,12	+/- 0,59	pH	5,22	+/- 0,01	Clorofilas totales (ig/g)	16,74	+/- 1,27			
 Verde amarillo	203 ddf. Cerezas con color amarillento Pantone C(20) M(0) Y(100) K(40)	Diámetro característico (mm)	13,85	+/- 0,14	Peso fresco (g)	1,62	+/- 0,09	Acidez titulable	5,1	+/- 0,42	Sólidos solubles totales	8,63	+/- 0,42	pH	5,20	+/- 0,05	Clorofilas totales (ig/g)	7,96	+/- 0,85			
 Pintón	210 ddf. Coloreado predominante Pantone C(20) M(0) Y(100) K(40) C(10) M(75) Y(80) K(0)	Diámetro característico (mm)	13,38	+/- 0,14	Peso fresco (g)	1,75	+/- 0,07	Acidez titulable	6,7	+/- 0,87	Sólidos solubles totales	12,03	+/- 0,27	pH	5,04	+/- 0,11	Carotenoides (ig/g)	3,91	+/- 0,07	Antocianinas (ig/g)	1,52	+/- 0,04
 Maduro	217 ddf. Rojo brillante a rojo opaco Pantone C(0) M(100) Y(90) K(10) C(10) M(80) Y(70) K(15)	Diámetro característico (mm)	14,22	+/- 0,11	Peso fresco (g)	1,99	+/- 0,06	Acidez titulable	11,4	+/- 0,60	Sólidos solubles totales	17,53	+/- 2,34	pH	4,95	+/- 0,07	Carotenoides (ig/g)	2,22	+/- 1,11	Antocianinas (ig/g)	8,26	+/- 0,77
 Sobremaduro	224 ddf. Morado brillante a morado oscuro opaco Pantone C(10) M(100) Y(50) K(30) C(0) M(35) Y(0) K(100)	Diámetro característico (mm)	14,09	+/- 0,14	Peso fresco (g)	1,88	+/- 0,06	Acidez titulable	21,5	+/- 1,14	Sólidos solubles totales	23,83	+/- 0,92	pH	4,76	+/- 0,08	Carotenoides (ig/g)	3,12	+/- 0,16	Antocianinas (ig/g)	47,15	+/- 16,53
 Seco	231 ddf. Color café oscuro, cereza arrugada a seca. Pantone C(0) M(0) Y(35) K(100) C(0) M(0) Y(25) K(80)	Diámetro característico (mm)	10,57	+/- 0,11	Peso fresco (g)	0,66	+/- 0,13	Acidez titulable	38,9	+/- 4,13	Sólidos solubles totales	20,05	+/- 2,94	pH	4,56	+/- 0,08	Carotenoides (ig/g)	—	—	Antocianinas (ig/g)	—	—

*K (negro); C(cian); M (magenta); Y(amarillo)

** Fuerza para desprender el fruto a tracción pura, es decir, la dirección de la fuerza coincide con el eje longitudinal del fruto

Entre los 217 y 224 ddf, se presentan los frutos maduros y sobremaduros, los cuales muestran condiciones óptimas de beneficio, café pergamino y trilla para cerezas maduras, pero el rendimiento en trilla en los frutos sobremaduros se puede ver afectado por la alta incidencia de broca. Estos dos

estados presentan buena calidad de la bebida.

Los frutos secos se encuentran a los 231 ddf. Durante el beneficio de estos frutos se presentan defectos como almendra pelada y abrasiones en los granos; los rendimientos son

bajos, debido a la presencia de defectos. La calidad de la bebida de estos frutos es deficiente. En la Figura 1, se presenta la caracterización de color, química, física, de rendimientos y calidad de la bebida, del fruto del café en diferentes estados de maduración a través del tiempo.

Conclusiones

- Las propiedades físicas que determinaron diferencias entre cada uno de los estados de maduración fueron, la firmeza ecuatorial y la firmeza polar, disminuyendo conforme transcurrían los días después de la floración. La propiedad química más asociada al proceso de maduración fue el contenido de sólidos solubles, el cual se incrementa hasta que la cereza alcanza el estado sobremaduro.

Cada una de estas variables o su combinación, pueden ser utilizadas como índices de momento de cosecha, permitiendo de esta forma definir un criterio objetivo que puede ser utilizado para la recolección del café, con ventajas para el productor y el país, por la mayor y mejor calidad de café obtenido.

- Durante el proceso de maduración observado en el presente trabajo se encontraron 3 estados fisiológicos del fruto del café aceptables para la recolección, entre los que se tienen: los frutos pintones, maduros y sobremaduros, los cuales se presentan en la zona donde fue realizada la investigación, entre los 210 y 224 días después de la floración.
- Los estados que presentaron el pergamino de mejor calidad en las etapas húmeda y seca del beneficio fueron el maduro y



sobremaduro. Los frutos en el estado pintón también presentaron características aceptables en pergamino y calidad de almendra y taza.

- En trilla se observó un alto porcentaje del defecto broca, el cual afectó notablemente los rendimientos en estos tres estados de maduración. La calidad del producto final que se obtenga depende en gran medida de los cuidados sanitarios que se tengan en el cultivo.
- En calidad de la bebida, se encontraron perfiles sensoriales similares entre los estados pintón, maduro y sobremaduro. La calidad de la bebida fue definida como buena.
- Preferiblemente se deben recolectar frutos maduros, pero los resultados muestran que también se pueden encontrar buenas características de rendimiento en trilla y calidad, en los frutos de café pintones y sobremaduros.

La calidad del café colombiano depende directamente del estado de maduración de los frutos cosechados. Establezca en su finca sistemas de control e incentivos a la buena cosecha.

LITERATURA CITADA

1. ARCILA P., J.; BUHR, L.; BLEIHOLDER, H.; HACK, H.; WICKE, H. Aplicación de la escala BBCH ampliada para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café (*Coffea* sp.). Boletín Técnico Cenicafé No. 23:1-31. 2001.
2. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA - COMITE DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DEL TOLIMA. IBAGUE. COLOMBIA. Compra de café por factor de rendimiento. Ibagué, Comité de Cafeteros del Tolima, 2000. 12 p.
3. FREIRE, A.C.F.; MIGUEL, A.E. Rendimiento e qualidade do café colhido nos diversos estagios de maturacao, em Varginha-MG. In: CONGRESSO Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 12. Caxambu, Outubro 28-31, 1985. Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1985. p. 176-179.
4. MARÍN L., S.M. Caracterización de los estados de maduración del fruto de café. Manizales, Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Agronomía, 2003. 104 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).
5. PANTONE INC. Process coated. Color guide. On line Internet. Disponible en <http://www.pantone.com>. 2003
6. 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.
7. ROA M., G.; OLIVEROS T., C.E.; ALVAREZ G., J.; RAMIREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; DAVILA A., T.; ALVAREZ H., J.R.; ZAMBRANO F., D.A.; PUERTA Q., G.I.; RODRIGUEZ V., N. Beneficio ecológico del café. Chinchiná, CENICAFE, 1999. 273 p.
8. SALAZAR G., M.R. Estudio anatómico y fisiológico del fruto del café (*Coffea arabica* L.) var. Colombia. Popayán, Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, 1993. 98 p. (Tesis: Licenciada en Biología)
9. ZULUAGA V., J. Los factores que determinan la calidad del café verde. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - CENICAFE. CHINCHINA. COLOMBIA. 50 Años de Cenicafé 1938-1988. Conferencias conmemorativas. Chinchiná, CENICAFE, 1990. p. 167-183.

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manizales
cenicafe@cafede colombia.com

Edición: Héctor Fabio Ospina Ospina
Fotografía: Gonzalo Hoyos Salazar
Diagramación: Olga Lucía Henao Lema