

# Calidad del café

Gloria Inés Puerta Quintero

La calidad del café comprende las características del grano y de la bebida que conforman las especificaciones del producto para su comercialización y la satisfacción de los consumidores. La bebida de café es apreciada por el consumidor por su aroma, sabor y por su efecto estimulante.

El café de Colombia es reconocido mundialmente por su buena calidad, por lo cual se vende a un mayor precio. Esta calidad depende de los cuidados y prácticas que siguen los caficultores, recolectores, procesadores, comercializadores, tostadores y consumidores, en los diferentes procesos, a través de las etapas de la cadena productiva del café.

En este capítulo se describen las características del grano y de la bebida de café de buena calidad, los métodos para su evaluación organoléptica, como la catación, los defectos, sus causas y riesgos; también se presentan los compuestos químicos del grano y de la bebida, que integran los sabores y aromas de la bebida. Como contenido central se analizan las relaciones e influencia en la calidad y la composición química del café de varios factores como la especie, la variedad, la altitud, los suelos, la madurez y sanidad del fruto, los tipos de beneficio, la fermentación, el lavado, el secado, el almacenamiento, la tostación y la preparación.



## Cómo Citar:

Puerta, G. I. (2013). Calidad del café. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 3, pp. 81–110). Cenicafé. [https://doi.org/10.38141/cenbook-0026\\_30](https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_30)

## Conceptos Generales

### Características del café de buena calidad



*El café de buena calidad es al mismo tiempo sano e inocuo, sus cualidades organolépticas son balanceadas y agradables, la composición química es natural, y además, no contiene sustancias contaminantes, ni adulterantes.*

#### Inocuidad

Indica que tanto los frutos de café, como los granos en pergamino y en almendra no contienen sustancias químicas tóxicas o microorganismos, en niveles que causen daño a la salud de las personas, al preparar o consumir la bebida.

La inocuidad del café se pierde por el contacto del grano o de la bebida durante su procesamiento o almacenamiento con sustancias contaminantes como insecticidas, combustibles, micotoxinas o aguas sucias. Además, estas contaminaciones originan defectos en el grano y en la bebida de café, como mohoso, tierra, químico y ahumado (Puerta, 2003a; Puerta, 2003b; Puerta, 2006b).

#### Calidad física

El fruto de café de buena calidad es sano y maduro; el grano pergamino tiene apariencia homogénea, olor fresco característico a café, color amarillo claro y una humedad entre el 10% y el 12%. El café en almendra bueno tiene apariencia homogénea y sana, olor fresco, color verde-azulado, humedad entre el 10% y el 12%; su tamaño varía según la variedad y se mide en mallas de 12/64 a 18/64 de pulgada. Los granos caracoles son más pequeños y si están sanos presentan buena calidad.

Durante la trilla y limpieza del grano se mide la **merma**, que corresponde al peso del pergamino que se separa de la almendra en la trilla, su valor depende de la variedad, la humedad y las impurezas del grano, se expresa en porcentaje y varía del 17% al 20%, en promedio. Con el **factor de rendimiento en trilla** se valoró la calidad del café vendido por el productor en las Cooperativas, hasta el año

2009. Con este factor se estimaba la cantidad de granos de café pergamino sin defectos y de tamaño superior a 14/64 de pulgada, para conformar un saco de 70 kg de café en almendra (FNC, 2004). **El valor mínimo del factor de rendimiento en trilla variaba de 82 a 83 (muy buena calidad del grano)**; a mayor valor del factor de rendimiento menor calidad del grano de café, debido principalmente a la mayor cantidad de defectos, la variedad y el tamaño de grano también influían en este factor. Cafés con factores de rendimiento inferiores a 92,8 recibieron una bonificación proporcionalmente a la calidad del producto.

**Actualmente, en las Cooperativas de todo el país se incentiva al caficultor por la calidad del café vendido, cuando más del 75% de la almendra está sana (FNC, 2013).**

#### Calidad de la bebida

La calidad de la bebida de café está conformada por varias características organolépticas que son el aroma, la acidez, el amargo, el cuerpo, el dulzor, el sabor y la impresión global.

**Una taza de café de buena calidad es suave, limpia, tiene acidez agradable, amargo moderado y aromas intensos tostados, dulces, herbales o a frutas.** Los aromas y sabores a vinagre, *stinker* (hediondo), fenólico, terroso, químico, ahumado, reposo, acre y carbonoso, son defectos graves de la bebida de café, que indican deterioro o contaminación.

**Aromas.** La fragancia es el olor del café tostado y molido. Con agua se denomina aroma de la bebida. Las intensidades y tipos de aromas indican la calidad y frescura del café y permite identificar las condiciones en que se realizaron los procesos de manejo de plagas, beneficio, almacenamiento y preparación. El café de Colombia de buena calidad tiene aromas intensos y agradables que están compuestos por cientos de sustancias volátiles. Estas sustancias juntas producen las diferentes descripciones y categorías del aroma del café, como: tostados, dulces, caramelo, chocolate, herbal, floral, leguminoso, cereal, especias.

**Acidez.** Es la característica organoléptica que se destaca en los ácidos como el cítrico de las frutas cítricas. Esta sensación es esperada en el café Arábica que es beneficiado por la vía húmeda y también es muy apreciada en el café de Colombia. La intensidad de la acidez se puede modificar mediante la fermentación y la tostación. La acidez se torna indeseable cuando es agria, picante, acre, astringente o ausente, derivada de inadecuadas prácticas de cosecha y en el beneficio del café. La bebida de café con defecto fermento presenta una acidez alta y agria. En el café Robusta se espera una acidez más neutra o baja.

**Amargor.** Es una característica natural de la bebida, otorgada por la cafeína, la trigonelina, los compuestos fenólicos, los ácidos clorogénicos, las melanoidinas y otros compuestos. Su intensidad depende del grado de tostación y de las cantidades de café y formas de preparar la bebida.

**Cuerpo.** Es una sensación táctil que se siente en la lengua como una mayor o menor concentración, debido a los sólidos solubles de la bebida de café. Los solubles del café dependen de la composición química del grano, de la especie del tipo de beneficio, del grado de tostación y tamaño de la molienda, de la preparación de la bebida, como el tiempo de contacto entre el café y el agua, la temperatura y calidad del agua y el tipo de preparación.

**Dulzor.** Es una cualidad que da suavidad a los cafés Arábica, está conformada por sustancias dulces como los azúcares. Los cafés Robusta son menos dulces.

**Sabor.** Es la integración de las sensaciones percibidas por los diferentes sentidos al probar una bebida de café, comprende las sensaciones gustativas de dulzor, acidez y amargor, además, las sensaciones olfativas y las del sentido del tacto en la lengua como la astringencia, el cuerpo y las sensaciones de calor y frío. El sabor residual se refiere a la sensación que permanece en la boca, después de probar y escupir la porción sorbida de la bebida; así, puede perdurar una sensación limpia y agradable con sabores dulces o frutales, o también sucia, pesada, desagradable, agria, áspera, picante.

**Impresión global.** Se refiere a la calificación general y a la clasificación de una bebida de café según su calidad, está relacionada con las calificaciones dadas a los aromas, cuerpo, amargo, acidez, dulzor y el sabor.

## Composición química del grano de café

Los granos de *Coffea arabica* L. contienen más cantidad de lípidos y de sacarosa que *Coffea canephora* (Robusta), mientras que Robusta tiene mayor contenido de polisacáridos, cafeína, ácidos clorogénicos y cenizas (Tabla 1). Por su parte, las variedades de café Caturra, Colombia y Típica en almendra y tostado, presentan contenidos químicos en el rango de los Arábica (Tabla 2).

### Compuestos químicos del grano de café almendra

**Agua.** Para contenidos de agua del grano de café entre 10% y 12% se conserva su calidad y se desarrollan adecuadamente las reacciones en la tostación.

Componente químico	Arábica %	Robusta %	Tabla 1.
Polisacáridos	50,8	56,4	Promedios de la composición química del grano de café almendra, según la especie, porcentaje en base seca (Fuente: Clarke y Vitzhum, 2001; Illy y Viani, 2005).
Sacarosa	8,0	4,0	
Azúcares reductores	0,1	0,4	
Proteínas	9,8	9,5	
Aminoácidos	0,5	0,8	
Cafeína	1,2	2,2	
Trigonelina	1,0	0,7	
Lípidos	16,2	10,0	
Ácidos alifáticos	1,1	1,2	
Ácidos clorogénicos	6,9	10,4	
Minerales	4,2	4,4	
Compuestos aromáticos	Trazas	Trazas	

Tabla 2.

Promedios de la composición química del grano de café en almendra y tostado de las variedades cultivadas en Colombia, porcentaje en base seca (Fuente: Puerta, 2011).

Compuesto químico	Proteína		Lípidos		Fibra		Cafeína		Ácidos clorogénicos	Cenizas	
	Almendra	Tostado	Almendra	Tostado	Almendra	Tostado	Almendra	Tostado		Almendra	Tostado
Caturra	14,79	13,8	13,98	12,09	18,85	21,71	1,13	1,27	6,97	3,39	3,95
Colombia fruto amarillo	14,45	13,77	13,07	11,70	18,45	20,96	1,16	1,28	7,55	3,49	3,84
Colombia fruto rojo	13,92	13,84	14,27	11,18	16,69	21,54	1,19	1,39	7,42	3,52	3,88
Típica	14,50	13,96	13,99	12,78	18,71	21,08	1,20	1,29	6,66	3,43	3,76

**Carbohidratos.** Los polisacáridos del grano de café están compuestos de 50% de galactomanano, 30% de arabinogalactano, 15% de celulosa y 5% de sustancias pécticas. Los granos de café maduros y sanos contienen más sacarosa que los inmaduros y defectuosos.

**Lípidos.** Arábica contiene menos ácidos grasos libres que Robusta, y en los granos almacenados hay más que en los frescos. Los triglicéridos del café conforman el 75% de los lípidos y contienen principalmente ácidos linoleico y palmítico. La materia insaponificable constituye del 20% al 25%, y los esteroides el 2% de los lípidos del café; en los diterpenos predomina el ácido palmítico.

**Nitrógeno.** Conforman las proteínas y los alcaloides del grano de café. El café almendra contiene entre 1,30% y 3,23% del peso seco del grano (Promedio 2,05%) y el café tostado de 1,51% a 2,14%, (Promedio 2,10%).

**Proteínas.** Arábica y Robusta contienen cantidades similares de proteínas. El contenido de aminoácidos es mayor en los granos de café maduros que inmaduros, en Robusta que en Arábica, y también en los granos almacenados que frescos. Las mismas enzimas del café almendra pueden catalizar las degradaciones de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos clorogénicos del grano, durante su almacenamiento.

**Alcaloides.** Contribuyen al sabor amargo del café. Robusta contiene más cafeína (2,1%) que Arábica (1,3%); así como mayor contenido de paraxantina, teobromina y teofilina, mientras que Arábica contiene más cantidad de trigonelina (0,6% a 1,3%) que Robusta.

**Ácidos clorogénicos.** Corresponden a varios ácidos fenólicos hidroxicinámicos, como el quínico, cinámico,

sinápico, cumárico, ferúlico, cafeico, clorogénico o cafeoilquínico (CQA), que es el más abundante en el café y que también se encuentra en arándanos y manzanas, y los dicafeoilquínicos (di-CQA) de la alcachofa, la achicoria y los girasoles.

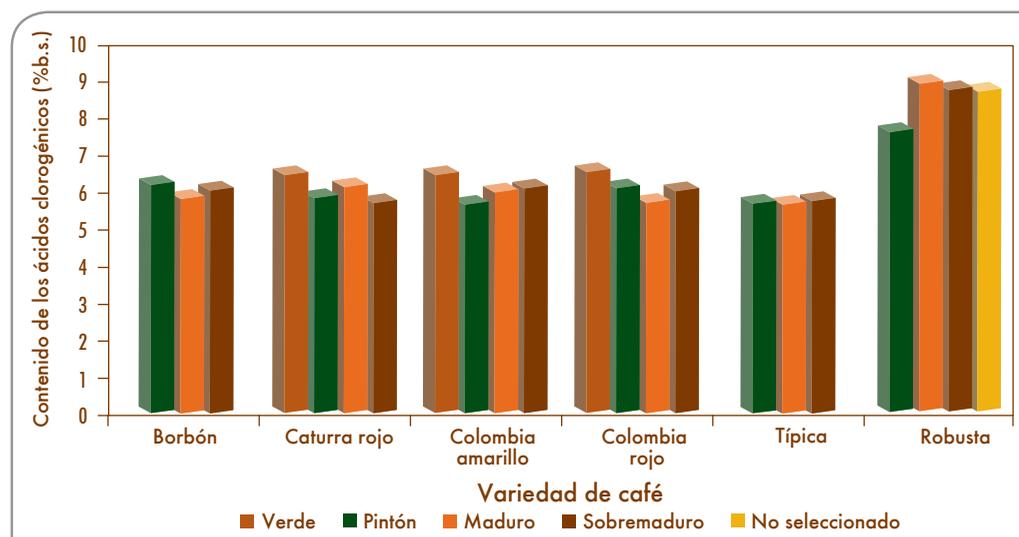
Los granos de café almendra contienen más de 40 ácidos clorogénicos, los principales son ésteres del ácido quínico como CQA, di-CQA y FQA. El café Robusta tiene mayor cantidad de ácidos clorogénicos que Arábica. En general, los granos de café inmaduros contienen más di-CQA que los maduros, y los granos sanos mayor cantidad de ácidos clorogénicos. Los CQA constituyen el 95% de los ácidos clorogénicos del grano de café almendra Arábica, el 5-CQA es el más abundante. El promedio del contenido de ácidos clorogénicos del café maduro Arábica de Colombia varía entre 5,24% a 7,61% y difiere de Robusta que varía entre 7,45% y 10,59% (Figura 1).

**Ácidos alifáticos.** Los ácidos carboxílicos más abundantes del café almendra son el cítrico y málico, seguidos del ácido fosfórico y otros 35 ácidos (Tabla 3). Los ácidos presentan diferentes sabores como agrio, picante, refrescante.

Ácido	Arábica %	Robusta %
Cítrico	1,16 a 1,38	0,67 a 1,00
Málico	0,46 a 0,67	0,25 a 0,38
Fosfórico	0,11 a 0,11	0,14 a 0,22
Oxálico	Trazas a 0,2	Trazas a 0,2
Succínico	Trazas a 0,15	0,05 a 0,35
Fórmico	Trazas a 0,14	Trazas a 0,39
Acético	Trazas	Trazas a 0,2

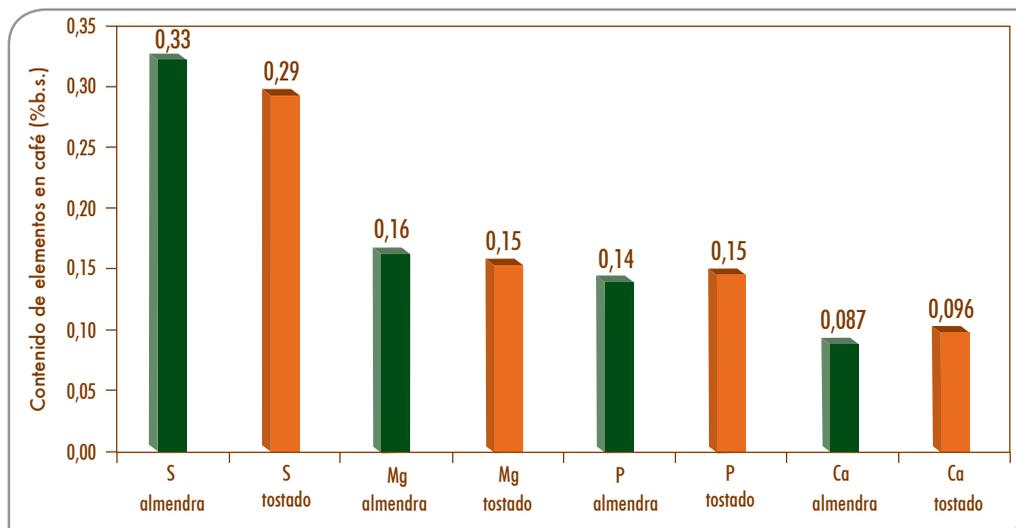
**Tabla 3.**

Contenido de ácidos en granos de café almendra, según la especie, porcentaje en base seca (Fuente: Kampmann y Maier, 1982; Van der Stegen y Duijin, 1987, citados por Puerta, 2011).



**Figura 1.**

Contenidos de ácidos clorogénicos totales en café almendra, según la variedad y la madurez. (Fuente: Marín y Puerta, 2008).



**Figura 2.**

Contenido de azufre, magnesio, fósforo y calcio en los granos de café almendra y tostado de Colombia (Fuente: Puerta et al., 2010).

**Cenizas.** Robusta contiene mayor cantidad de cenizas que Arábica; así mismo, el café de beneficio húmedo menos que el de la vía seca (secado directo de los frutos). Así, los granos de café Arábica verdes contienen de 3,36% a 5,73% de cenizas (Promedio 4,13%) y el tostado entre 3,05% y 5,25% (Promedio 4,36%). Las cenizas del café contienen entre 40% y 45% de K, 7,9% de S, 3,9% de Mg, 3,4% de P y 2,1% de Ca. El contenido de azufre del grano de café disminuye durante la tostación por la formación de los compuestos volátiles azufrados (Figura 2).

**Compuestos volátiles.** El aroma del grano de café almendra está conformado por unos 300 compuestos, la mayoría piridinas, furanos, aminas, aldehídos, cetonas, alcoholes, ácidos y varios compuestos azufrados. Estas sustancias dan los diversos olores a verde, hierbas, tierra, dulce, arveja, pimienta, pepino, flores y frutas, del grano sano. Los granos de café defectuosos contienen sustancias químicas peculiares que imparten aromas desagradables como mohoso, podrido y terroso (Tabla 4).

## Compuestos químicos del grano de café tostado

Los compuestos del grano de café en almendra reaccionan en la tostación del café y por lo tanto, su concentración cambia: Disminuyen el agua, los polisacáridos, las proteínas, la trigonelina y los ácidos clorogénicos; se degrada completamente la sacarosa, aumentan los azúcares reductores, los ácidos y las cenizas; las melanoidinas se crean, mientras que los lípidos y la cafeína se mantienen casi en la misma concentración.

**Agua.** El grano de café tostado contiene entre 3,5% y 5,0% de agua, dependiendo de la humedad del grano almendra y del grado de tostación.

**Carbohidratos.** De un 15% al 20% de los polisacáridos de los granos de café almendra se transforman en la tostación; la sacarosa se carameliza, y en consecuencia se producen pigmentos que dan color caramelo y amargo a la

Impresión de olor o sabor del café	Compuesto químico	Causas
Tierra, madera húmeda	Geosmina (2 -metil isoborneol)	Mohos <i>Penicillium expansum</i> y bacterias <i>Streptomyces coelicolor</i>
Riado, fenólico	2,4,6 - tricloraanisol/fenol	Degradación de procloraz, mohos, contaminación con sustancias químicas
Sabor a papas y arvejas	2-isopropil-3-metoxipirazina	Infección bacteriana de granos dañados por insectos
Pescado podrido	4-heptenal	Granos inmaduros
Fermentado, frutal	etil-2-metilbutirato, etil-3-metilbutirato	Fermentación no controlada
Reposo, viejo, grasa	metanotiol, metilpropanal, hidroximetilfurfural, 2,3-pentanodiona	Almacenamiento en condiciones húmedas
<i>Stinker</i> , nauseabundo	2-isobutylmetoxipirazina, ésteres, dicetonas, dimetilsulfido	Degradaciones durante el beneficio

**Tabla 4.**

Compuestos químicos de algunos defectos del café (Fuente: Dentan, 1989; Gibson y Butty, 1975; Guyot, Cochard y Vincent, 1991; Holscher et al., 1995; Puerta, 2001; Spadone y Liardon, 1987, citados por Puerta, 2011).

bebida, así como ácidos fórmico, acético, glicólico, láctico y compuestos aromáticos como los furanos. Los azúcares reductores reaccionan con los aminoácidos en la conocida reacción de *Maillard* o glicación, de esta manera, se forman las melanoidinas que dan el pigmento marrón a los granos de café y otorgan sabor y color a la bebida; además, se producen los pirroles, tiofenos, oxazoles, tiazoles y pirazinas del aroma del café tostado.

**Lípidos.** Los insaponificables disminuyen; algunos lípidos se oxidan y forman aldehídos y otros compuestos volátiles.

**Proteínas.** Éstas disminuyen, según el grado de tostación. Los aminoácidos se transforman en aldehídos, CO<sub>2</sub> y amoníaco, en la reacción de *Strecker*, y en la reacción de *Maillard*, junto con los azúcares reductores, producen las melanoidinas y diversos compuestos volátiles nitrogenados y azufrados.

**Alcaloides.** La cafeína es estable en la tostación, es soluble en agua y pasa completamente a la bebida. El 85% de la trigonelina se transforma en piridinas, pirroles, ácido nicotínico y otros compuestos nitrogenados.

**Ácidos clorogénicos.** Se isomerizan, se unen a las melanoidinas, se hidrolizan, forman quinolactonas y se transforman en catecol, guayacol, pirogalol, que tienen olores a humo y quemado. El contenido de ácidos clorogénicos en una taza de café depende de la especie, la madurez, el procesamiento y el grado de tostación, hay menos cantidad en el café descafeinado.

**Ácidos.** Clorogénico, quínico, cítrico, acético, málico, fórmico, fosfórico, glicólico, láctico, propanoico, butanoico, pentanoico, heptanoico y ácidos grasos, entre otros. Algunos de estos ácidos provienen directamente del café almendra y otros se forman en la tostación, a partir de la sacarosa, de los ácidos cítrico, málico y fosfórico, de la trigonelina y de los lípidos.

**Aromas del café tostado.** El aroma del café tostado está conformado por unos 850 compuestos volátiles, que incluyen 244 compuestos nitrogenados y 75 azufrados. En términos de masa, 1,0 kg de café tostado contiene cerca de 500 mg de sustancias volátiles, mientras que 1,0 kg de bebida unos 20 mg. Estos compuestos otorgan a la bebida varios sabores, como a caramelo, tostados, almendras, cítricos, frutales, cocinado, y también desagradables como a tierra, ahumados y fétidos, entre otros.

Los aromas del café a caramelo incluyen ácidos y furanos; los tostados están conformados por aldehídos, cetonas, furanos y pirazinas; los frutales y dulces son

aldehídos, cetonas, ésteres, alcoholes y ácidos; los florales son principalmente alcoholes; los olores ahumados corresponden en su mayoría a fenoles; los asados a pirazinas; los olores a grasa y rancio están compuestos de alcoholes, aldehídos, cetonas y ésteres; los terrosos y mohosos son fenoles, pirroles, alcoholes y hidrocarburos; los olores a solvente corresponden a hidrocarburos y cetonas, principalmente, y los aromas a podrido son en su mayoría compuestos nitrogenados y azufrados como aminas, piridina, tioles y tiofenos.

Los principales compuestos del aroma del café incluyen: 4-hidroxi-2,5-dimetil-3(2H)-furanona, 5-etil-4-hidroxi-2-metil-3(2H)-furanona, 4-metil-2,3-pentanodiona, etil-2-furfuril-cetona, vainillina, 2-furfuriltiol, 2,3-butanodiona, 4-vinilguaiacol, guayacol, 4-etilguayacol, sotolona, eugenol, metional, 2-pentanona, (E)-β-damascenona, 4-metil-2,3-pentanodiona, 2,3-hexanodiona, 5-etil-3-hidroxi-4-metil-2(5H)-furanona, 2-metilbutanal, 3-mercapto-3-metilbutilformato, acetaldehído (Clarke y Vitzthum, 2005; Flament y Bessièrre, 2002; Holscher y Vitzthum, 1990; Illy y Viani, 2005)

## Composición química de la bebida de café

La bebida de café contiene de 98,5% a 99,0% de agua, sus sólidos solubles están compuestos por ácidos, melanoidinas, cafeína, lípidos, proteínas, minerales, azúcares y sustancias volátiles (Tabla 5). La cantidad de ácidos de la bebida de café depende de la especie, Arábica es más ácida que Robusta; del tipo de beneficio, el beneficio húmedo otorga más acidez; la frescura, cafés muy viejos (reposados) tienen acidez baja; el grado de tostación, para tostaciones medias (15% a 16% de pérdida de peso) la acidez es más agradable y balanceada que en el café preparado con tostaciones oscuras.

### Consideraciones prácticas

*El contenido y tipo de compuestos químicos que conforman el aroma y sabor de la bebida dependen principalmente de: La especie y variedad de café, la sanidad, la madurez, el tipo de beneficio, la fermentación, el desmucilaginado, el lavado, el secado, el almacenamiento, el grado de tostación y el método de preparación de la bebida. Cada compuesto químico del café influye en las características sensoriales de la bebida de café (Tabla 6).*

Compuesto químico	unidad	Contenido en la bebida de café Arabica 7 g/100 mL, filtrado
Agua	%	98,75
Sólidos disueltos (Brix)	%	1,25
Ácido clorogénico	mg	100,00
Ácido quínico	mg	40,00
Ácido cítrico	mg	60,00
Ácido acético	mg	35,00
Ácido málico	mg	20,00
Ácido fosfórico	mg	15,00
Ácido láctico	mg	10,00
Ácido nicotínico	mg	1,00
Otros ácidos	mg	30,00
Cafeína	mg	90,00
Azúcares reductores	mg	19,00
Polisacáridos	mg	236,00
Melanoidinas	mg	272,80
Péptidos	mg	75,00
Lípidos	mg	1,00
Potasio	mg	105,00
Otros minerales	mg	140,00
Volátiles	mg	0,20
pH	unidad	4,89
Aporte calórico	kcal	1,00 sin azúcar; 17,40 con 1 cucharadita de azúcar

**Tabla 5.**

Composición química de una taza de café Arábica. (Fuente: Puerta, 2011).

Compuesto químico	Efecto en las características sensoriales de la bebida del café
Agua	Conservación del aroma y sabor del grano; desarrollo de las reacciones en la tostación
Polisacáridos	Retienen los aromas, contribuyen al cuerpo de la bebida y a la espuma del espresso
Sacarosa	Amargo, sabor, color, acidez, aroma
Azúcares reductores	Color, sabor, aroma
Lípidos	Contribuyen al transporte de los aromas y sabores, y en el espresso dan sabor y cuerpo
Proteínas	Contribuyen al amargo y sabor, en el espresso forman a la espuma
Cafeína	Amargo y sabor
Trigonelina	Contribuye al amargo, los productos de su degradación al aroma
Ácidos clorogénicos	Dan cuerpo, sabor amargo y astringencia a la bebida
Ácidos alifáticos	Acidez, cuerpo, aroma
Minerales	Cuerpo

**Tabla 6.**

Relaciones entre los componentes del grano y las características sensoriales de la bebida de café. (Fuente: Puerta, 2011).

## La catación

**Es el método usado para medir el aroma, el sabor y la sanidad del café.** Los catadores son las personas que mediante los sentidos de la vista, el olfato y el gusto sienten, perciben, identifican, analizan, describen, comparan y valoran la calidad del café. Mediante las evaluaciones sensoriales se pueden identificar los defectos presentes en la bebida de café, conocer la intensidad de una característica sensorial como la acidez y el dulzor, reconocer y calificar el sabor y el aroma, y de igual forma, medir la calidad global del producto (Tabla 7).

*Las evaluaciones sensoriales del café son objetivas y consistentes cuando son efectuadas por catadores expertos. Estas personas deben cumplir ciertos requisitos como los siguientes: Demostrar habilidades sensoriales olfativas y gustativas en las pruebas de identificación de olores y sabores; diferenciar calidades de café en pruebas de comparación; describir, clasificar y calificar la calidad del café mediante un vocabulario específico y una escala de calificación determinada (Puerta, 2009a).*

Las cataciones del café deben efectuarse en laboratorios donde las condiciones del entorno como los ruidos, la comodidad, la temperatura y humedad atmosféricas estén controladas. También los métodos de evaluación, procedimientos, equipos, registro de la información y análisis de los resultados deben estar estandarizados, para que los resultados puedan compararse. Los resultados de las cataciones del café contribuyen para la toma de decisiones acertadas en la mejora de los procesos y la conservación de la calidad del café.

### Escalas de calificación de la calidad del café

Para valorar la calidad de la bebida de café se dispone de varios tipos de escalas, un ejemplo es la **escala de la Asociación de Cafés Especiales de América (SCAA)** (Tabla 8), la cual ha sido divulgada para la capacitación de catadores en Centro y Suramérica, junto con protocolo

de evaluación de la calidad de cafés especiales, el cual es usado en algunos centros de catación del país.

Igualmente, la **Alianza para el Café de Excelencia (ACE) usa un formato propio para valorar la calidad del café**, en los concursos de la Taza de la Excelencia, que se desarrollan en los países productores, donde se otorga un prestigioso premio a los cafés de excelente calidad, después de una rigurosa selección entre varios lotes y caficultores proveedores; los cafés ganadores se subastan a altísimos precios, como incentivo al esfuerzo de los caficultores por producir cafés de buena calidad (ACE, 2013).

Para el análisis descriptivo y cuantitativo de las características de la calidad del café se desarrolló y se ha usado en Cenicafé la escala de 9 puntos, que comprende tres categorías de café: calidad especial y superior con calificaciones de 9-8 y 7; Calidad media (desviaciones) que se califica con 6-5 y 4, y calidad rechazo (defectos) con puntajes de 3-2 y 1 (Tabla 9).

*Los defectos se presentan cuando los granos o la bebida de café carecen de las cualidades propias y esperadas del producto. Los defectos del café ocasionan deterioro de su calidad física, falta de consistencia y mal sabor en la bebida o pérdida de la inocuidad.*

## Defectos del café

Durante el cultivo y los procesos de beneficio, almacenamiento y transporte del café se pueden generar varios defectos en el grano, que se detectan por su apariencia física y también en la calidad de bebida. Los defectos del grano de café en almendra más importantes son: El brocado, contaminado, vinagre, mohoso, negro, decolorado y flojo (Figura 3); y los de la bebida son el sabor fenólico, contaminado, vinagre, terroso, reposo, ahumado, carbonoso y acre.

El Comité Nacional de Cafeteros de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia estableció dos categorías en los defectos del grano de café en almendra, para los tipos de café exportado, así:

- **Defectos del primer grupo:** Negros llenos, parciales o secos, vinagres enteros o parciales, reposados amarillos o carmelitas y ámbar o mantequilla.

Tabla 7.

Descripción de las cualidades y defectos del café medidos sensorialmente. (Fuente: Puerta, 1996).

Característica sensorial de la bebida de café	Órgano sensorial de medición	Cualidades	Defectos
Fragancia y aroma	Olfato	Característico, equilibrado, pronunciado, intenso, balanceado, fresco, natural del café, dulce, tostado, floral, frutal, herbal, especia	Contaminado, fermento, reposo, verde, olores extraños, tierra, químicos, moho, reposo, envejecido, humo, carbonoso
Acidez	Gusto	Alta, agradable, pronunciada, delicada, balanceada	Nula, agria, picante, astringente, imperceptible, vinagre, fermento, stinker, metálico, extraño, baja, acre
Amargo	Gusto	Moderado, medio, equilibrado, balanceado, pronunciado	Muy fuerte, no equilibrado, imperceptible, escaso, extraño
Cuerpo	Gusto	Moderado, medio, equilibrado, balanceado, completo	Aguado, ligero, espeso, muy fuerte, lleno, sucio, flojo, pesado
Dulzor	Gusto	Medio, alto, equilibrado, balanceado	Escaso, bajo
Sabor	Olfato y gusto	Buena, balanceada, suave, dulce, tostado, cítrico, floral, frutal, herbal, a chocolate, a especias	Insípida, astringente, fermento, stinker, fenol, contaminado, tierra, mohoso, húmedo, sucio, reposo, envejecido, carbonoso, quemado, humo, metálico, verde, cereal, químico, extraño
Impresión global	Olfato y gusto	Buena, especial	Rechazo

Tabla 8.

Escala de calificación SCAA (Specialty Coffee Association of America) para el café. (Fuente: <http://www.scaa.org/resources&d=cupping-protocols>).

Escala de calidad			
6,00 - Buena	7,00 - Muy buena	8,00 - Excelente	9,00 - Sobresaliente
6,25	7,25	8,25	9,25
6,5	7,5	8,5	9,5
6,75	7,75	8,75	9,75
Clasificación del puntaje total de calidad			
90-100	Sobresaliente	Especial	
85-89,9	Excelente		
80-84,9	Muy buena		
<80,0	Por debajo de café especial		

Tabla 9.

Escala para la calificación y descripción de la calidad de la bebida de café (Fuente: Puerta, 1996).

Calidad especial y superior			Calidad media			Rechazo		
9	8	7	6	5	4	3	2	1
La mejor	Muy buena Tostado Avellana Frutal Dulce Almendra Cítrico Malta Moras Chocolate	Buena Caramelo Vino Clavos Vainilla	Tolerable Fique	Hierba Verde Banano Astringente Césped	Baja Media	Maíz Pronunciado Amargo Madera Cereal Quemado	Fermento Flores Pulpa Sucio Plátano Grasa Áspero Cebolla Húmedo Agrio Coco	Vinagre Picante Tierra Ahumado Cuero Moho Podrido Hediondo Fenol



**Figura 3.**

Defectos del café grano de café que más afectan la calidad de la bebida. **a.** Brocado. **b.** Vinagre. **c.** Decolorado. **d.** Negro. **e.** Mohoso

- **Defectos del segundo grupo:** Flojo, cardenillo, decolorado (veteado y blanqueado), mordido o cortado, picado por insectos, sobre-secados o quemados, partido, malformado o deformado, inmaduro, aplastado, flotador o balsudo, averanado o arrugado (FNC - Comité Nacional de Cafeteros, 2005)

**Para disminuir la ocurrencia de defectos en el café y reducir las pérdidas económicas y en la calidad se recomienda aplicar las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la finca, y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en las otras etapas de producción del café. Así, todos los procesos del café se deben efectuar en condiciones higiénicas y además, deben controlarse sus etapas críticas (Puerta, 2006a; Puerta, 2006c).**

En especial, se debe vigilar la efectividad del control integrado de la broca, verificar la recolección selectiva de frutos maduros, separar y descartar en cada etapa, los frutos y granos dañados, así como, establecer controles en la fermentación, el desmucilaginado mecánico, el lavado, el secado, el almacenamiento y también disponer integralmente los residuos del café.

### Causas de los defectos del café

Los defectos del café se originan desde el cultivo, principalmente por plagas como la broca del cafeto. La mayoría de los defectos del café resultan por un

inadecuado beneficio; es así como en unas pocas horas puede deteriorarse la calidad de la cosecha y originarse sabores y aromas desagradables en la bebida, y de esta forma, arriesgarse la inocuidad del producto.

En cada etapa del procesamiento del café se pueden producir diversos defectos debido principalmente a fallas en los controles (Tablas 10 y 11).

## Riesgos para la calidad del café

Los riesgos son condiciones y agentes físicos, químicos o biológicos, que causan la pérdida de la inocuidad y de la calidad del café y, en consecuencia, el producto obtenido no cumple con los requisitos para su consumo.

### Riesgos físicos

Presencia de piedras, vidrios, trozos de madera o metal, éstos sólo afectan a los frutos y granos de café, no pasan a la bebida.

### Riesgos biológicos

Insectos: Broca del cafeto (*Hypothenemus hampei*), gorgojo (*Araecerus fasciculatus*); hongos: *Aspergillus ochraceus*, *A. fumigatus*, *Penicillium crysogenum*; roedores y otros animales.

**Tabla 10.**

Causas de los defectos del café (Fuente: Jaramillo, 2005; Montoya, 1999; Puerta, 1999, 2000a, 2001; 2003b, 2005, 2006b, 2008a, 2009a, 2010b, 2012; Puerta et al., 1999; Puerta y Gallego, 2004; 2005; FNC, 1998). \*OTA: Ocratoxina A.

Etapa del proceso del café	Falla en la etapa	Defectos de la calidad del café
Cultivo	Control inadecuado de la broca del café	Brocado
	Deficiencia de agua	Negro
	Uso indiscriminado de plaguicidas	Contaminado
	Suelos con exceso de Ca o con deficiencia de Fe	Decolorado ámbar
Cosecha	Contacto de los frutos con sustancias químicas, como combustibles, insecticidas, humos, mohos, brea, frutos del suelo	Contaminado, mohoso
	Recolección no selectiva, verdes y sobremaduros	Fermento
Despulpado	Mal ajuste de la despulpadora	Mordido, pasillas, guayabas
	Falta de higiene en los equipos	Mohos, OTA, contaminado
	Falta o falla en la zaranda o en el sistema de clasificación	Vinagre, pasillas, guayaba
Fermentación	Prolongado o escaso tiempo de fermentación	Vinagre, manchado, decolorado
	Falta de higiene de los tanques	Manchado, contaminado
	Uso de aguas contaminadas o recirculadas	Manchado, contaminado
Desmucilaginado mecánico	Incompleta separación del mucílago	Vinagre, manchado
	Mal ajuste del desmucilaginator	Pelado
	Uso de aguas contaminadas	Contaminado, sucio
Lavado	Lavado incompleto	Vinagre, manchado
	Uso de aguas contaminadas	Vinagre, manchado, contaminado
Secado	Falta de higiene en equipos y ambientes	Contaminado, fenol, OTA, mohoso, terroso
	Cargas de secado altas y capas de grano gruesas	Decolorado, veteado, flojo, mohoso
	Rehumedecimiento y amontonamiento	Contaminado, decolorado, veteado, mohoso, terroso
	Altas temperaturas en el secador mecánico, mayor a 50 °C	Cristalizado
	Prolongados tiempos de secado	Decolorado, veteado
	Escasas horas de brillo solar	Decolorado, veteado, flojo, mohoso
Empaque	Falta de higiene de empaques	Contaminado, OTA*, mohoso
Transporte	Falta de higiene de medios de transporte	Contaminado, decolorado
Almacenamiento	Falta de higiene en sitios de almacenamiento	Contaminado, OTA, fenol, daño por insectos, mohoso, terroso
	Temperaturas en ambientes de almacenamiento superiores a 20 °C	Decolorado, OTA, mohoso, terroso, reposo
	Humedad relativa en ambiente de almacenamiento superior a 75%	Decolorado, OTA, mohoso, terroso, reposo
	Café almacenado húmedo, mayor a 12%	Decolorado, OTA, mohoso, terroso, reposo
	Tiempos de almacenamiento mayores a 6 meses	Reposo, decolorado
Trilla	Falta ajuste de la trilladora	Aplastado
	Trilla de café húmedo	Aplastado

Continúa...

...continuación

Etapa del proceso del café	Falla en la etapa	Defectos de la calidad del café
Tostación	Prolongado tiempo de tostación	Quemado, carbonoso
	Uso de aire o agua contaminados	Contaminado
Preparación	Falta de higiene en ambientes, equipos y utensilios	Contaminado
	Uso de agua contaminada	Contaminado
	Fallas en las proporciones agua/café, sistema de preparación, temperatura del agua, grado de molienda y tiempos entre preparación y servido	Aguado, pesado, recalentado, sucio

Defecto del grano de café	Aroma y sabor de la bebida
Brocado	Extraño, áspero, contaminado, sucio, fenol
Mohoso	Tierra, moho, fenol
Contaminado	Químico, tierra, combustibles, solventes, fenol
Vinagre	Agrio, fermento, descompuesto, <i>stinker</i> , hediondo, nauseabundo
Negro	Acre, sucio
Decolorado	Mohoso, sucio, envejecido, reposo, insípido
Mordido	Sucio, descompuesto, mohoso

Tabla 11.

Defectos físicos del grano de café y su efecto en la bebida. (Fuente: Puerta, 2008c)

### Riesgos químicos

Comprende los residuos de fungicidas, insecticidas y herbicidas, varios de los cuales están regulados para el café, así como solventes, combustibles, emisiones de humos, metales pesados y micotoxinas.

**Ocratoxina A (OTA).** Esta micotoxina es producida por el hongo *Aspergillus ochraceus* que puede contaminar el café a través de cáscaras, granos dañados y otros vegetales; también cuando los granos permanecen, se almacenan o se transportan con humedad mayor al 12%, en ambientes húmedos (Humedad relativa mayor al 75%), a altas temperaturas (Mayor al 25 °C) y en sitios carentes de higiene y ventilación (Puerta, 2003b; Puerta *et al.*, 1999; Puerta y Gallego, 2004 y 2005). La contaminación de OTA no se detecta en la evaluación de la apariencia del grano de café, la bebida tampoco presenta algún sabor o aroma que indique que pueda estar contaminada. La OTA se mide mediante columnas de inmunoafinidad y por cromatografía. La OTA puede contaminar también los cereales, el vino y los frutos secos. La dosis máxima tolerable diaria de OTA para una persona de 60 kg de peso corporal se ha estimado en 300 nanogramos. En la Comunidad Europea se han establecido valores límites de OTA de 5 ppb en el café tostado y 10 ppb (Partes por billón) en el soluble (FAO, 2005).

### Metales pesados

Como arsénico-As, bismuto-Bi, antimonio-Sb, cadmio-Cd y plomo-Pb, provienen de suelos y aguas contaminadas y también pueden estar contenidos en trazas en fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas.

### Condiciones inadecuadas

Fallas en la clasificación y separación de granos defectuosos; contaminación cruzada, contacto de los granos de café húmedo o seco con cáscaras, pulpas, aguas residuales, animales, maíz; fallas en la higiene personal, de instalaciones y de equipos; demoras en el secado, almacenamiento del grano de café en ambientes húmedos y caliente, y sin ventilación.

### Adulterantes del café

Son sustancias que no se declaran en la etiqueta del producto y que se adicionan intencionalmente al café en cualquier etapa de la producción. Las principales sustancias adulterantes del café son: Café Robusta y de otras especies; café de variedades Arábica de otras procedencias; vegetales, cereales, gramíneas; tinturas, sangre y otras sustancias líquidas o sólidas.

# Relación entre los factores de origen y proceso del café y su calidad

La calidad del café está influenciada por varios factores naturales, climáticos, botánicos y por el factor humano, debido a los diversos procesos y operaciones que son realizados desde las fincas hasta su tostación y preparación.

## Especie botánica

**Entre el café Arábica y Robusta se presentan diferencias notables en las características de la calidad del grano y de la bebida.** Los granos de café Robusta son redondos y pequeños, mientras que los Arábica son más planos; además, según el tipo de beneficio del grano, es distinto el color de los granos y el sabor de la bebida. Así, los granos de café Robusta que se procesan generalmente por la vía seca (Secado directo de los frutos) son de color verde - amarilloso o marrón, mientras que aquellos de Arábica del beneficio húmedo, conservan su coloración verde.

**Del mismo modo, la bebida de café Robusta presenta un sabor amargo fuerte, un cuerpo pesado y un aroma muy peculiar que la distinguen de la bebida preparada con Arábica.** El sabor propio de *C. canephora* es detectado por expertos catadores incluso en mezclas que contengan 10% de Robusta con 90% de Arábica, debido a la intensificación del amargo y al aumento del cuerpo de la bebida de este café.

Las características de sabor de Robusta se deben precisamente a su composición química, por los mayores contenidos de ácidos clorogénicos y cafeína, y el menor

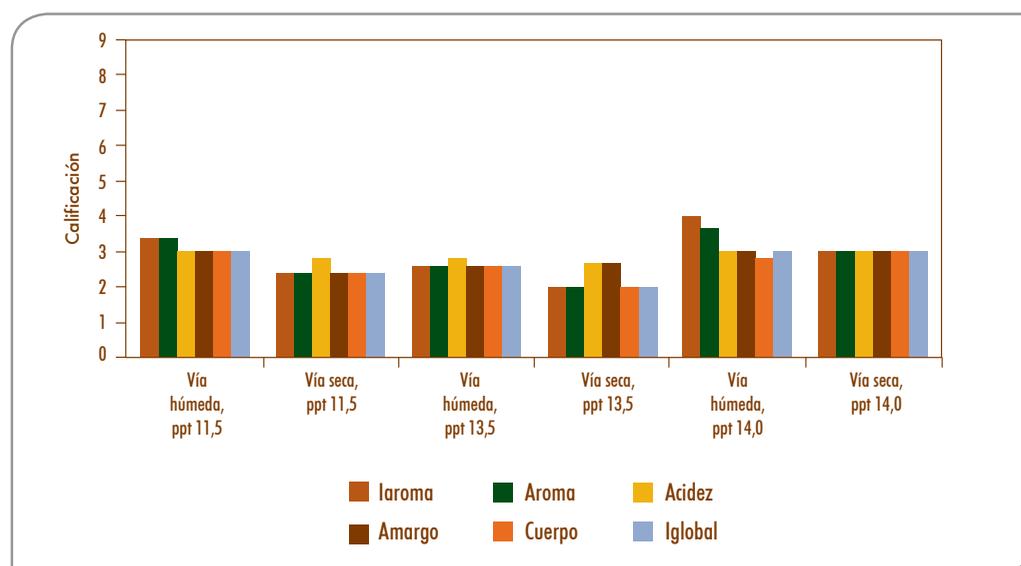
contenido de sacarosa, con respecto a Arábica. Estos compuestos y sabores del café Robusta se mantienen en el grano independientemente del tipo de beneficio (Figura 4). Las bebidas de café Robusta presentan sabores terrosos, leñosos, a cereal y vinagres, en consecuencia su calidad se califica en la escala de rechazo.

Igualmente, *C. canephora* presenta mayores valores de sólidos solubles, rendimientos de la bebida y pH, menor acidez sensorial y cuerpo más pesado, con respecto al café Arábica (Tabla 12). Por el contrario, el café Arábica resulta más suave, independiente de su origen geográfico, debido a sus menores contenidos de alcaloides y ácidos clorogénicos, y a su mayor contenido de sacarosa y ácidos. Los sabores y aromas dulces y frutales de Arábica dependen de la madurez, del tipo de beneficio, la fermentación y de las condiciones de almacenamiento, tostación y preparación.

## Variedad

Con las variedades de café Caturra, Colombia, Castillo®, Típica, Borbón, Tabi y Maragogipe del café Arábica que se produce en Colombia, se obtienen bebidas de cualidades suaves, aromas intensos y acidez agradable (Tabla 13). Esta calidad se obtiene en la bebida de café siempre y cuando las condiciones de cultivo y las prácticas de procesamiento en el beneficio, almacenamiento y preparación sean adecuadas (Puerta, 2006a, 2008c). De esta forma, se conservan y destacan las cualidades dadas por la genética de la planta, por los componentes químicos naturales del grano de café y se obtienen calificaciones en el rango de la buena calidad del café (Tabla 14).

La calificación de estas cualidades cambia con el tipo y condiciones de beneficio y con el grado de tostación (Figura



**Figura 4.**

Calificación de la calidad del café Robusta, según el tipo de beneficio y la pérdida de peso en la tostación (ppt). (Escala: 7 a 9 calidad superior; 9, la mejor; 4 a 6 media; 3 a 1 defectos, rechazo).  
 Aroma: Intensidad del aroma; Iglobal: Impresión global.

Variedad de café	pH (unidades)	C.V.%	Acidez (mg CaCO <sub>3</sub> /L bebida)	C.V. %	Brix % (g sólidos /100 mL bebida)	C.V. %	Sólidos solubles % (g/100 mL bebida)	C.V. %	Rendimiento extracción % (g solubles /100 g café tostado)	C.V. W VV %
Borbón	4,92	3,6	752,9	8,5	1,24	22,9	1,54	1,2	20,99	12,9
Caturra	4,95	3,8	789,3	17,5	1,60	18,4	1,65	1,6	22,57	13,1
Colombia amarillo	4,69	1,9	922,4	15,0	1,43	20,5	1,55	1,4	21,16	12,2
Colombia rojo	4,72	2,8	928,5	11,6	1,33	12,9	1,59	1,3	21,76	10,6
Típica	4,79	3,5	741,8	5,6	-	-	-	-	-	-
Robusta vía húmeda	5,17	1,6	878,1	18,3	2,01	7,1	2,14	2,0	29,18	8,5
Robusta vía seca	5,17	3,3	908,8	8,6	2,11	17,3	1,87	2,1	25,53	9,0

Tabla 12.

Valores de pH, acidez química y sólidos solubles promedio de la bebida para las variedades de café Arábica y Robusta (Fuente: Puerta, 2008a).

Variedad de café	Cualidades organolépticas sobresalientes
Borbón	Taza equilibrada y amargo moderado
Caturra	Amargor y aromas pronunciados
Colombia	Acidez alta y amargo pronunciado
Típica	Taza muy suave
Maragogipe	Cuerpo medio, sabor suave
Tabi	Taza equilibrada y aroma intenso
Castillo®	Balanceda, suave

Tabla 13.

Cualidades sobresalientes de las variedades de café Arábica maduro cultivadas en Colombia (Fuente: Puerta, 1998; Alvarado y Puerta, 2002; Alvarado et al., 2009).

Característica sensorial	Variedad de café				
	Borbón	Caturra	Colombia amarillo	Colombia rojo	Típica
Aroma del tostado	7	7	7	7	7
Aroma de la bebida	7	7	7	7	7
Acidez	7	8	8	8	7
Amargo	7	7	7	7	7
Cuerpo	7	7	7	7	7
Impresión global	7	7	7	8	7

Tabla 14.

Calificación de la calidad de variedades de café de Colombia, beneficio húmedo, tostación media. (Fuente: Puerta, 1998).

Escala de 9 puntos: 9, 8, 7 buena calidad; 9 la mejor

5). Mediante mezclas de estas variedades y tostaciones controladas se producen perfiles de taza con sabores suaves y cualidades organolépticas, aún más balanceadas (Puerta, 2000a).

## Altitud

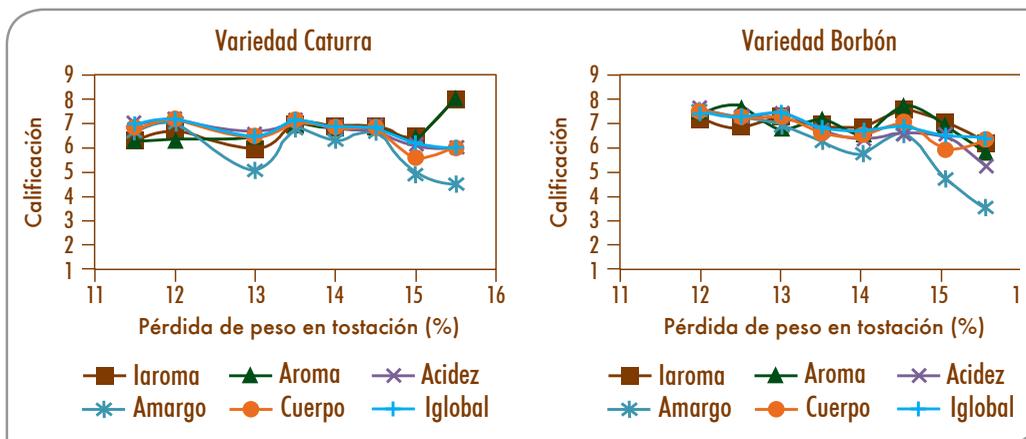
### La altitud del cafetal influye en el desarrollo de plagas y enfermedades y favorece algunos defectos del grano.

A mayores altitudes, por encima de 1.600 m, se ha observado menor cantidad de granos dañados por la broca y menor cantidad total de defectos (Tabla 15). Para ambas

variedades Caturra y Colombia, cultivadas en altitudes por encima de 1.600 m, el porcentaje de grano supremo 17 tiende a ser mayor y la cantidad de grano de 14/64 de pulgadas tiende a ser menor (Tabla 16).

### Por el contrario, la altitud no modifica la calidad de la bebida de los granos de café Arábica sanos.

No hay relación entre la altitud con la calificación del aroma, acidez o impresión global de la bebida de café, así mismo, no hay diferencias en la cantidad de defectos o tazas buenas, según el rango de altitud del cultivo. En todas las regiones de Colombia



**Figura 5.**

Variación de las características de calidad de la bebida de las variedades Caturra y Borbón, según la pérdida de peso en la tostación (Escala de 9 puntos, 9 la mejor calificación). laroma: Intensidad del aroma; lglobal: Impresión global.

Defectos %	Rango de altitud, metros		
	<1.300	1.300 a 1.600	>1.600
Negro	0,07a	0,09a	0,08a
Brocado	3,83a	2,24b	0,70c
Vinagre	1,13a	0,74b	0,97ab
Decolorado	1,62a	1,21a	1,12a
Mordido	1,12b	1,39a	1,23ab
Total defectos	10,61a	8,43b	7,18c

**Tabla 15.**

Cantidad de defectos en el grano de café, según el rango de altitud del cultivo, en 580 muestras de siete departamentos (Puerta, 2007a). (Letras distintas entre rangos de altitud para cada defecto indican diferencias estadísticas, Duncan 5%).

Tamaño grano café almendra pulgada	Rango de altitud, metros					
	<1.300			1.300 a 1.600		
	Caturra			Colombia		
17/64	58,0a	61,4a	64,3a	62,5a	63,4a	65,2a
16/64	25,1a	24,2a	23,4a	22,9a	23,2a	22,9a
15/64	10,9a	9,8a	8,7a	9,9a	9,3ab	8,4b
14/64	4,9a	4,0a	3,0b	3,9a	3,5ab	3,0b

**Tabla 16.**

Tamaño del grano de café almendra de variedades Caturra y Colombia, según el rango de altitud del cultivo. (Letras distintas entre rangos de altitud para cada variedad y tamaño indican diferencias estadísticas, Duncan 5%).

recomendadas para el cultivo del café Arábica se puede producir café de muy buena calidad y también defectos, la diferencia radica en la sanidad del grano y en las prácticas realizadas en el beneficio y secado.

En las regiones por debajo de 1.300 m, las altas temperaturas favorecen el deterioro de la calidad del café cuando el despulpado y la fermentación se realizan en forma inadecuada y cuando se mantienen húmedos los granos por tiempos prolongados. Mientras que en la regiones por encima de 1.600 m las bajas temperaturas y la alta nubosidad no favorecen el oportuno y buen secado del café al sol. En ambos casos, debido a las condiciones y malas prácticas se pueden presentar granos decolorados y vinagres y sabores sucios, vinagres y mohosos.

## Sombrío

No se han encontrado diferencias en alguna de las características de calidad de la bebida de café, según el sombrío del cultivo (Tabla 17).

## Suelos

No se han encontrado diferencias en la calidad del café, debido al origen del material parental, ni por la unidad de suelo. En todos los suelos donde se cultiva el café en Colombia se produce café de buena calidad, siempre y cuando se apliquen las buenas prácticas agronómicas y de procesamiento recomendadas.

## Sanidad y broca

El mejor balance de los aromas y sabores, y la mejor calidad del café se obtiene de frutos maduros y sanos. El grano brocado es un defecto del café que exige que el proceso de beneficio y clasificación se hagan de una forma aún más cuidadosa que cuando no se tenía el insecto *Hypothenemus hampei* en los cafetales de Colombia.



Este insecto ocasiona considerables pérdidas económicas en la caficultura, daña el aspecto del grano almendra (perforaciones), su color cambia a verde oscuro y marrón, y también se deteriora la calidad de la bebida. Cuando los granos brocados no se retiran en el beneficio mediante las operaciones de clasificación del fruto, en el despulpado y en el lavado o cuando permanecen húmedos, se incrementan los riesgos de producir defectos en la bebida de café.

En las bebidas de café preparadas con granos brocados, dañados en más del 25%, se pierden más del 30% de las tazas. Estos defectos incluyen aromas y sabores nauseabundos, contaminados, acres y sucios, que hacen la bebida imbebible (Tabla 18).

Categoría calidad del café	Plena exposición al sol	Con sombra
	Muestras (%)	Muestras (%)
Buena, superior	47,1	47,1
Media	24,9	25,2
Rechazo	28,0	27,7

Tabla 17.

Clasificación de la calidad del café de siete departamentos, según el cultivo a plena exposición solar y con sombra.

Grado de daño	Pérdida de peso del grano almendra	Muestras con calidad en taza rechazada	Defectos en la bebida
1	Una perforación	8% a 58%	Verde, sabores extraños
2	25%	16% a 42%	Sucio, carbonoso, viejo
3	50%	22% a 100%	Sucio, <i>stinker</i> , fenol, imbebible
4	75%	22% a 100%	<i>Stinker</i> , fenol, rancio, picante, sabores extraños, imbebible

Tabla 18.

Efecto de la broca en la calidad de la bebida de café (Adaptado de Montoya, 1999).

## Madurez

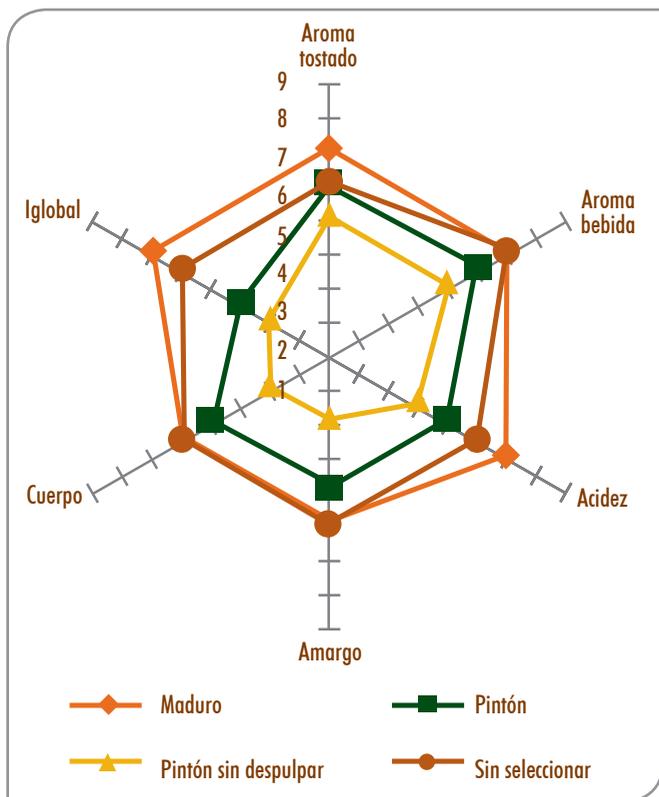
### Consideraciones prácticas

Debido a las condiciones climáticas de las regiones cafeteras de Colombia (Jaramillo, 2005), en un cafetal se pueden encontrar todos los estados de maduración del fruto al momento de la cosecha. Los mayores rendimientos y la mejor calidad se obtienen del café maduro, por lo tanto, como buena práctica se recomienda la cosecha selectiva de frutos maduros y adicionalmente, la separación y descarte de los frutos pintones, verdes y secos antes del beneficio (Puerta, 2006a).

### El grado de madurez influye en la composición química del grano y en la calidad de la bebida (Figura 6).

Como máximo pueden tolerarse hasta 20 frutos verdes por 1,0 kg de frutos de café recolectado, sin embargo, estos frutos verdes deben separarse por cualquier método, para no permitir que pasen al tanque de fermentación, ni al secado.

A partir del 2,5% en peso de frutos verdes (inmaduros) se rechazan desde el 30% de las tazas, por defectos sucio, fermento, *stinker*, tierra y sabores desagradables, además, se disminuye en 7% el rendimiento del café pergamino, con relación al rendimiento con 100% café maduro (Puerta, 2000b).



**Figura 6.**

Calidad de la bebida de café Arábica procesado por fermentación, según la madurez. (Fuente: Puerta, 2010b). (Escala de 9 puntos, 9 la mejor calificación).



**Figura 7.**

Aspecto del grano de café, según el tipo de beneficio, a. Beneficio seco. b. Descascado. c. Beneficio húmedo.

## Beneficio



*El tipo de beneficio del café influye de manera significativa en la calidad de los granos (Figura 7) y de la bebida, y por consiguiente, en la clasificación comercial del producto. En el mercado internacional los cafés se catalogan de acuerdo con la especie cultivada (Arábica o Robusta) y según el tipo de beneficio.*

En los diferentes países cafeteros, el café se obtiene por tres tipos de beneficio: Vía seca, vía húmeda y descascado.

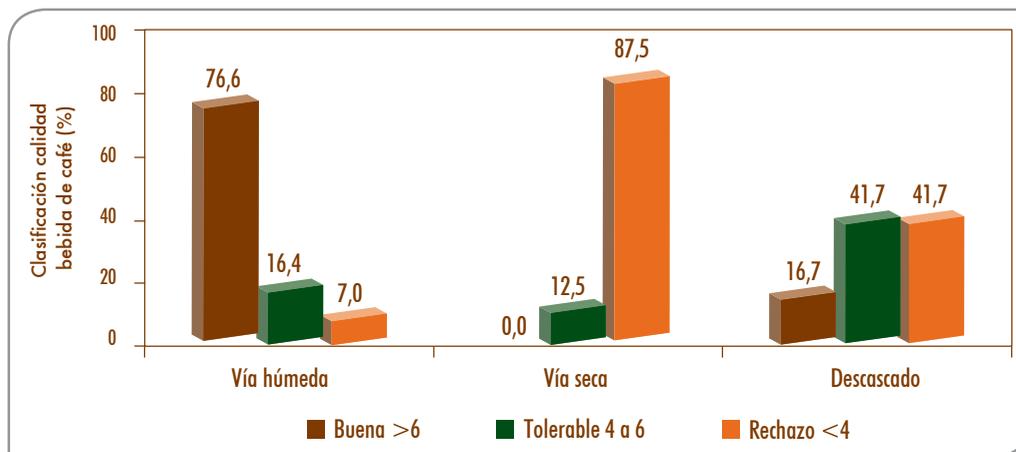
### Beneficio vía seca

Consiste en el secado directo del fruto de café en el árbol o en patios, seguido del descascarado, para remover del grano la pulpa y el pergamino seco. El beneficio seco se usa principalmente con café Robusta de Asia y África, este producto conforma la categoría comercial de los **cafés naturales** y es utilizado principalmente en la preparación de cafés solubles, aunque también es preparado sólo o en mezclas con otras variedades de café.

Por su parte, los cafés Arábica del Brasil que se procesan por la vía seca constituyen la categoría comercial de los **Arábica no lavados**. Los cafés Arábica obtenidos por vía seca presentan características diferentes del café beneficiado por la vía húmeda, con un predominio de sabores agrios y fermentos, cuando los frutos se secan en ambientes con altas humedades relativas (Figura 8).

### Beneficio vía semiseca o descascado

En este proceso no se retira el mucílago del grano de café, sino que el grano despulpado se seca directamente, luego se trilla para remover la cáscara. Este proceso se realiza en algunas regiones de Brasil, Asia y África. Mediante el



**Figura 8.**

Comparación de la calidad de café Arábica procesado en el beneficio por húmedo, seco y descascado.

secado del grano de café con su mucílago, en condiciones ambientales húmedas propias de la zona cafetera central, se producen sabores especiales como chocolates, tostados y moras (Figura 8), pero también gran porcentaje de tazas con defecto fermento.

### Beneficio vía húmeda

Se practica en Colombia, en los países centroamericanos, en Kenia, Tanzania, Ruanda y Malawi y en algunas regiones del Asia; comprende varias etapas, en la primera se retira la pulpa del fruto en la operación de despulpado, luego se remueve el mucílago mediante un desmucilagador o por la fermentación natural, después, con el lavado se retiran los productos de degradación del mucílago, y finalmente, en el secado se reduce la cantidad de agua del grano pergamino. Los **café suaves colombianos** incluyen al café de Colombia, Kenia y Tanzania; en tanto que los **otros suaves** son Arábicas de Centroamérica y de algunas regiones de India.

### Etapas del beneficio húmedo del café

El flujo del proceso controlado del beneficio húmedo del café se presenta en la Figura 9. Cuando se presentan fallas en las condiciones y prácticas de beneficio, se pone en riesgo la calidad del café y en consecuencia, se obtienen granos y bebidas no siempre de buena calidad, así, pueden producirse granos manchados, flojos, mohosos, vinagres, entre otros.

#### **Buenas Prácticas para asegurar la calidad del café en el recibo y clasificación del fruto**

- Registrar la trazabilidad de los frutos de café cosechados y anotar el peso recibido.
- Tomar muestras de la tolva para evaluar la madurez y sanidad del fruto, en especial el daño por broca y el porcentaje de frutos verdes. Esta información puede aprovecharse para mejorar las prácticas de manejo del insecto, así como, para optimizar la recolección selectiva del fruto de café.

Antes del despulpado se deben retirar los frutos deteriorados, secos e inmaduros, y las impurezas, como ramas y piedras, mediante operaciones de clasificación mecánicas o hidráulicas. Estos residuos se deben disponer en sistemas adecuados para su descomposición.

#### **Buenas Prácticas para asegurar la calidad del café en el despulpado**

- Los principales daños en la calidad del café en la etapa del despulpado son los vinagres, que se ocasionan por la demora en iniciar esta operación o por la separación parcial de la cáscara del grano, también pueden producirse los granos mordidos, por mal ajuste de la máquina.
- El despulpado de café debe comenzarse lo más pronto posible, para evitar fermentaciones y deterioro de la calidad. Se recomienda que no transcurran más de 10 horas entre la recolección y el inicio del despulpado.
- Las despulpadoras deben ajustarse según el tamaño y la madurez del fruto de café producido en la finca.
- Adicionalmente, como control del proceso es necesario que los granos después de despulpados pasen por una zaranda que retenga pulpas y los granos que no se despulparon completamente.

**Desmucilaginado.** La etapa de remoción del mucílago del café es crítica para la calidad del grano y de la bebida, debido a que los daños que se ocasionen durante ésta son irreversibles. La remoción del mucílago puede efectuarse por la fermentación natural, con ayuda de enzimas pécticas y mediante desmucilaginado mecánico.

**Fermentación natural.** La fermentación es un proceso bioquímico, en el cual las levaduras, bacterias lácticas y otras bacterias presentes en el mucílago oxidan de forma parcial sus azúcares y producen energía (ATP), etanol, ácido láctico, ácido acético, dióxido de carbono, propanol, butanol, ácidos succínico, fórmico, butírico y sustancias olorosas como aldehídos, cetonas y ésteres. Además, las pectinasas presentes de forma natural en el mucílago

de café convierten parte de sus compuestos pécticos en disacáridos y monosacáridos. Durante la fermentación también se degradan los lípidos y cambian el color, el olor, la densidad, la acidez, el pH, los sólidos solubles, la temperatura y la composición química y microbiana del mucílago de café (Puerta, 2010a; Puerta, 2012).

La velocidad de los diferentes cambios que ocurren en la fermentación del mucílago del café como la fermentación de azúcares, acidificación y formación de alcohol, varía a través del tiempo del proceso y se desarrolla de forma similar al crecimiento de los microorganismos, así: La primera fase es relativamente lenta, sigue una fase muy rápida hasta alcanzar un valor máximo (Fase exponencial), luego las tasas de degradación y de producción disminuyen; a partir de estos tiempos las concentraciones de los componentes del sustrato prácticamente no varían (Puerta, 2012).

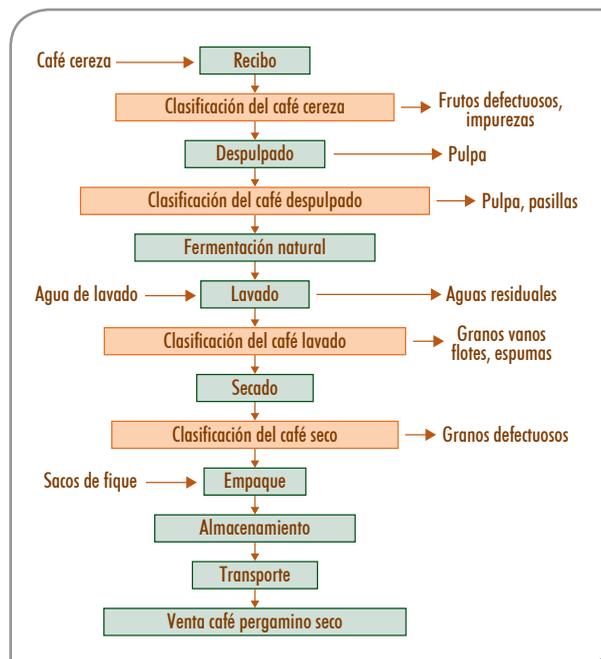
## Consideraciones prácticas

*En la fermentación del café, los granos despulpados se mantienen durante cierto tiempo, hasta su lavado, inmersos en el sustrato que contiene los diversos productos de la fermentación. Durante este tiempo, los productos de la fermentación pueden ser absorbidos por el grano y, dependiendo del tiempo y del tipo de sustancia, pueden afectar tanto la calidad del grano como los sabores y aromas de la bebida; en especial, el ácido acético, que tiene olor y sabor a vinagre y que siempre se presenta en las fermentaciones del café. La permanencia prolongada de los granos en el ácido acético es la principal causa de los sabores agrios y fermentos en la bebida, que son los defectos más frecuentes en la calidad del café.*

Igualmente, los sabores y calidades obtenidos por la fermentación del café dependen del sistema de fermentación (sumergido o sin agua, abierto o cerrado), la temperatura externa y la calidad del café en baba (madurez y limpieza).

Son malas prácticas en la fermentación del café:

- ✗ Las mezclas heterogéneas de cafés despulpados de diversa madurez, sanidad y frescura
- ✗ El proceso de cafés despulpados de varios días
- ✗ La fermentación no controlada por tiempos prolongados
- ✗ El uso de aguas sucias para este proceso



**Figura 9.**

Flujo del proceso de beneficio controlado del café (Fuente: Puerta, 2006c).

Mediante la fermentación del café se pueden producir bebidas con aromas y sabores especiales, dulces, cítricos, frutales y tostados, aunque también defectos y sabores desagradables como vinagres, agrios, podridos y terrosos; la diferencia entre estas calidades está en las condiciones, tiempo, controles y el proceso (Figura 10). Para evitar el desarrollo de defectos en la fermentación del café se requiere de controles sistemáticos.

### **Buenas Prácticas para asegurar la calidad del café en la fermentación**

- Usar tanques y recipientes limpios, de materiales inertes, superficies lisas y de bordes redondeados que puedan lavarse fácilmente. No se recomiendan fermentadores de madera, ni de metales que se corroan, debido al medio ácido; tampoco superficies que desprendan pinturas. Es necesario mantener en buen estado y funcionamiento los desagües y sellos o tapones. La capacidad de los tanques de fermentación debe ajustarse a la producción de café en la finca.
- Realizar la recolección selectiva de frutos maduros y la separación con zarandas de todas las impurezas del grano en baba, antes de la fermentación.
- Fijar el tiempo de fermentación. De esta forma se logra producir café de buena calidad y de características consistentes y además, optimizar los tiempos de los procesos del café en la finca. Para fermentación de sustrato sólido (Sin adicionar agua) se recomiendan de

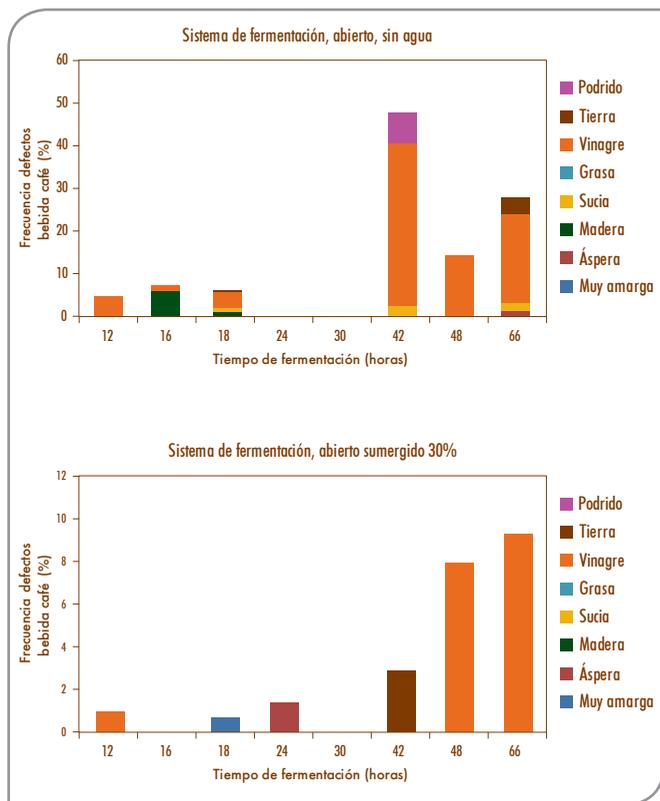


Figura 10.

Defectos en la bebida de café, según el sistema y tiempo de fermentación a 20 °C.

14 a 18 horas; en fermentaciones sumergidas con 30% de agua se puede dejar el café en fermentación hasta 24 horas.

- Implementar mediciones para el seguimiento y control del proceso. Incluyen la determinación del pH, Brix, azúcares, olor, ácidos, acidez. La variación del pH durante la fermentación del café depende de la calidad del grano en baba, del sistema y de la temperatura externa (Tabla 19).
- En la fermentación del café, el pH del mucílago disminuye más rápido en las primeras 20 horas, por la formación y disociación de ácidos, principalmente el ácido láctico que se genera en las fermentaciones lácticas y el ácido acético que se produce en las heterolácticas y en la acetificación del etanol. En general, para los diferentes sistemas de fermentación valores de pH del mucílago fermentado entre 3,7 y 4,1 son adecuados y seguros para interrumpir la fermentación y lavar el café.

**Buenas Prácticas para asegurar la calidad del café en el desmucilaginado mecánico**

- En la operación del Becolsub se debe asegurar que se remueva completamente el mucílago del grano de café, para evitar su descomposición en el secado, el manchado del grano y la generación de sabores nauseabundos y putrefactos en la bebida de café.

Tiempo de fermentación en horas	Sistema de fermentación							
	sin agua			30% agua			50% agua	
	Clasificado por zaranda				Clasificado por sifón y zaranda			
	22 a 25 °C			22 a 25 °C		17 a 19 °C		
0	5,00	5,23	5,43	5,36	5,41	5,81	5,58	5,66
12	4,07	4,42	4,49	3,92	4,39	4,68	4,52	4,65
14	3,95	4,30	4,37	3,76	4,29	4,54	4,39	4,53
16	3,85	4,18	4,27	3,64	4,20	4,40	4,28	4,42
18	3,76	4,06	4,19	3,54	4,13	4,28	4,19	4,31
20	3,68	3,95	4,11	3,47	4,07	4,17	4,11	4,22
22	3,62	3,84	4,05	3,44	4,04	4,07	4,04	4,15
24	3,56	3,74	4,00	3,43	4,02	3,99	4,00	4,08
26	3,52	3,63	3,97	3,45	4,02	3,91	3,96	4,03
28	3,49	3,53	3,94	3,50	4,04	3,85	3,94	3,99
30	3,48	3,44	3,93	3,58	4,07	3,80	3,94	3,96

Tabla 19.

Variación del pH del mucílago a través del tiempo de fermentación en sistemas abiertos, sólidos y sumergidos con 30% y 50% de agua, según la temperatura de proceso y la clasificación del café en baba (Fuente: Puerta, 2012).

- El desmucilagador mecánico debe ajustarse para evitar los granos pelados, los cuales cuando no se secan apropiadamente pueden tornarse mohosos y dañar también la calidad de la bebida de café.
- Se debe controlar la cantidad de agua en esta operación, pero proveer la cantidad suficiente para lavar bien el grano de café.
- Los residuos, pulpa, mucílago y lixiviados deben disponerse y tratarse.

### **Buenas Prácticas para asegurar la calidad del café en el lavado**

- En el lavado del café es necesario asegurar que los granos de café procesados por la fermentación, con pectinasas o por desmucilagado mecánico queden limpios de restos de mucílago y ácidos. Por lo tanto, se debe usar suficiente agua limpia, y también disponer las aguas residuales para su tratamiento.
- El agua apropiada para lavar el café es incolora, libre de sedimentos, no tiene olor, ni sabor, presenta pH neutro de 6 a 7, está libre de coliformes fecales, coliformes totales y de hongos. El uso de aguas sucias, que contienen residuos de mucílago, pulpa, tierra o que están contaminadas con químicos, contribuye a la generación de defectos vinagres, agrios, sucios y químicos que deterioran la calidad de la bebida.
- Se debe calcular la cantidad de agua necesaria para el lavado del café y realizar la operación en varios enjuagues, con el fin de efectuar un adecuado lavado de los granos y no malgastar, ni contaminar agua. Así:

#### *Para el lavado de café fermentado en sustrato sólido*

- Drenar las mieles, estimar la cantidad total de agua para lavar, 2,0 L.kg<sup>-1</sup> café en baba.
- Lavar en cuatro enjuagues sucesivos. 1. Adicionar el 30% del agua, agitar, retirar impurezas y eliminar; 2. Adicionar 20% del agua, agitar y eliminar; 3. Agregar 20% del agua, agitar y eliminar; 4. Agregar 30% del agua, agitar, eliminar y retirar impurezas, vanos y flotes.
- Escurrir los granos de café y extenderlos inmediatamente en los secadores, en capas delgadas.
- Disponer y tratar las mieles y aguas residuales.

#### *Para el lavado de café de fermentaciones de sustrato sumergido*

- Retirar las aguas mieles del grano, estimar la cantidad de agua para lavar, 1,7 L.kg<sup>-1</sup> café en baba.
- Lavar en cuatro enjuagues sucesivos, así:

1. Adicionar el 30% del agua, agitar, retirar impurezas y eliminar; 2. Adicionar 20% del agua, agitar y eliminar; 3. Agregar 20% del agua, agitar y eliminar; 4. Agregar 30% del agua, agitar, eliminar y retirar impurezas.

- Escurrir los granos de café y extenderlos en los secadores, en capas delgadas.
- Disponer y tratar las mieles y aguas residuales.

## **Secado**

El proceso de secado del café es una etapa crítica del beneficio, debido a que después de contaminarse el grano de café con mohos, con la OTA (Ocratoxina A) o con humos, los daños son irreversibles y no se conoce una medida para reducir este deterioro a niveles admisibles.



*El valor de la actividad del agua (aw) indica la cantidad de agua libre disponible para que ocurran cambios microbiológicos, químicos y físicos en un alimento y, por lo tanto, indica su estabilidad durante el almacenamiento. En general, un alimento con actividad del agua inferior a 0,7 es estable a la mayoría de las causas de deterioro físico, químico o biológico; por debajo de 0,6 es muy estable al deterioro por microorganismos.*

*Mediante el secado del café se disminuye la cantidad de agua del grano y su actividad del agua. Esto corresponde a reducir la actividad del agua desde 0,97 a 0,98 del café pergamino lavado y escurrido, un producto perecedero, hasta 0,60 a 0,67 del pergamino seco.*

La relación entre la humedad del grano de café pergamino y su actividad del agua se muestra en la Figura 11. Una humedad del 12% del grano de café corresponde a un valor de 0,67 (Línea naranja), el cual es un valor seguro para prevenir el deterioro. Café con un valor por encima de 0,77 contiene humedad superior a 18% (Línea amarilla), límites favorables para el crecimiento de muchos hongos incluido *Aspergillus ochraceus*. Los valores óptimos para la producción de la OTA por *Aspergillus ochraceus* se presentan para entre 0,83 y 0,87 que corresponden a humedad del grano entre 18% y el 28% (Línea verde).

Así, el café pergamino debe secarse con el fin de controlar su daño por hongos y micotoxinas, para evitar aplastamiento del grano en la trilla y también para obtener buenas características sensoriales en la tostación. Para humedad del grano de café pergamino superior a 12,5% se presentan daños físicos como pergamino manchado y decoloración de la almendra, y también defectos en la bebida como sabores a sucio, mohoso, terroso.

**El secado del café depende de muchos factores como: Las condiciones ambientales durante el proceso; la calidad del café a secar, como pergamino seleccionado, no seleccionado o frutos pasillas; la superficie del secador (Madera, cemento, malla), la carga y capa de secado y los controles y prácticas aplicadas.**

En consecuencia, el secado del café requiere de un apropiado control para obtener un producto inocuo y de buena calidad física y sensorial. Este control se alcanza mediante la aplicación de BPA que incluye capacitación del personal del beneficiadero, diseño, ubicación y operación de los secadores y el control de la calidad del producto.

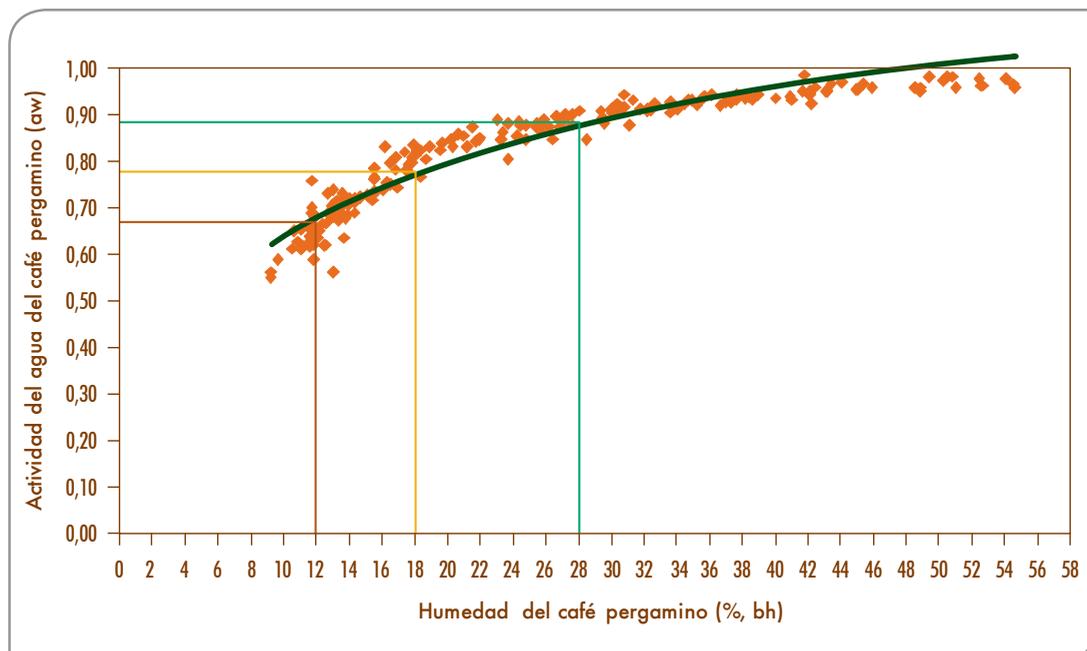
### **Buenas Prácticas para asegurar la calidad del café en el secado al sol**

Condiciones ambientales. Utilizar tecnologías de secado acordes a las condiciones climáticas como la temperatura ambiente, el brillo solar y los días de lluvia predominantes en la región; estimar el tiempo requerido para que el secado se complete y planificar el almacenamiento del café pergamino seco.

La tasa de evaporación del agua, desde el grano de café a la atmósfera, depende de la disponibilidad de radiación solar (Brillo solar). Para café pergamino húmedo, en capas de 2 cm, se requieren de 35 a 45 horas de brillo solar para alcanzar la humedad del 10% al 12% (Figura 12); y en

### Consideraciones prácticas

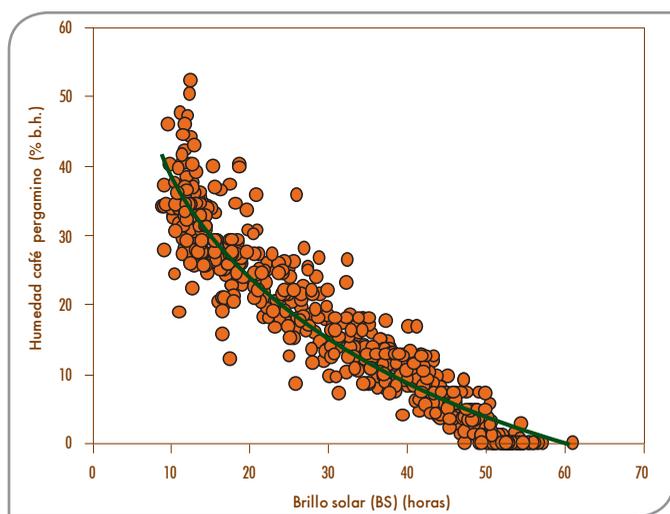
Para el secado al sol se debe colocar máximo 20 kg de café pergamino húmedo por cada metro cuadrado de área (capas de 3 cm) y durante los primeros 3 días revolver el grano con rastrillos cada 3 a 4 horas. Después del cuarto día de secado se recomienda revolver el café al menos dos veces al día, hasta el secado final. La temperatura del aire de secado en secadores mecánicos no debe superar los 50 °C y las cargas y flujos deben ser acordes al diseño.



**Figura 11.**

Relación entre la actividad del agua y la humedad del café pergamino en secado. (Fuente: Puerta 2006b).

general, entre 5 y 15 días, dependiendo de las condiciones climáticas del lugar de secado del café (Figura 13).



**Figura 12.**

Relación entre la humedad del grano en base húmeda y las horas de brillo solar requeridas para el secado de café pergamino en capa 2 cm (Fuente: Puerta, 2006b).

*El café secado en condiciones favorables de brillo solar y en tiempo seco presenta una coloración amarilla uniforme y la bebida es de muy buena calidad, siempre y cuando se hayan llevado a cabo las buenas prácticas en todas las operaciones de cultivo, recolección y beneficio. Por el contrario, un café secado en condiciones ambientales muy húmedas o en capas muy gruesas, tiene al final una apariencia de grano pálido y grisáceo, con mal olor, se enmohece, se aplasta en la trilla y la bebida revela defectos como sucio, áspero, mohoso y terroso.*

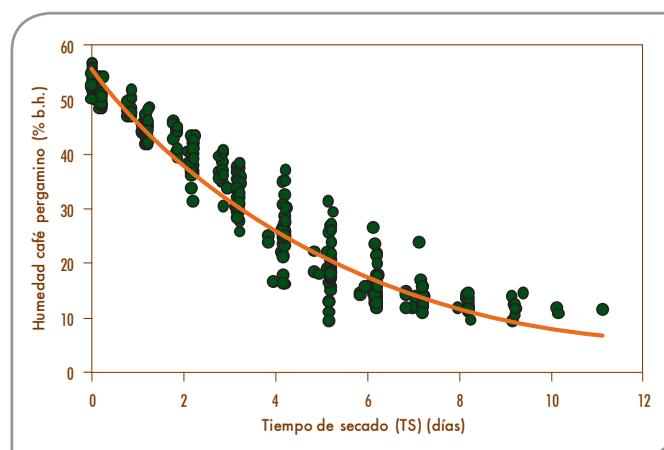
**Calidad y carga de café a secar.** Cuando el secador solar se carga con capas de 2 cm de café pergamino húmedo (13 kg.m<sup>2</sup>) y al mismo tiempo el ambiente está seco y soleado, el secado toma de 6 a 8 días y el grano de café solo permanece un día en condiciones favorables para el daño por mohos, mientras que con capas superiores a 4 cm de café secado al sol en períodos lluviosos, propios de la cosecha en la zona central, se requirieron de 16 a 34 días y los días críticos se incrementan a cuatro.

Por otra parte, para capas de café de 2 cm, a la sombra y en época lluviosa, el secado requiere hasta de 34 días, de éstos 5 días está en riesgo para la producción de la OTA y de 20 a 30 días en condiciones favorables para la proliferación de mohos.

Del mismo modo, el café procesado en época lluviosa por la vía seca (Como las pasillas de finca) requiere cerca de un mes para su secado, así, permanece 20 días en riesgo de crecimiento de los mohos, y por 9 días con humedad entre el 35% y el 18% que son condiciones favorables para la producción de la OTA. También en este tipo de café y condiciones se generan sustancias que dan sabores terrosos, vinagres y *stinker*. En consecuencia, el café pergamino a secar debe estar libre de defectos, pulpas e impurezas.

**Trazabilidad.** Registrar la procedencia y las condiciones de procesamiento del café que se va a secar y también marcar el secador con la fecha de inicio de secado, la variedad y la parcela de procedencia (Puerta, 2007b).

**Personal.** Usar guantes y lavarse las manos antes de manipular el café. También debe estar capacitado para



**Figura 13.**

Relación entre la humedad del grano de café pergamino y el tiempo de secado al sol (Capa 2 cm, secador, parabólico de cemento). (Fuente: Puerta, 2006b).

registrar la trazabilidad del proceso del café, operar los secadores y utilizar los medidores de la humedad del grano.

**Diseño de los secadores.** Tanto para el secado al sol como mecánico, procurar secadores modulares, con el fin de usarlos según las cantidades de café producidas en las distintas cosechas, preferir secadores con cubierta como los parabólicos o marquesinas que protegen el grano de rehumedecimiento por lluvias. Los secadores mecánicos deben disponer de combustión externa y chimeneas para evitar la contaminación del producto. No deben utilizarse superficies de secado de madera, ni de metales que se oxiden.

**Instalación de los secadores.** Los secadores solares deben instalarse en lugares ventilados y alejados de cualquier fuente de contaminación y los que tienen superficie de malla deben ubicarse sobre áreas de cemento o piedras, ya que el contacto directo con el suelo no permite el rápido secado. Se recomienda dotar a los secadores del café con medidores de humedad, temperatura, caudal del aire y balanzas. Los combustibles deben rotularse.

**Control de las operaciones.** Para el seguimiento del secado es necesario registrar el peso, la humedad y las condiciones ambientales predominantes. Se recomienda rotular las áreas de los secadores disponibles, según su uso por días. El secado del café debe iniciarse lo más pronto posible, después de lavado y escurrido (Figura 14).

**Mantenimiento.** Los equipos y las instalaciones de secado deben revisarse y repararse oportunamente.

**Limpieza y control de las contaminaciones.** Los secadores al sol deben lavarse y los mecánicos limpiarse periódicamente, con el fin de eliminar el polvo, las partículas de granos y así, controlar la presencia de los mohos. Durante el secado del café se debe prevenir la contaminación de los granos por la lluvia, los insectos como la broca, los combustibles, los animales, los mohos y otros materiales. Se debe evitar que el pergamino del grano de café se rompa o deteriore durante el secado. Los métodos de control de la broca en el secador no deben afectar el proceso de secado, ni la calidad del grano. No se debe apagar el secador mecánico cuando contiene el café todavía húmedo, ya que esta práctica ocasiona defectos, como el contaminado, químico y fenol.

**Control de la humedad del grano.** Se requiere un plan de evaluación de la humedad del grano durante el secado, con el fin de evitar pérdidas por sobre-secado o por falta de secado. Para el secado al sol se recomienda tomar muestras diariamente después del cuarto día de secado. Para el secado mecánico se pueden tomar muestras cada hora, después de las 12 horas de secado. La humedad

del grano debe ser medida en equipos calibrados para el café pergamino, por personal capacitado. Se deben dejar enfriar los granos de café antes de la medición de su humedad y de su empaque.



**Figura 14.**

Buenas prácticas en el secado del café.

## Comercialización del café húmedo

Este manejo está asociado generalmente a la realización de prácticas inadecuadas en las fincas de procedencia, principalmente en el beneficio; así como, condiciones no adecuadas de empaque y transporte, lo que conlleva a que el grano de café permanezca con contenidos de humedad por encima del 13%, por tiempos prolongados. Adicionalmente, frecuentemente se presentan fallas en los controles en el recibo del café húmedo en los sitios de comercialización (Puerta, 2008b).

**Las prácticas inadecuadas incluyen la realización de mezclas de los granos de café despulpados, desmucilaginosos o lavados, dejando los granos en tanques durante varios días, en general, con agua y con residuos de pulpas y frutos, donde el color del agua se torna roja. En algunos casos, diariamente se cambia el agua, en otros casos con menor frecuencia. Todos estos procedimientos inadecuados contribuyen a la generación de granos manchados, decolorados y vinagres, bebidas vinagres, stinker o con sabor a químicos, y cuando se retrasa el secado, granos mohosos y sabores extraños, sucios y terrosos.**

Debido a la falta de higiene en los empaques y medios de transporte, y por la permanencia de los granos con humedades no admisibles, en condiciones húmedas y calientes se incrementan los riesgos de contaminaciones química, por mohos y por la OTA. Mientras más daños mecánicos y físicos presenten los granos más susceptibles al deterioro por hongos, insectos y toxinas.

### **Buenas Prácticas en el empaque**

- Los empaques del café seco (sacos de fique o costales) deben estar limpios y en buen estado y deben rotularse con la fecha, variedad, humedad y peso del producto contenido para facilitar la trazabilidad.
- Es necesario llenar y cerrar bien los empaques.

Los empaques húmedos y deteriorados pueden contribuir a la contaminación de los granos y a la proliferación de plagas y mohos.

### **Buenas Prácticas para asegurar la calidad del café en el transporte**

- El transporte del café pergamino debe realizarse en vehículos higiénicos, el producto debe estar empacado y rotulado y además, separado de productos vegetales, de animales y de sustancias químicas como combustibles.
- También es necesario proteger el grano de la lluvia y de la humedad durante la carga, el transporte y el descargue.

Cuando se dan condiciones inadecuadas de transporte, el pergamino se mancha y la almendra se enmohece y se decolora, también puede contaminarse con las sustancias químicas o los mohos, que deterioran la calidad de la bebida y la inocuidad del producto.

### **Buenas Prácticas para asegurar la calidad del café en el almacenamiento**

- Para el adecuado almacenamiento del café se debe considerar el sitio, el tipo de empaque y el tiempo de almacenamiento.
- El lugar debe mantenerse a temperaturas frescas (Inferior a 25 °C), con humedad relativa baja (Entre 65% y 75%), y en condiciones higiénicas, ventiladas para disminuir la temperatura y uniformizar la humedad en los granos.
- Los sacos de café se deben almacenar sobre estibas limpias y secas, separado al menos 30 cm del piso, paredes y techos.
- Para evitar contaminaciones del grano, en las bodegas de almacenamiento del café no se deben guardar combustibles, abonos, insecticidas, pinturas, maderas,

frutas o vegetales y deben controlarse periódicamente la presencia de insectos, roedores y animales.

- El café almacenado no debe estar expuesto a la luz directa del sol, ni almacenarse donde haya fuentes o equipos que causen elevación de la temperatura y de la humedad.
- La bodega de almacenamiento debe organizarse según la procedencia del café, su calidad y fecha de beneficio.

El tiempo de almacenamiento del grano depende de la calidad de éste, y de las condiciones del lugar de almacenamiento. La calidad del grano de café sano, seco, con humedad entre el 10% y el 12% puede conservarse hasta por 10 meses, almacenado a temperaturas entre 8 y 15 °C y humedad relativa entre 65% y 70%.

**La mayoría de los daños del grano de café durante el almacenamiento se producen por mohos, que proliferan en el grano rico en carbohidratos, cuando los granos de café tienen humedades altas, los ambientes son húmedos, las temperaturas altas y además hay fallas en la higiene de las instalaciones.** Los hongos que predominan en el café almacenado corresponden a varias especies de *Penicillium* y también de *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. tamaritii*, *A. versicolor*, *A. glaucus* y algunas especies de *Mucor*.

Estos hongos dañan el tejido de los granos de café, cambian su color a amarillento o negruzco, dejan un aspecto mohoso y olores extraños, desagradables propios a moho. También puede ocurrir la contaminación por la OTA y defectos en la bebida como reposo, mohoso, terroso, sucio y fenol. En resumen, mientras más húmedos y calientes permanezcan los granos de café pergamino o almendra, más rápido será su deterioro por la contaminación por hongos.

Cuando la humedad del ambiente es muy alta, superior a 75%, y las temperaturas superiores a 25 °C, con el tiempo los granos adsorben esta humedad y la bebida de café presenta defectos reposo, sucio y fenol.

Se ha observado que el café en almendra está más expuesto a deterioro que el café pergamino, ya que el pergamino y la película plateada son capas impermeables al agua que protegen la calidad del café almacenado.

Por otra parte, los lípidos del grano de café se oxidan en condiciones de oxígeno, luz, altas temperaturas y presencia de enzimas y metales catalizadores, y así se producen aldehídos, cetonas, alcoholes con olores desagradables, como el rancio. Por esto, durante el almacenamiento, el grano de café no debe recibir luz directa, y en el caso del café tostado y molido se debe evitar la exposición al oxígeno.

### Buenas Prácticas para asegurar la calidad del café en la trilla y selección

En la trilla del café se retira el endocarpio del café pergamino seco para obtener los granos de café en almendra, los cuales seguidamente se clasifican por tamaño, peso y color, además se retiran los granos dañados y deteriorados. De estas operaciones se obtienen los cafés excelsos, los granos intermedios (Consumo y pasillas) y los rípios, impurezas y ciscos (FNC, 1998). El café Excelso de exportación se clasifica en: Excelso UGQ, Excelso Caracol, Excelso Premium, Excelso Supremo, Excelso Extra y Excelso Maragogípe (FNC, 2004).

- Se deben rechazar lotes o costales de café pergamino cosidos con alambre, infestados con gorgojos, húmedos y con hongos.
- Se deben retirar materias extrañas como palos, piedras, cabuyas, papeles.
- Se deben trillar granos de café en estado óptimo de humedad para evitar granos aplastados, astillados y partidos.
- Todos los equipos deben mantenerse limpios y en buen estado de funcionamiento.
- Se deben ajustar los equipos de acuerdo con el contenido de impurezas del café, el tamaño de las cribas y el tipo de grano.
- Las personas que realizan la selección manual de los defectos deben estar debidamente capacitadas. Debe procurarse buena luz en esta operación.

## Tostación y molienda

**La tostación del café es un proceso que depende de la temperatura, del tiempo, de la tecnología del equipo tostador y de la carga; en general, los granos se tuestan durante 6 a 15 minutos. Según el grado**

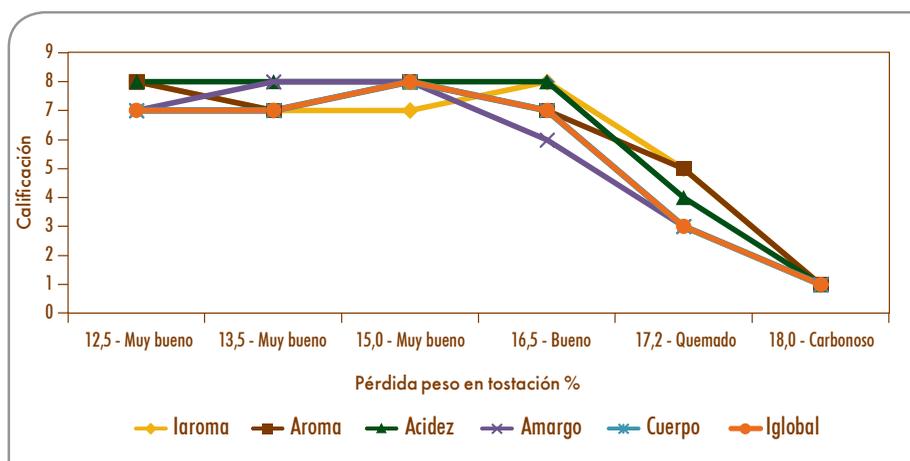
**de tostación, los granos de café tostado presentan diferentes características en el color, aspecto, volumen, densidad, pérdida de peso y cambios en la composición química que producen diferentes sabores y aromas.**

En la torrefacción se desarrollan diversas reacciones entre los componentes del grano de café almendra, mediante la acción del calor. Entre estos cambios se destacan la desecación, la caramelización de la sacarosa, la degradación de aminoácidos, la reacción de *Maillard*, la despolimerización de carbohidratos, las oxidaciones de los lípidos y ácidos clorogénicos, la formación de ácidos, el cambio de la coloración del grano de verde a marrón y la producción de compuestos volátiles y de las melanoidinas.

**En la tostación se pierde peso por la evaporación del agua y por los volátiles y CO<sub>2</sub> formados. Estas pérdidas de peso en la tostación se miden en porcentaje. Una tostación grado bajo corresponde a pérdidas de peso inferiores a 14%, media entre 14% y 17% y altas por encima de 17%.**

La intensidad de las propiedades organolépticas de la bebida de café varía con el grado de tostación así: A mayor grado se intensifican el amargo y el cuerpo y se disminuye la acidez de la bebida (Figura 15). Las mezclas de las variedades de café Arabica de Colombia preparadas en una tostación media presentan características sensoriales muy buenas, equilibradas y suaves.

Los hongos y microorganismos del grano de café se mueren con el calor en la tostación, sin embargo, no toda la OTA del grano se degrada. Por el contrario, los defectos fenol y vinagre producidos en el cultivo o beneficio sí se sienten desde el aroma del café tostado.



**Figura 15.**

Calificación y descripción de la calidad de la bebida de café variedad Colombia, según la pérdida de peso en la tostación (Escala de 9 puntos. 9-7 calidad superior; 6-4 calidad media; 3-1 rechazo).

### **Buenas Prácticas para asegurar la calidad del café en la tostación**

- Se requiere determinar con anterioridad las condiciones de tostación y el grado de tostado requerido, según el tipo de preparación de la bebida.
- Se deben tostar granos de café en almendra, clasificados según tamaño, y retirarle los defectos para lograr uniformidad en la torrefacción.
- Se recomienda precalentar el tostador a temperaturas entre 210 y 230 °C.
- Durante la tostación del café se produce una expansión de los granos que produce unas explosiones, conocidas como crepitaciones, a medida que cambia la densidad y color del grano. Es necesario que los operarios de la tostación se capaciten y familiaricen con estos fenómenos, para lograr una tostación óptima y el buen desarrollo de los sabores y aromas del café tostado.
- Las tostaciones en grados altos producen bebidas quemadas, con amargos y cuerpos muy fuertes y desagradables, mientras que cuando no se tuesta el tiempo necesario, las bebidas de café resultan insípidas y aguadas, y el color del grano tostado es canela o marrón muy claro.
- Se requiere proveer buena iluminación, aireación y protección a los combustibles en el área de la tostación del café.
- Los equipos tostadores de café deben contar con sistemas de eliminación y recolección de la película plateada y de los gases de escape, para evitar contaminación del ambiente.

### **Molienda del café**



*El café tostado debe molerse para aumentar el área superficial de contacto con el agua y así facilitar la extracción de los compuestos del aroma y sabor. Mientras más finas las partículas, más rápida es la velocidad en la preparación de la infusión. El tamaño de la molienda está determinado por el método y equipo de preparación.*

En general, el molido grueso (tamaño de 1 mm) se aplica para percoladores de café domésticos, el molido medio (0,5 mm) para cafeteras de goteo y el molido fino (menor a 50 micras) para preparaciones espresso (Peláez y Moreno, 1991; FNC, 1998).

El café molido debe empacarse y protegerse de la humedad y del oxígeno para evitar el defecto a rancio.

### *Consideraciones prácticas*

*Durante la molienda, almacenamiento y preparación del extracto de la bebida de café se pierde gran parte de los compuestos volátiles producidos en la tostación, por esta razón, se requiere de empaques herméticos y condiciones de almacenamiento frescas y secas para conservar el producto hasta su consumo.*

### **Buenas Prácticas para asegurar la calidad del café en la preparación de la bebida**

En la preparación del café se extraen con agua caliente los compuestos solubles que dan el sabor, cuerpo, acidez, amargo y dulzor a la bebida de café. El sabor de la bebida de café varía según el grado de tostación, el tamaño de la molienda, la relación de café-agua, la temperatura del agua, el tipo de preparación y el tiempo que se deja la bebida hasta su consumo.

Hay varios métodos de preparación del café como cafetera de émbolo, cafetera automática de filtro, el filtro de papel o de tela, el espresso y capuchino, entre otros (FNC, 2000).

- Todos los equipos y materiales de preparación como filtros, jarras, tazas, pocillos, copas, cucharas, deben estar limpios.
- Se recomienda estandarizar los grados de tostación, molienda y la cantidad de café en relación a la cantidad de agua, según el tipo de preparación.
- La preparación del café se debe hacer con agua limpia, fresca y caliente.
- Las partículas de café agotado (Borra o cuncho) se deben separar por filtración o por sedimentación.
- Descarte los filtros ya utilizados.
- No pase nuevamente la bebida por el café ya agotado, porque la bebida se vuelve amarga y adquiere un sabor muy desagradable.
- No guarde la bebida de café preparada más de una hora.
- No recaliente ni hierva la bebida de café.

## Recomendaciones prácticas

- El caficultor debe conocer las Buenas Prácticas que se aplican durante el proceso de postcosecha y en la comercialización del café, puesto que en estas etapas se puede perder la calidad y todo el esfuerzo y labores realizadas en el cultivo.
- Conocer estos temas de calidad, le brinda argumentos para exigir la garantía en el proceso una vez su café ha sido producido.
- En Colombia, el proceso de beneficio es un punto clave para asegurar la calidad e inocuidad del café.

## Literatura citada

- ACE. What is cup of excellence?. [En línea]. Oregon: ACE, 2012. Disponible en Internet: <http://www.allianceforcoffeexcellence.org/en/cup-of-excellence/>. Consultado en abril 2013.
- ALVARADO A., G.; MORENO G., E.; MONTOYA R.; E.C.; ALARCÓN S., R. Calidad física y en taza de los componentes de la variedad Castillo® y sus derivadas regionales. *Cenicafé* 60(3):210-228. 2009.
- ALVARADO A., G.; PUERTA Q., G.I. La variedad Colombia y sus características de calidad física y en taza. Chinchiná: CENICAFÉ, 2002. 12 p. (Avances Técnicos No. 303).
- CLARKE, R.J.; VITZTHUM, O.G. Coffee recent developments. Inglaterra : Blackwell science, 2001. 257 p.
- FNC. Resolución número 5 de 2002. [En línea]. Bogotá : Comité nacional de cafeteros, 2005. Disponible en Internet: [http://www.cafedecolombia.com/static/files/Resolucion%205%20de%202002%20\(Calidades%20Exportacion\).pdf](http://www.cafedecolombia.com/static/files/Resolucion%205%20de%202002%20(Calidades%20Exportacion).pdf). Consultado en abril 2013.
- FNC. Café: Generalidades de su proceso. Bogotá : FNC, 1998. 325 p.
- FNC. Manual de preparación de café. Bogotá : FNC, 2000. 24 p.
- FNC. Aprenda a vender su café: Cartilla educativa. Bogotá : FNC, 2004. 14 p.
- FNC. Del pergamino al grano verde: La gestión de trillas como generadora de valor comercial. Bogotá : FNC, 2004. [En línea]. Disponible en Internet: [http://www.cafedecolombia.com/cci-fnc-es/index.php/comments/del\\_pergamino\\_al\\_grano\\_verde\\_la\\_gestion\\_de\\_trillas\\_como\\_generadora\\_de\\_valor](http://www.cafedecolombia.com/cci-fnc-es/index.php/comments/del_pergamino_al_grano_verde_la_gestion_de_trillas_como_generadora_de_valor). Consultado en abril de 2013
- FNC. Precio interno del café. [En línea]. Bogotá : FNC, 2013. Disponible en Internet: [http://www.federacióndecaseteros.org/static/files/precio\\_cafe.pdf](http://www.federacióndecaseteros.org/static/files/precio_cafe.pdf). Consultado en abril de 2013.
- FLAMENT, I.; BESSIÈRE T., Y. Coffee flavor chemistry. Inglaterra : John Wiley sons, 2002. 410 p.
- HOLSCHER, W.; VITZTHUM, O.G.; STEINHART, H. Identification and sensorial evaluation of aroma-impact-compounds in roasted colombian coffee. Francia : Café cacao thé 34(3): 205-212. 1990.
- ILLY, A.; VIANI, R. Espresso coffee: The science of quality. Ámsterdam : Elsevier, 2005. 398 p.
- JARAMILLO R., A. Clima andino y el café en Colombia. Chinchiná : CENICAFÉ, 2005. 192 p.
- MARÍN G., C.; PUERTA Q., G.I. Contenido de ácidos clorogénicos en granos de Coffea arabica L. y C. canephora, según el desarrollo del fruto. *Cenicafé* 59(1):07-28. 2008.
- MONTOYA R., E.C. Caracterización de la infestación del café por la broca y efecto del daño en la calidad de la bebida. *Cenicafé* 50(4):245-258. 1999.
- FAO. Reducing ochratoxin in coffee. [En línea]. Roma : FAO, (s.f.). Disponible en Internet: <http://www.coffee-ota.org/training.asp>. Consultado en octubre de 2005.
- PELÁEZ R., A.; MORENO G., E. Vademécum del tostador colombiano. Bogotá : LIQC, 1991. p.v.
- PUERTA Q., G.I. Escala para la evaluación de la calidad de la bebida de café verde Coffea arabica procesado por vía húmeda. *Cenicafé* 47(4):231-234. 1996.
- PUERTA Q., G.I. Calidad en taza de las variedades de Coffea arabica L. cultivadas en Colombia. *Cenicafé* 49(4):265-278. 1998.
- PUERTA Q., G.I. Influencia del beneficio en la calidad del café. *Cenicafé* 50(1):70-88. 1999.
- PUERTA Q., G.I. Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida. Chinchiná : CENICAFÉ, 2000. 8 p. (Avances Técnicos No. 276).
- 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.
- PUERTA Q., G.I. Calidad en taza de algunas mezclas de variedades de café de la especie Coffea arabica L. *Cenicafé* 51(1):5-19. 2000.
- PUERTA Q., G.I. Cómo garantizar la buena calidad de la bebida y evitar los defectos. Chinchiná : CENICAFÉ, 2001. 8 p. (Avances Técnicos No. 284).
- PUERTA Q., G.I. Especificaciones de origen y buena calidad del café de Colombia. Chinchiná : CENICAFÉ, 2003a. 8 p. (Avances Técnicos No. 316).

- PUERTA Q., G.I. *Prevenga la ochratoxina A y mantenga la inocuidad y la calidad del café.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2003b. 8 p. (Avances Técnicos No. 317).
- PUERTA Q., G.I. *Quality and safety of coffee processed by the wet method and dried in solar dryers: Workshop improvement of coffee quality through prevention of mould growth.* Chinchiná : CENICAFÉ : FNC : CFC : FAO, 2005. 1 p.
- PUERTA Q., G.I. *Buenas prácticas agrícolas para el café.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2006. 12 p. (Avances Técnicos No. 349).
- PUERTA Q., G.I. *La humedad controlada del grano preserva la calidad del café.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2006a. 8 p. (Avances Técnicos No. 352)
- PUERTA Q., G.I. *Sistema de aseguramiento de la calidad y la inocuidad del café en la finca.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2006b. 8 p. (Avances Técnicos No. 351).
- PUERTA Q., G.I. *Estudios de calidad del café de Colombia, según la altitud y los suelos del cultivo: Informe anual de actividades.* Chinchiná : CENICAFÉ. 2007. 87 p.
- PUERTA Q., G.I. *Registro de la trazabilidad del café en la finca.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2007. 8 p. (Avances Técnicos No. 355).
- PUERTA Q., G.I. *Calidad en taza de mezclas preparadas con granos de Coffea arabica L. y C. Canephora.* Cenicafé 59(3):183-203. 2008.
- PUERTA Q., G.I. *Riesgos para la calidad por la comercialización de café pergamino húmedo.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2008. 4 p. (Avances técnicos No. 373).
- PUERTA Q., G.I. *Riesgos para la calidad y la inocuidad del café en el secado.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2008. 8 p. (Avances Técnicos No. 371).
- PUERTA Q., G.I. *Los catadores de café.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2009. 12 p. (Avances Técnicos No. 381).
- PUERTA Q., G.I. *Efecto de enzimas pectolíticas en la remoción del mucílago de Coffea arabica L. según el desarrollo del fruto.* Cenicafé 60(4):291-312. 2009.
- PUERTA Q., G.I. *Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2010. 12 p. (Avances Técnicos No. 402).
- PUERTA Q., G.I. *Rendimientos y calidad de Coffea arabica L., según el desarrollo del fruto y la remoción del mucílago.* Cenicafé 61(1):67-89. 2010.
- PUERTA Q., G.I. *Composición química de una taza de café.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2011. 12 p. (Avances Técnicos No. 414).
- PUERTA Q., G.I. *Factores, procesos y controles en la fermentación del café.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2012. 12 p. (Avances Técnicos No. 422).
- PUERTA Q., G.I.; ACEVEDO N., M.; ARANGO G., A.M. *Informes de resultados del proyecto cuantificación de ochratoxina A en café verde y tostado: Informe anual de actividades.* Chinchiná : CENICAFÉ, 1999. p.v.
- PUERTA Q., G.I.; GALLEGOS A., C.P. *Informes del proyecto mejoramiento de la calidad del café por medio de la prevención de formación de mohos: Informe anual de actividades.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2004. p.v.
- PUERTA Q., G.I.; GALLEGOS A., C.P. *Quality and safety of coffee processed by the dry method at sun: Workshop improvement of coffee quality through prevention of mould growth.* Chinchiná : CENICAFÉ : FNC : CFC : FAO, 2005. 1 p.
- PUERTA Q., G.I.; GALLEGOS A., C.P.; HINCAPIÉ V., K.A. *Informes del proyecto estudio de la calidad y la composición química del café cultivado en Colombia, según los suelos y la altitud del cultivo: Informe anual de actividades.* Chinchiná : CENICAFÉ, 2010. p.v.
- SCAA. *Cupping protocols.* [En línea]. California : SCAA, 2009. Disponible en Internet: <http://www.scaa.org/?page=resources&d=cupping-protocols>. Consultado en abril de 2013.