

Factores e indicadores de la calidad física, sensorial y química del café

**“APLICACIÓN DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL CULTIVO DEL CAFÉ AJUSTADO A LAS
CONDICIONES PARTICULARES DEL HUILA”**



Jenny Paola Pabón Usaquén

Asistente de Investigación

Disciplina de Calidad

Valentina Osorio Pérez

Investigador Científico I

Disciplina de Calidad



Introducción

Colombia cuenta con características agroecológicas (altitud, clima y suelo) y factores humanos que permiten la máxima expresión de las cualidades intrínsecas del café, generando los elementos necesarios para continuar con su posicionamiento en el mercado de calidad superior. Dicha calidad depende de numerosos factores, entre los cuales se destacan: la especie, la variedad cultivada, las condiciones ambientales, las prácticas agronómicas del cultivo, el método de beneficio empleado, las condiciones de almacenamiento del grano, el procesamiento industrial y la preparación de la bebida (Figura 1).

La producción de café de calidad requiere un compromiso continuo de monitoreo y seguimiento de los factores que influyen en ella, estos van desde el cultivo hasta tener el grano disponible para el análisis sensorial o la llamada prueba de taza, que es donde se manifiestan todos sus atributos o quedan en evidencia defectos que pudieron tener origen en alguna parte de las etapas, desde la producción, beneficio y almacenamiento del grano.

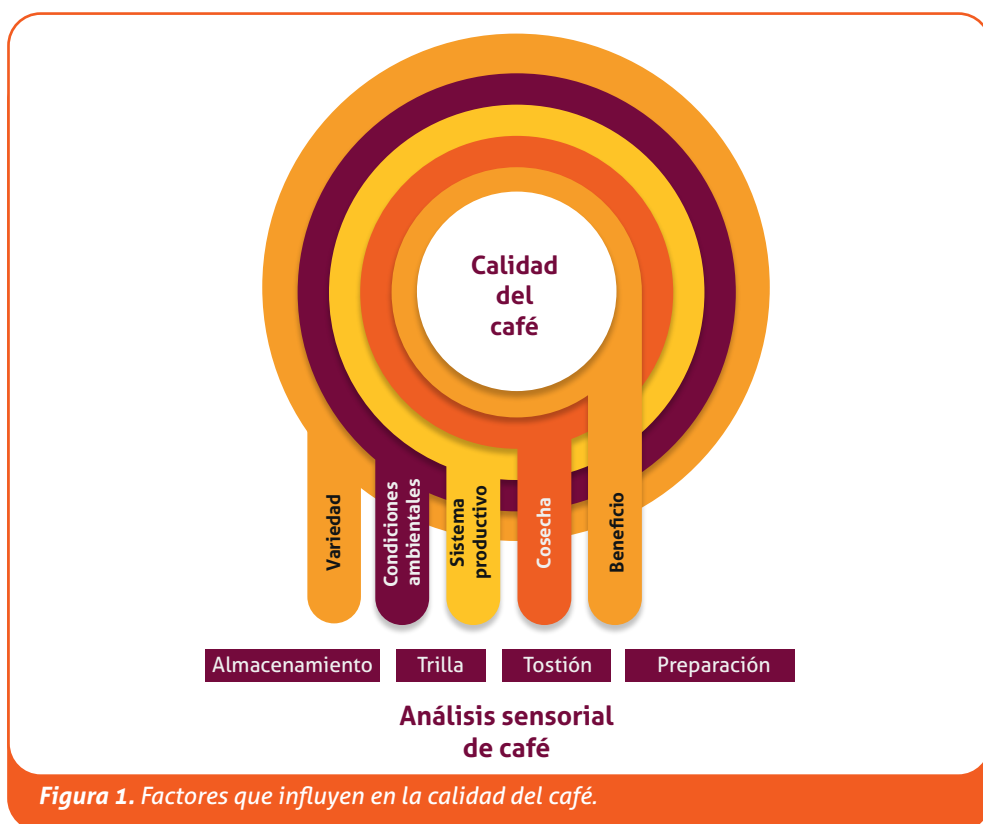


Figura 1. Factores que influyen en la calidad del café.

Desde el año 2015, la Gobernación del Huila con recursos del Sistema General de Regalías, el Comité Departamental de Cafeteros y el Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé, generaron actividades encaminadas a apoyar la producción cafetera en la creciente demanda internacional de café de alta calidad. En este sentido se generaron estrategias para el control de la calidad del café, que impacten positivamente la comercialización, al ofrecer a los clientes finales un producto con mayor fidelidad desde el punto de vista de calidad y que, además apuntan al mejoramiento de la cultura del café, a través del monitoreo continuo a la calidad del departamento mediante el análisis físico, químico y sensorial del café. En este capítulo se abordarán diferentes temas encaminados a explicar los factores que tienen impactos en la calidad, los indicadores de los diferentes análisis de calidad y los resultados obtenidos en la caracterización del café producido en el departamento del Huila entre los años 2015 y el 2018.

Influencia del beneficio en la calidad

El fruto de café en estado de madurez se torna rojo y recibe el nombre de cereza. Estas cerezas por su alto contenido de agua son altamente perecederas, y por tal motivo deben someterse a un proceso denominado beneficio. El beneficio húmedo del café se define como el conjunto de operaciones que se realizan para transformar el café en cereza en café pergamino seco (Cenicafé, 1991). Este proceso debe conservar la calidad exigida por las normas de comercialización y evitar pérdidas del producto.

El beneficio húmedo da lugar a los cafés conocidos como lavados, cuyo proceso es el más utilizado en Colombia. Como su nombre lo indica, el beneficio involucra el uso de agua e implica la eliminación de la pulpa y el mucílago del café, así como el lavado antes del secado, solar o mecánico (Figura 2).



Figura 2. Operaciones realizadas en el beneficio húmedo.

Recolección

La cosecha de los frutos se realiza habitualmente con el criterio práctico del color del fruto que presenta varias tonalidades rojizas. La recolección que se realiza en Colombia se denomina selectiva, puesto que se realiza de forma manual, seleccionando de manera oportuna frutos maduros, haciendo los pases necesarios y evitando que los frutos queden en la planta y se conviertan en hospedantes de la broca (Isaza *et al.*, 2006).

Las variaciones en las condiciones climáticas de cada una de las zonas cafeteras colombianas afectan la uniformidad de maduración, observándose en una misma rama frutos de diferentes estados y grados de madurez (Marín *et al.* 2003), por este motivo, la observación constante de los lotes por parte de los caficultores durante su maduración permite planificar la cosecha del café cereza, cuando se encuentre en su estado óptimo de desarrollo.

Algunos estudios han determinado que los mejores atributos sensoriales de la bebida se obtienen de frutos maduros, mientras que los verdes y pintones pueden deteriorar la calidad debido a múltiples defectos como la astringencia, sabores a cereal y acre (Puerta, 2000). De igual manera, los frutos secos originan defectos que van desde el fermento, mohos, sabores y olores extraños. Lo anterior, indica la importancia que tiene la recolección oportuna para obtener una buena calidad física y sensorial del café.

Despulpado

Consiste en retirar la pulpa de la cereza por medio de la presión y fricción que ejerce el cilindro de la despulpadora contra el pechero y la camisa. El ajuste de estos componentes en relación con el tamaño y madurez del fruto determina la calidad del café despulpado. Esta operación debe iniciarse inmediatamente después de cosechar los frutos.

El café con un grado óptimo de maduración contiene mucílago que permite un fácil despulpado (al presionar la cereza), evitando el uso del agua en esta etapa (Roa *et al.*, 1999). En este proceso los granos no deben sufrir algún daño ni cambio físico, es decir, deben conservar su integridad.

Remoción de mucílago

El mucílago es un hidrogel compuesto principalmente por agua, azúcares y sustancias pécticas. Este recubre o envuelve el grano despulpado, tiene de 0,4 a 2,0 mm de espesor, representando aproximadamente el 22% del peso del café despulpado. La cantidad del mucílago depende en gran medida del grado de madurez del fruto (Peñuela, 2010).

En el método de beneficio húmedo debe removerse mediante el proceso de fermentación natural o mecánica. La composición química del mucílago en combinación con las levaduras y bacterias presentes en el ambiente y en los equipos donde se realiza el beneficio húmedo, explica la ocurrencia natural de la fermentación a temperatura ambiente, sin recurrir a inoculaciones (Puerta, 2010).

Remoción del mucílago por fermentación natural. La fermentación del mucílago de café es un proceso biológico donde las enzimas producidas por las levaduras y las bacterias descomponen los azúcares contenidos en éste, generando el rompimiento de la estructura y facilitando su eliminación completa durante la etapa de lavado; tradicionalmente, se realiza en tanques de concreto, con revestimiento de acero inoxidable (Figura 3) y plástico (Puerta, 2015).

En este proceso intervienen numerosos factores biológicos, químicos y físicos, sin embargo, se han referenciado los principales factores que pueden incidir en su duración: temperatura del ambiente, uso de agua durante el despulpado y la fermentación y el grado de madurez, asociado con la cantidad del mucílago en el grano, aunque se desconoce específicamente el efecto de estas variables sobre el tiempo de finalización de la fermentación del mucílago.

Por este motivo, anteriormente los caficultores recurrían a métodos tradicionales para determinar el punto de finalización del proceso de fermentación y de lavado del café. Los métodos más utilizados eran: el orificio y el tacto, es decir, la presencia del agujero dejado por un madero cuando es introducido en la masa de café y la sensación áspera detectada por el tacto al tomar una muestra de café y lavarla, sin embargo son mediciones subjetivas del punto de lavado, que dependen de la experiencia del usuario y aunque la prueba fuera positiva en la mayoría de los casos, el café debía lavarse varias veces para asegurar la eliminación completa del mucílago, aumentando el consumo específico de agua y poniendo en riesgo la calidad final del café (Peñuela, 2010). La falta de controles objetivos en esta etapa tiene incidencia directa en la calidad del café. Peñuela *et al.* (2012) demostraron que un retraso en el tiempo de fermentación, mayor a 2 horas después de que el proceso ha finalizado, tiene efecto directo en la aparición de defectos en taza tales como vinagre y fermento.

En Cenicafé se desarrolló un dispositivo llamado Fermaestro™ (Peñuela *et al.* 2013), para verificar el momento de la finalización del proceso de fermentación, para su posterior lavado. El Fermaestro™ es un recipiente perforado, en forma de cono truncado (Figura 4), donde se deposita una muestra de café recién despulpado y se introduce en la masa de café en proceso de fermentación y a medida que avanza el proceso, disminuye



Figura 3. Tanques de fermentación.



Figura 4. Dispositivo Fermaestro™ para determinar el punto final de la fermentación del mucílago del café.

el volumen ocupado por la masa de café en el dispositivo, debido al cambio de densidad aparente del café y del drenado del mucílago, lo que ocasiona el aumento de la altura del espacio vacío en la parte superior del Fermaestro. Cuando se estabiliza dicha altura, significa que se ha alcanzado el punto de lavado.

Desmucilaginado mecánico. El mucílago también puede removerse por medios mecánicos a través del uso de agitadores, a altas velocidades, que promueven roces entre los granos de café recién despulpados y las partes móviles y fijas del equipo, para realizar el desprendimiento del mucílago (Figura 5). En Cenicafé, se desarrolló el Becolsub, tecnología donde se integran el despulpado, remoción de mucílago y lavado del café (Roa *et al.*, 1999). En esta tecnología, todas las máquinas acopladas y la cantidad de agua, deben ser calibrados para garantizar el correcto funcionamiento, debido a que los granos pueden quedar con restos de mucílago que podrían continuar su proceso de fermentación durante el secado y generar defectos a la calidad del café (Pabón *et al.*, 2009).



Figura 5. Desmucilaginator mecánico.

Lavado. El lavado permite retirar totalmente el mucílago fermentado del grano. Normalmente se realiza añadiendo agua limpia y filtrando en repetidas ocasiones al tanque de fermentación. El uso de agua limpia evita defectos físicos y sensoriales como el grano manchado y sabores a fermento.

En Cenicafé se desarrolló el tanque tina, que reduce el consumo de agua contribuyendo a las prácticas sostenibles en el proceso productivo del café. El tanque consiste en una estructura rectangular, con esquinas redondeadas, con la capacidad para que se realice el proceso de fermentación del mucílago y un eficiente lavado y clasificación del café (Zambrano, 1993). El lavado en el tanque tina (Figura 6) se consumen menos de cinco litros de agua por cada kilogramo de café pergamino seco. El lavado del café fermentado se lleva a cabo dentro del tanque tina, haciendo cuatro enjuagues, en el cuarto y último enjuague se adiciona agua hasta cinco centímetros por encima de la masa de café y se agita para retirar los flotes o granos vanos. Finalmente, se hace el último drenaje y la descarga.



Figura 6. Lavado del café en el tanque tina con la paleta plástica Cenicafé.

En 2013, Cenicafé lanzó la tecnología Ecomill® (Oliveros *et al.*, 2013), donde se emplea la fermentación natural para degradar el mucílago y el café se lava mecánicamente, con reducción notoria en el volumen específico de agua, hasta valores entre 0,3 y 0,5 L/kg de c.p.s (Figura 7).



Figura 7. Tecnología Ecomill®.

Secado. El secado es un proceso de eliminación de agua que logra la conservación y la estabilidad del café durante su almacenamiento y comercialización, al disminuir el contenido y la actividad del agua en el café. El punto de equilibrio corresponde a 12% de contenido de humedad; el café con humedad mayor a 12,5% (actividad de agua superior a 0,7) puede causar pérdidas a la calidad del grano, al producir calentamiento de la masa y generar focos de hongos e insectos (Puerta, 2006).

Los principales factores para el crecimiento de los microorganismos son el sustrato, la disponibilidad de agua, la temperatura y el pH. Los métodos de preservación de la calidad de los alimentos se basan en principios que buscan disminuir la disponibilidad de agua, reducir la temperatura, controlar el pH o variar el potencial de óxido reducción (Puerta, 2006). El proceso de secado en café disminuye el contenido inicial de agua entre 50% - 55% hasta el 10% - 12%, aproximadamente, obteniendo el denominado café pergamino seco (c.p.s).

La temperatura del aire de secado tiene influencia significativa en la calidad del grano, temperaturas excesivamente altas ocasionan defectos como los granos cristalizados. Para establecer las temperaturas máximas utilizadas durante el proceso de secado, es necesario considerar que la temperatura del aire casi siempre es mayor que la temperatura del grano y, en muchos secadores, durante la última etapa de secado, la masa de granos alcanza la temperatura del aire.

Los granos que van a ser utilizados como semillas deben conservar un alto porcentaje de germinación y las altas temperaturas dañan el embrión. Para garantizar la viabilidad de las semillas se recomienda no dejar que la temperatura del grano sobrepase los 38°C durante el secado. Así mismo, con el fin de asegurar una buena calidad, se recomienda no secar los granos a temperaturas superiores a los 50°C. En Colombia el proceso de secado se efectúa de dos maneras: secado al sol y por medios mecánicos utilizando silos de capa estática principalmente.

Secado natural o solar. El secado natural o al sol se logra al disponer los granos húmedos sobre superficies que permitan su interacción directa con la energía proveniente del sol y del aire (Figura 8). Este tipo de secado permite obtener un producto final con una humedad muy uniforme y con un bajo costo.



Figura 8. Granos de café en proceso de secado natural o solar.

Las estructuras más utilizadas para este tipo de secado son los patios, carros y secadores parabólicos (Figura 9). Se ha establecido que para las zonas cafeteras colombianas se requiere en promedio 1,5 m² de área de secado solar para cinco arrobas de café pergamino seco.

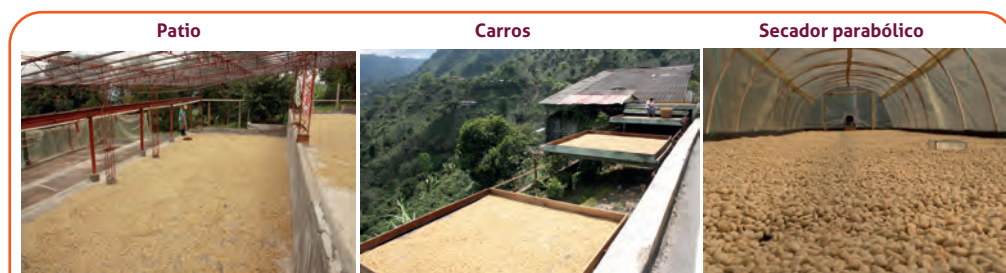


Figura 9. Estructuras empleadas para el secado solar.

En la fase inicial del secado, la capa de café debe ser lo más delgada posible, para que garantice que todos los granos tengan la misma oportunidad de tener contacto con el aire que retira la humedad. En la segunda fase, cuando el café se encuentra cerca al rango de humedad final (10% al 12%), se utilizan capas de máximo 2 cm de altura, para garantizar la uniformidad de la humedad en todos los granos del café.

Durante el secado deben realizarse por lo menos cuatro volteos del café al día, para permitir que todos los granos tengan el mismo contacto con el sol y el aire. Se recomienda utilizar el rastrillo Cenicafé, debido a que este garantiza un mejor volteo del café.

Son muchas las variables que tienen incidencia directa en la duración de este tipo de secado: la radiación solar, la temperatura, la humedad del aire, el contenido de humedad del grano, el tipo de material del secador, el espesor de la capa, el procedimiento y periodicidad para revolver los granos, por tal motivo no pueden establecerse tiempos fijos de finalización del mismo. Los menores tiempos de secado (3 a 7 días) se han obtenido con un promedio de brillo solar superior a 5 h/día, con altura de capa máxima de café lavado de 2 cm (13 kg de café lavado por metro cuadrado), revolviendo el café por lo menos cuatro veces al día.

Para determinar la humedad final del grano durante el proceso de secado, tradicionalmente se utilizan métodos subjetivos como la dureza y el color del grano, con los cuales se corre el riesgo de obtener contenidos de humedad por fuera del rango, que afectan la calidad, inocuidad y el precio del café. Oliveros *et al.* (2009) desarrollaron el método Gravimet, con el cual se determina el contenido de humedad durante el proceso de secado, empleando una canastilla con una muestra de control de 200 g de café lavado, la cual se ubica en las mismas condiciones del resto de café. El peso del café en la canastilla se verifica a medida que transcurre la pérdida de agua, hasta que alcanza un valor entre 104 a 105 g (Figura 10), valor que indica que la humedad del café está en el rango deseado del 10% a 12%.



Figura 10. Tecnología Gravimet para determinar la humedad final del café durante el secado solar.

Secado mecánico. El secado mecánico consiste en hacer pasar a través de una capa de café un volumen de aire determinado, impulsado por un ventilador y calentado en forma indirecta, a una temperatura no mayor a 50°C. La capa de secado debe tener máximo 40 cm y estar nivelada, adicionalmente el flujo de aire debe intercambiarse cada seis horas, para garantizar una mayor uniformidad en el secado. El cálculo de la cantidad de aire que debe circular por el espacio intergranular es importante, pues de este depende la transferencia de calor necesaria para producir la evaporación y retirar el vapor de agua de los granos.

El caudal específico de aire es de vital importancia para el éxito de la operación de secado. Si es insuficiente, se incrementa el tiempo de secado y los granos presentan alta variación en el contenido final de humedad. Por otro lado, si el caudal es mayor de lo necesario, se incrementarán los costos del secado, debido a una potencia superior del ventilador y, por consiguiente, un mayor consumo de energía.

Métodos para medir la calidad

La calidad del café se determina por el conjunto de características químicas, microbiológicas, físicas y organolépticas (Figura 11), que motivan a un comprador a pagar un precio mayor por el producto, lo que representa un mejor ingreso y mayor rentabilidad para el caficultor.

Para la evaluación de la calidad de un producto se requiere del conocimiento de las propiedades y cualidades que permiten clasificarlo dentro de los valores de calidad, así como aquello que constituye un defecto o una característica no aceptable para el consumo. El análisis físico y sensorial del café describe las principales características de la calidad del café que comprende: los granos negros, vinagres, flojos, aplastados, granos excelsos, entre otros granos, y las sensoriales como aroma, cuerpo, acidez.

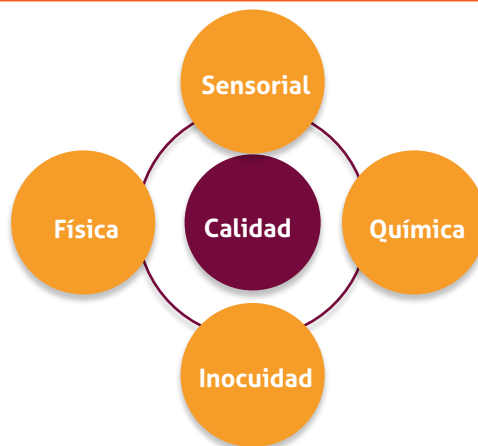


Figura 11. Indicadores de la calidad del café.

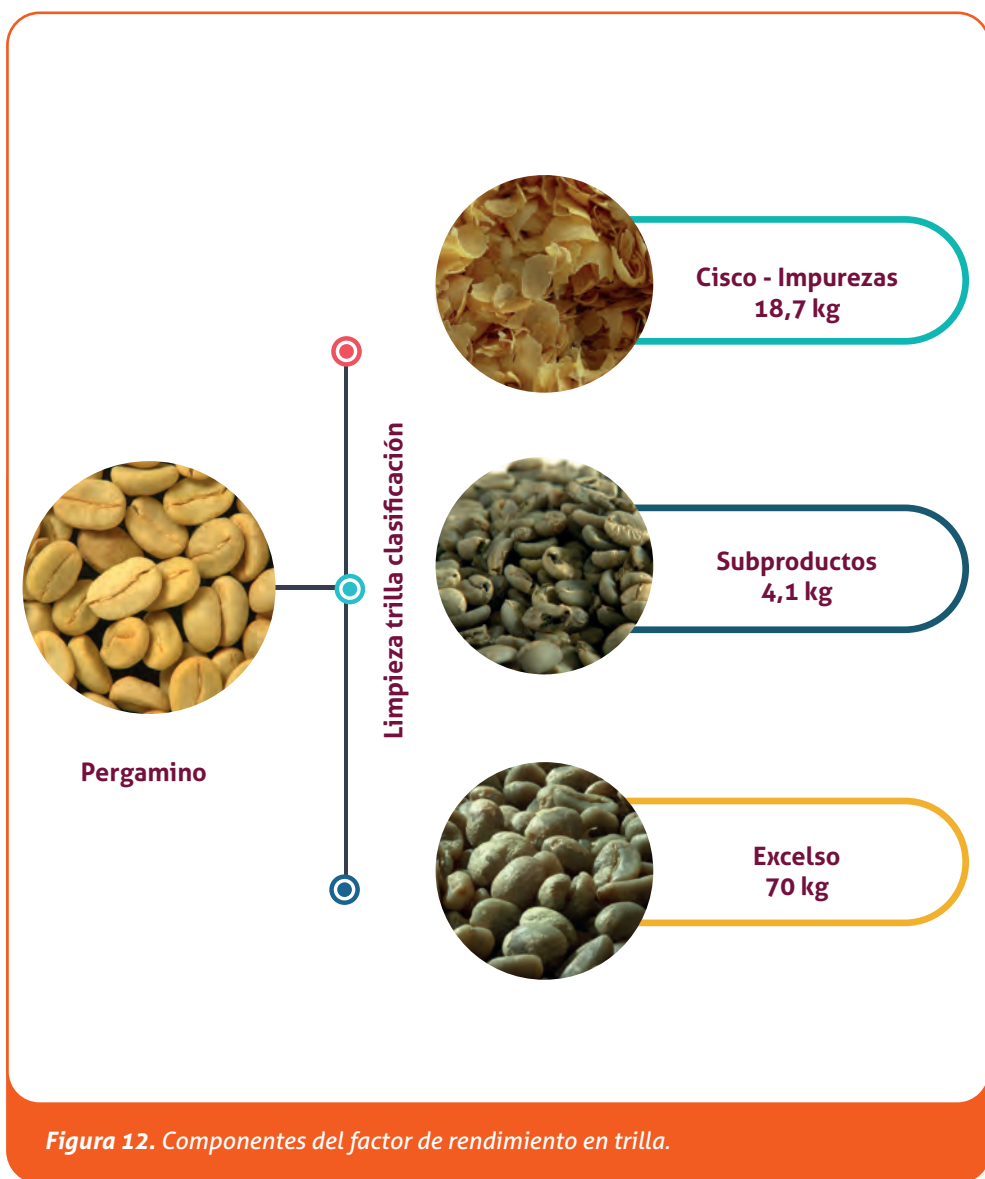
Análisis físico de café pergamino seco

La calidad física del café se establece a través de examen visual, con una valoración de los defectos del café verde, así como la evaluación de su aspecto general. La calidad física del café se define como la cantidad de almendra sana, libre de granos que no cumplen con los requisitos exigidos por los cafés tipo exportación.

En Colombia se considera el porcentaje de humedad del café pergamino seco (10%-12%) como requisito para la compra de café, y se evalúa el porcentaje de almendra sana o factor de rendimiento (Figura 12). El precio del café obtenido en la comercialización depende de la calidad del café que se lleve al punto de compra.

Los aspectos más importantes evaluados dentro de la calidad física del café son:

- **Porcentaje de humedad:** debe estar entre el rango de 10% al 12%.
- **Porcentaje de almendra sana:** es la cantidad de granos sanos, sin algún defecto presente en una cantidad determinada de café.
- **Factor de rendimiento:** es la cantidad de café pergamino seco que se necesita para obtener un saco de 70 kilogramos de café excelso. Actualmente, el promedio del factor de rendimiento en el país es de 92,8, que corresponden a 92,8 kg de café pergamino seco para obtener 70 kg de café excelso. Lo restante corresponde a cisco y defectos (Figura 12).



Los defectos del café verde se clasifican en defectos del primer y segundo grupo. Entre los defectos del primer grupo se encuentran: negro total o parcial, cardenillo total o parcial, vinagre o parcialmente vinagre, reposado y ámbar o mantequilla. Entre los defectos del segundo grupo o menores están: cristalizado, decolorado vetado, decolorado sobresecado, mordido o cortado, picado por insectos, averanado o arrugado, ligeramente picado por broca, averanado, aplastado y grano flojo. En la Tabla 1 se presentan las descripciones de los defectos físicos del café, su definición y sus posibles causas.

Tabla 1. Definición, efectos y causas de los defectos físicos del café.











Nombre del defecto	Definición NTC 3314	Efectos en la taza	Causas	Muestra
Negro total	Externa e internamente: grano de café donde más de la mitad de las superficies externa e interna son negras	Fermento o sabor <i>stinker</i> , sucio, mohó, agrio, sabor fenólico.	Causado principalmente por sobrefermentación de granos verdes, otra causa es sequía y por enfermedades (hongos).	
Negro parcial	Externa e internamente: grano de café donde la mitad o menos de la mitad de las superficies externa e interna son negras			
Vinagre	Grano de café deteriorado por exceso de fermentación, cuyo color va del crema pardo y produce un sabor avinagrado cuando se tuesta o se prepara en infusión	Puede producir sabores agrios o vinagres, fermento o <i>stinker</i> dependiendo del grado de sobre fermentación del grano.	Agrícolas y beneficio. El grano vinagre se produce por fermentación, que es el resultado de contaminación microbial en varias etapas del proceso de beneficio.	
Daño por hongos o cardenillo	Grano de café almendra con manchas de color amarillo naranja, ocasionadas por hongos.	Puede producir sabores a fermento, moho, tierra, sucio y fenol.	Son causados principalmente por hongos que infectan el grano en cualquier etapa del proceso, desde la recolección hasta el almacenamiento. Condiciones adversas de temperatura y humedad facilitan la propagación de hongos.	
Cereza seca	Fruto seco del árbol del café, que comprende su pulpa y uno o más granos. Café guayaba: grano de café seco para trilla que tiene adherida al pergamino la mitad de la pulpa (cacota) o más.	Puede producir sabores a fermento, moho o sabor fenólico.	Beneficio. Es el resultado de un deficiente proceso de despulpado y de eliminación de los flotes; falta de mantenimiento o mal ajuste de maquinaria.	

Tabla 1. Definición, efectos y causas de los defectos físicos del café.

Nombre del defecto	Definición NTC 3314	Efectos en la taza	Causas	Muestra
<p>Dañado por insectos (brocado severo - brocado leve)</p>	<p>Grano de café dañado interna o externamente por el ataque de insectos.</p>	<p>Pueden resultar sabores sucios, agrios, moho especialmente en grandes cantidades de grano brocado.</p>	<p>La broca (<i>Hypothenemus hampei</i>) perfora la cereza aún en el árbol, formando túneles en la semilla, con el fin de reproducirse en su interior. La incidencia de la broca tiende a disminuir a mayor altitud del cultivo.</p>	
<p>Grano inmaduro</p>	<p>Grano de café biche, a menudo con superficie arrugada.</p>	<p>Generalmente imparte sabores a hierba, paja o verdosos y es causa principal de la astringencia.</p>	<p>El grano inmaduro no ha madurado correctamente debido a varios factores que incluyen: la recolección de granos verdes o inmaduros; maduración irregular en variedades de maduración tardía cultivadas en zonas de mayor altitud, falta de fertilización y cuidados del cultivo.</p>	
<p>Grano averanado</p>	<p>Grano de café que aparece arrugado y de peso liviano.</p>	<p>Generalmente imparte sabores a hierba, paja seca</p>	<p>Agrícolas. El grano averanado o arrugado se debe principalmente a la falta de agua o sequía durante el desarrollo del grano. La intensidad del daño depende de la duración e intensidad del período seco.</p>	
<p>Concha</p>	<p>Grano malformado que presenta cavidad.</p>	<p>Las conchas se pueden quemar y producir sabores a quemado o carbonizado.</p>	<p>Agrícolas. Este defecto se debe a factores genéticos del árbol.</p>	
<p>Flotador (blanco de baja densidad)</p>	<p>Grano de café blanco y peso ligero, con una densidad por debajo de la de un grano sano.</p>	<p>Sabores a fermento, hierba, paja seca, tierra o moho. Puede también diluir el sabor del café sin causar sabores defectuosos.</p>	<p>Beneficio. Este defecto es causado principalmente por mal secado del café o deficientes condiciones de almacenamiento. Granos de pergamino dejados en los rincones de los patios o secadoras, generalmente se blanquean y pierden color y peso. Café pergamino mal secado o almacenado en condiciones extremadamente húmedas, también puede causar granos flotadores.</p>	

Análisis sensorial de café

El análisis sensorial, es decir, el estudio de aquellas propiedades de los alimentos que afectan los órganos de los sentidos, es hasta ahora el método más eficiente para evaluar la calidad del café.

Las características de color, aspecto, olor y sabor de los alimentos, estimulan la visión, el olfato, el tacto y el gusto, produciendo estímulos que van al cerebro, donde ocurre la percepción o correlación de impresiones sensoriales, convirtiéndose en un juicio por medio del cual se determina si un producto es aceptado o rechazado.

Para este tipo de análisis es importante señalar que el ser humano resulta imprescindible como "instrumento de medida". Con sus sentidos es capaz de detectar componentes situados muy por debajo de la capacidad de medición de los instrumentos analíticos. Con su interpretación y su valoración, el hombre puede comunicar más datos sobre un producto que el más sensible de los procesos analíticos.

La catación tiene los siguientes objetivos:

- Definir si el café tiene defectos o sabores desagradables.
- Describir los atributos y los sabores agradables.
- Evaluar su intensidad.
- Decidir si el café es malo, regular, promedio, bueno, muy bueno o sobresaliente.
- Informar sobre los resultados obtenidos.

Atributos sensoriales del café (SCA, 2015)

- **Fragancia/aroma:** los aspectos aromáticos incluyen la fragancia (definida como el olor del café de la muestra molida cuando todavía está seca), y el aroma (olor del café mezclado con agua caliente).
- **Sabor:** el sabor representa la característica principal de café, es una impresión combinada del sabor y el aroma.
- **Sabor residual:** se define como la duración de las cualidades positivas del sabor que se perciben en la parte posterior del paladar.
- **Acidez:** se describe como aquella sensación en la lengua que hace salivar. A menudo se describe como "brillante" cuando es favorable o "agria" cuando es desfavorable.
- **Cuerpo:** La calidad del cuerpo se basa en la sensación de pesadez del líquido en la boca, especialmente cómo se percibe entre la lengua y el paladar superior de la boca.
- **Balance (o equilibrio):** es el resultado del complemento o contraste de los diferentes aspectos del sabor del café como son acidez, sabor residual y cuerpo de la muestra.

Defectos sensoriales del café

Los defectos son los sabores negativos que generan el rechazo del café. En la Tabla 2 se presentan las descripciones de los defectos en el sabor del café.

Tabla 2. Definiciones de los defectos sensoriales del café.

Grupo	Defecto	Definición NTC 2758
Sobrefermentado	Pulpa	4.29. Aroma y sabor que da en la bebida un gusto al fruto de café sobremaduro, que evoca el aroma a la pulpa fresca.
	Vinagre	4.77. Sensación olfativa y gustativa diferente a la de la acidez natural, caracterizada por la descomposición intermedia a ácido acético, generalmente ocasionada por una fermentación excesiva.
	Fermento	4.48. Sensación olfativa y gustativa a materia orgánica descompuesta, indeseable en el café. Producido en la sobrefermentación enzimática de compuestos orgánicos durante el beneficio.
	Stinker	4.50. Sensación de aroma y sabor fuerte y defectuoso a materia orgánica putrefacta, se origina por una excesiva sobrefermentación de las cerezas del café o deficientes condiciones de su beneficio.
Áspero	Acre	4.28. Sensación olfativa y gustativa áspera, amarga, astringente, picante y pesada. Suele estar asociada a la presencia de granos defectuosos especialmente negros.
	Áspero	4.36. Sensación táctil fuerte, rasposa y tosca, indeseable en el café, causada por presencia de granos defectuosos, deficiencias en el proceso de industrialización, deterioro del café tostado o preparación de la bebida.
	Inmaduro	4.53. Percepción de aroma y sabor que puede ser ocasionada por la presencia de frutos de café verdes y pintones que producen tazas astringentes, agresivas y que no tienen características organolépticas desarrolladas.
Terroso	Sucio	4.73. Sensación de aroma y sabor asociada a polvo, pesada en el paladar e indeseable en el café. Originado por deficiencias de la limpieza en el beneficio y almacenamiento del café verde y pergamino.
	Paja	4.62. Sensación de aroma y sabor característica a hierba o grama seca o heno, puede presentarse en cafés frescos deficientemente secados o por la transformación de material orgánico durante su almacenamiento.
	Mohoso	4.58. Aroma y sabor indeseable del café, característico a moho que se desarrolla por el inadecuado manejo de la humedad durante el beneficio, en especial en el secado del café y durante su almacenamiento.
	Terroso	4.74. Aroma y sabor a tierra húmeda o recién movida, indeseable en los cafés arábigos; en algunos casos se asocia al hollejo de la papa. Esta característica se puede presentar por un secado inadecuado del café sobre tierra durante el beneficio.
	Reposo	4.98. Sabor y aroma característico de café verde, que debido al tiempo y condiciones de almacenamiento han hecho que las características de aroma y sabor, especialmente la acidez, hayan disminuido. En el caso de café fresco esta característica se considera un defecto. Cuando aparecen leves notas de reposo en un café, la sensación es denominada como ligero reposo (<i>oldish</i>).

Continúa...

Continuación...

Tabla 2. Definiciones de los defectos sensoriales del café.

Grupo	Defecto	Definición NTC 2758
Contaminados	Humo	4.32. Sensación olfativa asociada a la presencia de humo que se impregna en el café en cualquier etapa, desde el beneficio hasta la preparación de la bebida, debida a condiciones inadecuadas.
	Combustible	4.42. Característica que presenta el café por contaminación con derivados del petróleo como ACPM o gasolina durante su beneficio, transporte, almacenamiento o torrefacción.
	Fenol	4.47. Aroma y principalmente sabores indeseables en el café, asociado a compuestos halogenados (con cloro, yodo). Se puede generar durante el beneficio por lavado con aguas cloradas o con residuos de desinfectantes, o por rehumedecimiento del café durante el secado.
	Metálico	4.57. Sensación gustativa similar a la que toma el agua en contacto directo con superficies metálicas recién pulidas. Indeseable en el café, puede presentarse por el agua o los recipientes utilizados en la preparación de la bebida.
	Químico	4.68. Aroma y sabor a compuestos químicos como desinfectantes o medicinales, característicos de los hospitales e indeseables en el café. Se pueden generar en cafés muy tostados.
	Contaminado- No identificado (extraño)	4.60. Característica de sabor y aroma indeseables en el café que no se puede definir.

Composición química del café verde

La composición química del café almendra determina la calidad final del producto, por lo cual es importante conocer el contenido de los principales precursores químicos que afectan la bebida. La cafeína es estable al calor y se asocia generalmente con el sabor amargo distintivo del café (Perrone *et al.*, 2008). La trigonelina es un alcaloide cuya importancia está relacionada con su degradación durante el proceso de tuestión, para dar varios compuestos volátiles que influyen en el aroma la bebida (Caporaso *et al.*, 2018).

Los perfiles volátiles y, posteriormente, los perfiles aromáticos y las cualidades sensoriales del café tostado dependen en gran medida de la composición de los precursores de aromas presentes en los granos de café verde antes de la tuestión. Esto fue corroborado por estudios que demostraron que las diferencias en las concentraciones de precursores de aromas como las proteínas, carbohidratos y ácidos clorogénicos en los granos de café verde, de la misma variedad, correspondió a diferentes calidades después del tostado (Franca *et al.*, 2005).

Los ácidos clorogénicos son compuestos fenólicos que influyen en la formación del aroma, astringencia y amargo. La sacarosa, compuesto más abundante, actúa como precursor del aroma, originando varias sustancias en el proceso de tuestión, debido a las reacciones de Maillard que afectan el sabor y aroma de la bebida. La presencia de lípidos se asocia con la duración del aroma y la espuma de la bebida, y su acumulación depende de varios factores, particularmente de la especie (Tabla 3).

Tabla 3. Rango de valores de los principales compuestos químicos y su influencia en la calidad sensorial.

Compuesto	Rango café arábica verde (% base seca)	Influencia en los atributos sensoriales	Fuente
Sacarosa	5,3 – 9,3	Precursor del sabor, aroma, acidez y color	Clifford, 1985
	6,25- 8,45		Clarke y Macrae, 1985
	8,0		Puerta, 2011
Cafeína	0,6 -1,5	Amargo	Clifford, 1985
	0,9-1,2		Clarke y Macrae, 1985
	1,7±0,02		Franca <i>et al.</i> (2005)
	1,20		Puerta, 2011
Trigonelina	1,0	Precursor del aroma	Clifford, 1985
	1,0-1,2		Clarke y Macrae, 1985
	0,64±0,28		Franca <i>et al.</i> (2005)
	1,34 ±0,5		Farah, 2005
	1,0		Puerta, 2011
Ácidos clorogénicos	5,5 -8,0	Acidez, astringencia y amargo	Clarke y Macrae, 1985
	6,2 – 7,9		Clifford, 1985
	6,90		Marín y Puerta, 2008
Lípidos	10-14	Precursores del sabor y cuerpo de la bebida	Clifford, 1985
	12,0-18		Clarke y Macrae, 1985
	11,13 ±0,13		Franca <i>et al.</i> (2005)
	16,2		Puerta, 2011
Minerales	3,0 – 4,2	-	Clarke y Macrae, 1985



Descripción de las fincas participantes en la caracterización de la calidad del Huila

En total se analizaron 562 muestras de café, procedentes de los 35 municipios cafeteros del Huila (Tabla 4).

Tabla 4. Cantidad de muestras analizadas durante la caracterización de la calidad del café del Huila.

Municipio	Número de muestras	Municipio	Número de muestras
Acevedo	47	Neiva	14
Agrado	5	Oporapa	16
Aipe	5	Paicol	10
Algeciras	20	Palermo	10
Altamira	5	Palestina	20
Baraya	5	Pital	18
Campoalegre	10	Pitalito	60
Colombia	10	Rivera	5
Elías	5	Saladoblanco	15
Garzón	33	San Agustín	25
Gigante	19	Santamaría	10
Guadalupe	19	Suaza	25
Hobo	5	Tarqui	11
Íquira	10	Tello	14
Isnos	15	Teruel	10
La Argentina	10	Tesalia	5
La Plata	43	Timaná	18
Nataga	10	Total	562

Caracterización técnica de las fincas

El promedio de área en café de las 123 fincas del muestreo fue de 6,0 ha, el valor mínimo fue de 0,24 ha y el máximo de 98,0 ha. El 36,3% de las fincas presentaron menos de 3 ha en café (Figura 13).

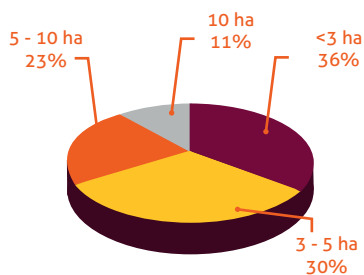


Figura 13. Distribución de las fincas según el área en café.

El 73% de las fincas participantes tenían establecidos cafetales con variedades resistentes a la roya de cafeto, como Castillo®, Colombia y Tabi (Figura 14). El 28% de las fincas se ubicaban a altitudes por encima de 1.700 m, el 70% entre 1.300 y 1.700 m, y el 2% por debajo de 1.300 m (Figura 15).

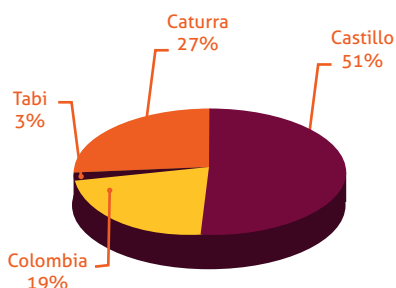


Figura 14. Distribución de las fincas según la variedad de café cultivada.

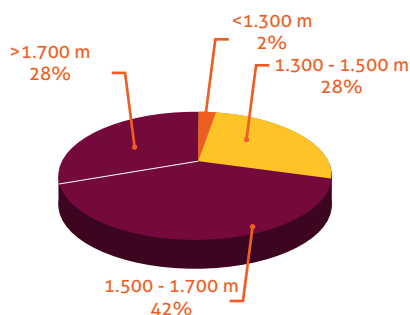


Figura 15. Distribución de las fincas según la altitud.

Resultados de la medición de la calidad física

Las variables de la calidad física del café que se midieron incluyeron la humedad del café pergamino seco, la merma, la proporción de grano brocado, pasilla, almendra sana y el factor de rendimiento en trilla, se midieron según los métodos de análisis de Almacafé. Los promedios indican que las variables físicas permiten el cumplimiento de los requisitos de calidad del café, aumentando la posibilidad de los caficultores de vender su producto a un mayor precio (Tabla 5).

Tabla 5. Valores de los atributos de calidad física.

Variable	Valores observados		Promedio	Mediana
	Mínimo	Máximo		
Humedad (%)	9,2	13,7	11,3	11,3
Merma (%)	16,2	21,5	18,3	18,3
Pasilla (%)	0,0	8,6	1,1	0,9
Broca (%)	0,0	10,6	1,5	1,0
Almendra sana (%)	69,0	83,3	79,6	80,0
Factor de rendimiento	84,5	103,0	88,9	88,1

En cuanto a la variable tamaño del grano de café almendra, según la distribución granulométrica, el 88% del café analizado se retuvo en mallas superiores a la 16 (Figura 16).

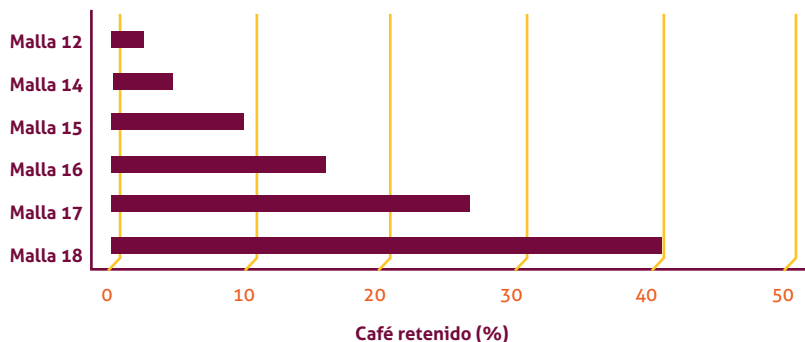


Figura 16. Distribución granulométrica del café almendra.

Resultados de la medición de la calidad química

El café es sin duda uno de los productos alimenticios más complejos desde el punto de vista de su composición química. No solo porque el grano verde contiene una amplia gama de diferentes compuestos químicos, sino porque estos compuestos reaccionan e interactúan en las diferentes etapas del procesamiento del café, generando una diversidad y complejidad de estructuras aún mayor (Clarke y Macrae, 1985).

Para las 562 muestras analizadas en la (Tabla 6) se presentan los valores obtenidos para ácidos clorogénicos, cafeína, lípidos, sacarosa y trigonelina, por tecnología NIRS.

Tabla 6. Valores promedio, máximo y mínimo, obtenidos para los compuestos químicos del café del Huila.

Variable	Valores Observados		Promedio	Mediana
	Mínimo	Máximo		
Ácidos clorogénicos	5,4	6,5	5,9	5,9
Cafeína	1,1	1,4	1,3	1,3
Lípidos	13,6	16,4	15,2	15,3
Sacarosa	6,0	7,1	6,5	6,5
Trigonelina	0,8	1,4	1,1	1,1

Resultados de la medición de la calidad sensorial

Las muestras fueron evaluadas con la escala de Almacafé, en la Tabla 7 se presenta la clasificación de acuerdo con el puntaje obtenido.

Tabla 7. Escala de valoración en el análisis sensorial utilizada en Almacafé.

Calificación	Intervalos de valoración
Defectuoso	< 4,0
Deficiente	4,0 - 4,5
Estándar	5,0 - 5,5
Bueno	6,0 - 6,5
Muy bueno	7,0 - 7,5
Excelente	8,0 - 8,5
Excepcional	9,0 - 9,5
Máximo	10

Las cifras consolidadas de calidad sensorial indican que del total de muestras evaluadas el 79% no presentaron defecto. De los diferentes defectos de taza analizados (químico, fenol, fermento, *stinker*, vinagre, reposo, otros), los más recurrentes fueron: reposo, acre, inmaduro y fermento (Figura 17), relacionados con un inadecuado beneficio, manejo y almacenamiento del café.

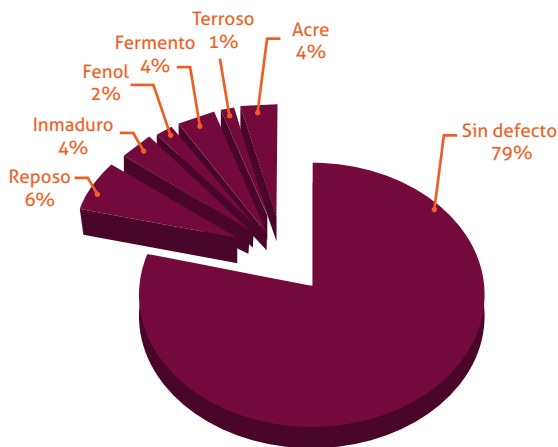


Figura 17. Distribución de las muestras según calidad sensorial.

De las muestras que no presentaron defecto, en promedio para todos los atributos, la calificación obtenida estuvo por encima de 5,0 puntos, que corresponde a una calificación de café estándar (Tabla 8).

Tabla 8. Valores promedio, máximo, mínimo para los atributos que describen la calidad sensorial del departamento del Huila.

Atributo	Promedio	Valor máximo	Valor mínimo
Fragancia y aroma	5,22	8,00	4,00
Acidez	5,28	7,50	4,00
Cuerpo	5,09	7,50	4,00
Impresión global	5,33	7,50	4,50

Descriptorios sensoriales

A cada una de las muestras analizadas que no presentaron defecto, se le asignó un descriptor de la calidad sensorial, en la Tabla 9, se presenta la proporción de los descriptorios obtenidos por año de estudio, donde las notas dulce son el principal descriptor del café evaluado, seguido de notas cítricas, frutales, caramelo, floral, herbal, miel y avellanas.

Tabla 9. Proporción y representación gráfica de los de descriptorios de la calidad sensorial del café del Huila.

Descriptor	Año			General
	2016	2017	2018	
Dulce	61,3%	71,1%	52,9%	61,8%
Cítrica	7,5%	13,3%	21,2%	14,0%
Frutal	7,5%	2,4%	3,5%	4,5%
Caramelo	6,3%	6,0%	11,8%	8,0%
Floral	6,3%	2,4%	2,4%	3,7%
Herbal	5,0%	2,4%	7,1%	4,8%
Miel	4,4%	2,4%	1,2%	2,7%
Avellanas	1,9%	0,0%	0,0%	0,6%



Denominación de Origen

La FNC en su Plan Estratégico 2008-2012 propuso posesionar el café de Colombia y su portafolio marcario, avanzando en la implementación de una estrategia de diferenciación de los cafés por su origen.

Esta estrategia, innovadora en términos científicos y técnicos, busca segmentar la oferta de café de acuerdo con los atributos físicos, químicos, sensoriales y culturales asociados a su origen regional, de manera que los cafés de Colombia se conviertan en un referente cultural y un activo intangible de gran valor en el mercado.

Esta iniciativa empezó en marzo de 2005, cuando el Gobierno Colombiano aprobó la solicitud de la FNC de reconocer la Denominación de Origen el "Café de Colombia". Adicionalmente, en septiembre de 2007, la Unión Europea otorgó la Indicación Geográfica Protegida al "Café de Colombia", después de una evaluación de la capacidad institucional y sistemas de control de la FNC; así como las características sociales y ambientales relacionadas al "Café de Colombia".

Para garantizar la sostenibilidad del Café de Colombia y sus regiones, se desarrollaron estudios técnicos con los cuales se logró que la Superintendencia de Industria y Comercio concedió la Denominación de Origen para las siguientes regiones cafeteras del país: Cauca (2011), Nariño (2011), Huila (2013), Santander (2014), Tolima (2015) y Café de la Sierra Nevada (Cesar, La Guajira y Magdalena) en el año 2015.



Literatura citada

Asociación de Cafés Especiales de America. (SCA). Protocols Cupping Specialty Coffee. Retrieved From [Http://Www.Scaa.Org/Pdf/Resources/Cupping-Protocols.Pdf](http://www.scaa.org/pdf/resources/cupping-protocols.pdf). 2015.

Caporaso, N.; Whitworth, M.; Grebby, S.; Fisk, I. (2018). Non-destructive Analysis of Sucrose, Caffeine and Trigonelline On Single Green Coffee Beans By Hyperspectral Imaging. *Food Research International* (106):193-203.

Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé (1991). Fundamentos del Beneficio del Café. Chinchiná, Caldas, Página 236.

Clarke, R. J., Macrae, R. (1985). *Coffee* (Vol. 1). pp. 306

Clifford, M. N. (1985). Chlorogenic Acids. En *Coffee* (Pp. 153-202). Springer, Dordrecht.

Días R., Benassi M. (2015). Discrimination Between Arabica and Robusta Coffees Using Hydrosoluble Compounds: Is The Efficiency of The Parameters dependent On The Roast degree? *Beverages*. (1): 127-139.

Farah, A. (2012). *Coffee Constituents. Coffee Constituents, In Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention* (Ed y.-F. Chu), Wiley-Blackwell, Oxford, Uk

Franca, A. S., Mendonca, J. C. F., y Oliveira, S. D. (2005). Composition of Green and Roasted Coffees of Different Cup Qualities. *Food Science and Technology*. 38, 709–715.

ICONTEC. NTC 2324. (1987). Café Verde; Examen Olfativo y Visual y determinación de Materia Extraña y defectos. Bogotá (Colombia), Icontec-Cenicafé

ICONTEC. NTC 2758. (2002). Café. Análisis Sensorial. Vocabulario. Bogotá (Colombia).

ICONTEC. NTC 3314. (1992). Café y Sus Productos. Vocabulario. Términos y definiciones. Bogotá (Colombia)

Isaza G., L.E.; Montoya R., E.C.; Vélez Z., J.C.; Oliveros T., C.E. (2006). Evaluación de La Concentración de Frutos Maduros de Café Empleando Técnicas No Selectivas de Recolección Manual. *Cenicafé* 57(4): 274-278.

Marín L., S.M.; Arcila P., J.; Montoya R., E.C.; Oliveros T.; C.E. (2003). Relación Entre El Estado de Madurez del Fruto del Café y Las Características de Beneficio, Rendimiento y Calidad de La Bebida. *Cenicafé* 54(4):297-315.

Marín, C.; Puerta, G. I. (2008). Contenido de Ácidos Clorogénicos En Granos de *Coffea arabica* y *C. canephora*, Según El desarrollo del Fruto. *Cenicafé* (59): 7-28.

Montilla P., J.; Arcila P., J.; Aristizabal L., M.; Montoya R., C.; Puerta Q., G.I.; Oliveros T., C.E.; Cadena G. (2008). Caracterización de Algunas Propiedades Físicas y Factores de Conversión del Café durante el Proceso de Beneficio Húmedo Tradicional. *Cenicafé* 59 (2):120-142.

Oliveros T, C. E; Peñuela A.E. Jurado J. (2009). Controle la Humedad del Café en el Secado Solar, Utilizando el Método Gravimet. *Cenicafé. Avances Técnicos* 387.

Oliveros T, C. E; Roa M, G; Sanz U, J. R; Ramírez G, C. A; Álvarez H, J. R; Roa M, G; Álvarez G, J. (1995). El desmucilaginado Mecánico del Café. *Cenicafé. Avance Técnico* 216.

- Oliveros T, C. E; Sanz U, J. R; Ramírez G, C. A; Tibaduiza C. (2013). Ecomill®. Tecnología de Bajo Impacto Ambiental Para El Lavado del Café. Cenicafé. *Avance Técnico* 432.
- Pabón U., Sanz U, J. R.; Oliveros T, C. E. (2009). Manejo del Café desmucilaginado Mecánicamente. *Avances Técnicos* 388.
- Peñuela M A.E. (2010). Estudio de la Remoción del Mucílago de Café A Través de La Fermentación Natural. Tesis de Grado. 84p
- Peñuela M., A.E.; Pabón U., J.P; Sanz U., J.R. (2013). Método Fermaestro: Para determinar La Finalización de la Fermentación del Mucílago de Café. Cenicafé. *Avances Técnicos* 431.
- Peñuela M., A.E.; Sanz U., J.R.; Pabón U., J.P. (2012). Método Para Identificar El Momento Final de La Fermentación de Mucílago de Café. Cenicafé 63 (1): 120-131.
- Perrone, D.; Donangelo, C.; Farah, A. (2008). Fast Simultaneous Analysis of Caffeine, Trigonelline, Nicotinic Acid and Sucrose In Coffee By Liquid Chromatography-Mass Spectrometry. *Food Chemistry*, 110(4): 1030-1035.
- Puerta Q, G.I. (2011). Composición Química de Una Taza de Café. Cenicafé. *Avances Técnicos* 414: 1-12.
- Puerta Q., G.I. (2000). Influencia de Los Granos de Café Cosechados Verdes, En La Calidad Física y Organoléptica de La Bebida. Cenicafé 51(2): 136-150.
- Puerta Q., G.I. (2001). Cómo Garantizar la Buena Calidad de la bebida del Café y evitar los defectos. Cenicafé. *Avances Técnico* 284.
- Puerta Q., G.I. (2006). La Humedad Controlada del Grano Preserva La Calidad del Café. Cenicafé. *Avances Técnicos* 352.
- Puerta Q., G.I. (2010). Fundamentos del Proceso de Fermentación En El Beneficio del Café. Cenicafé. *Avances Técnico* 402.
- Puerta Q., G.I.; Echeverry M., J.G. (2015). Fermentación Controlada del Café: Tecnología Para Agregar Valor A La Calidad. Cenicafé. *Avances Técnico* 454.
- Roa M., G.; Oliveros T., C.E.; Álvarez, J.; Ramírez G, C. A.; Sanz U., J.R.; Dávila, M.T.; Álvarez, J.; Zambrano, D.A.; Puerta Q., G.I.; Rodríguez, N. (1999). Beneficio Ecológico del Café. Chinchiná, Cenicafé, 1999. 300 P.
- Roa M., G.; Oliveros T., C.E.; Parra C., A.; Ramírez G, C. A. (2000). El Secado Mecánico del Café. *Avances Técnicos* 282.
- Wallis G., J.A.; Montoya R., Vélez Z., J. C.; Oliveros T., C.E. (2004). Calidad y Eficacia de Dos Métodos No Selectivos de Recolección Manual de Café (*Coffea arabica*). Cenicafé 55 (1): 45-51.
- Workua M., Meulenaerb B., Duchateauc L., Boeckxd P. (2018). Effect of Altitude On Biochemical Composition and Quality of Green Arabica Coffee Beans Can Be Affected By Shade and Postharvest Processing Method. *Food Research International*. 105: 278-285.
- Zambrano F, D. A. (1993). Fermente y Lave Su Café En El Tanque Tina. Cenicafé. *Avance Técnico* 197.

