

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL CAFÉ SEGÚN ALTITUD, SUELOS Y BENEFICIO EN VARIAS REGIONES DE COLOMBIA

Gloria Inés Puerta Quintero*; Freddy Obed González Rizo**1; Arturo Correa Piedrahita**2;
Iván Eduardo Álvarez Lizcano**3; José Alexander Ardila Calderón**3; Olga Stella Girón Ospina**4;
Carlos Julio Ramírez Quimbayo**4; José Enrique Baute Balcázar**5; Pedro María Sánchez Arciniegas**6,
Melsar Danilo Santamaría Burgos**7; Diego Fabián Montoya**8

PUERTA Q., G.I.; GONZÁLEZ R. F.O.; CORREA P., A.; ÁLVAREZ L., I. E.; ARDILA C., J. A.; GIRÓN O., O. S.; RAMÍREZ Q., C. J.; BAUTE B., J. E.; SÁNCHEZ A., P. M.; SANTAMARÍA B., M. D.; MONTOYA, D. F. Diagnóstico regional de la calidad de la bebida de café de Colombia, según altitud, suelos y buenas prácticas de beneficio. Revista Cenicafé 67(2): 15-51. 2016.

Se evaluó el perfil de calidad de la bebida de 680 muestras de café producido en 162 fincas, y se procesó la respectiva cereza mediante Buenas Prácticas de Manufactura-BPM en las mismas fincas. Se registró la trazabilidad de origen y procesos. La mayor proporción de café de calidad buena, superior y especial, se obtuvo de las muestras de café que se procesaron por BPM, por fermentación y secado al sol, en todas las regiones. No hubo correlación entre la altitud ni la unidad de suelo con la calidad de la bebida de café. Se concluyó que para producir café de buena calidad no es suficiente con tener una buena variedad botánica y cultivarla en zonas altas, que favorecen la sanidad del grano. También se identificaron los defectos más frecuentes de la bebida de café de cada zona; el principal defecto en taza en el café de las fincas fue el *stinker*, causado por falta de controles en el desmucilaginado mecánico, la fermentación, el lavado y el secado. Para incrementar la producción de café con sabores especiales y consistentes es necesario diagnosticar las fallas debidas a los procesos de beneficio y secado del café; diseñar y establecer programas de capacitación, mejorar infraestructura, equipamiento y la calidad del agua suministrada a las fincas y mejorar las prácticas en la poscosecha del café. La aplicación sistemática de las BPM asegurará una buena calidad del café, la disminución de defectos y de pérdidas económicas, mejorando la competitividad y rentabilidad de las regiones cafeteras.

Palabras clave: Trazabilidad, evaluación sensorial, fermentación, secado, poscosecha, cafés especiales.

REGIONAL DIAGNOSIS OF COLOMBIAN COFFEE CUP QUALITY, BY ALTITUDE, SOILS AND GOOD PROCESSING PRACTICES

Quality profiles of coffee beverage of 680 samples produced in 162 farms were assessed as well as the respective sample obtained by processing the cherries by Good Manufacturing Practices, GMP, on the same farms. Traceability of origin and processes was recorded. The largest proportion of good, special and high quality coffee was obtained from samples that were processed by GMP by fermentation and by sun drying in all regions. No relationship between altitude or soil unit with the quality of the coffee beverage was found. To produce good quality coffees it is not enough to have a good botanical coffee variety and grow it in high areas that promote a healthy bean. Also the most frequent defects in coffee beverage in each region were identified. The main defect in coffee cup from farms was the stinker, caused by lack of controls during mechanical mucilage removal, fermentation, washing and drying. To improve the production of special and consistent coffee flavors in all regions it is necessary to determine the current failures due to coffee processing and drying; design and set specific training, programs, better infrastructure, equipment and the quality of the water supplied to farms and improve the post harvest coffee processes. The systematic application of good agricultural practices will ensure a good coffee quality, the reduction of defects and economic losses, improving competitiveness and profitability of the coffee regions.

Keywords: Traceability, sensory evaluation, fermentation, drying, postharvest, specialty coffees.

* Investigador Científico III. Disciplina Calidad. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.

** Servicio de Extensión ¹Quindío, ²Antioquia, ³Huila y ⁴Tolima.

*** Asistente de investigación, Estaciones Experimentales Pueblo Bello⁵, San Antonio⁶ y Paraguaicito⁷ y La Catalina⁸ de Cenicafé, respectivamente.

La calidad del café de Colombia ha sido reconocida mundialmente y es apreciada por los consumidores por su suavidad, intensidad de los aromas, acidez y cuerpo y balanceados. En Colombia se cultiva solamente la especie *Coffea arabica* L., en fincas ubicadas en zonas cafeteras de los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Chocó, Cesar, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle, donde se presentan características apropiadas de clima, suelos y altitud, así como condiciones técnicas y aspectos culturales particulares en cada región, para la producción de café (20, 26).

El café de Colombia es procesado en las mismas fincas, por cerca de 563 mil productores, mediante el beneficio por la vía húmeda, que comienza con una recolección selectiva del café maduro seguido del proceso poscosecha, que incluye varias etapas como el despulpado, la fermentación natural o el desmucilaginado mecánico, el lavado y el secado. Después, el café se transporta a las cooperativas o puntos de compra de café, se almacena y luego se realizan operaciones de trilla, clasificación del grano almendra, por tamaño, densidad y tipo de defectos y se hacen evaluaciones de sabor y aroma del café conocidas como pruebas de taza, con el fin de obtener la mejor calidad del producto para la exportación (38).

La suavidad en la bebida de las variedades de café Arábica cultivadas en Colombia está determinada genéticamente y por su composición química (1, 34, 35). En las zonas cafeteras de mayor altitud, el efecto de una menor temperatura influye en una mejor sanidad e inocuidad del grano, porque se disminuyen el crecimiento y daño de plagas como la broca, y también se reduce el uso

de insecticidas para su manejo fitosanitario. Además, recientemente se ha descubierto y divulgado que a menores temperaturas se obtiene mayor porcentaje de diversos sabores especiales mediante fermentaciones controladas (47), lo cual representa una ventaja de las zonas cafeteras de mayor altitud que utilicen esta tecnología.

La mejor calidad de la bebida se obtiene del café maduro y sano; sin embargo, en los procesos de poscosecha en el beneficio, secado y almacenamiento, deben aplicarse las buenas prácticas agrícolas y de manufactura para asegurar una producción de buena calidad desde la finca (31). Las buenas prácticas agrícolas son un conjunto de principios y requisitos que deben seguirse en la producción de un alimento, con el fin de asegurar que el producto obtenido sea inocuo para el consumidor. Las buenas prácticas para el café incluyen un sistema de aseguramiento de la calidad y el desarrollo de prácticas que cuiden el medio ambiente y garanticen la buena calidad del producto en todos los procesos agronómicos, beneficio, secado, almacenamiento, transporte, tostación y preparación.

Los factores de procesamiento, beneficio y secado del café han sido bastante estudiados en relación con la calidad del grano y de la bebida. Los defectos físicos del grano de café se han descrito en los diferentes países y en Colombia, principalmente por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia - FNC y Almacafé (18, 19). Se estima que más del 80% de los defectos del grano, que incluyen los vinagres, decolorados, flojos y mohosos son ocasionados por un inadecuado beneficio y secado (36). Así mismo, se conoce que el desmucilaginado mecánico, la fermentación, el lavado y el secado son procesos críticos para la calidad del café, los cuales deben controlarse.

La heterogeneidad en la madurez y sanidad del fruto de café beneficiado, el mal desmucilaginado mecánico, la fermentación no controlada, el agua sucia y el lavado incompleto del grano ocasionan diferentes niveles de daños fermentos y *stinker* en la bebida (4, 22, 25, 28, 39, 40, 42, 45). De igual manera, la falta de control en el secado al sol y el secado mecánico puede producir bebidas con sabores a sucio, mohoso, terroso, fenol, ahumado, contaminado-químico y riesgo de Ocratoxina A-OTA (21, 24, 40, 41, 43, 45, 48).

El cultivo del café se desarrolla y crece dentro de un rango térmico de 18 a 22°C. Debido a las influencias latitudinales estas temperaturas medias se encuentran a diferentes altitudes en los países productores de café. Por ejemplo, para Brasil este rango está entre los 400 y 1.100 m, en Centroamérica entre los 700 y 1.700 m y para Colombia entre 1.200 y 1.850 m (16, 26).

En Centroamérica, la mayor altitud y el sombrío han sido considerados favorables para la calidad del café, pero en los resultados mostrados no hay concordancia. En Cuba, Cabrera *et al.* (7) reportaron que la mayor altitud, las mayores precipitaciones y la mayor humedad relativa favorecieron la calidad del café de variedades Caturra rojo y amarillo y Catuai amarillo, ubicados a altitudes de 420, 570 y 625 m.

Guyot *et al.* (23), no encontraron diferencias en la calidad organoléptica del café para las variedades Borbón y Catuai para altitudes entre 1.100 y 1.400 m, pero sí hubo diferencias en la composición química de cafeína y lípidos, que atribuyeron a la madurez del grano. Salazar *et al.* (51), registraron que un mayor sombrío a altitud menor a 700 m favorecerían la calidad del café Arábica en Costa Rica, y altitudes entre 1.000 y

1.300 m con sombrío moderado influían en la uniformidad, mayor tamaño del grano y mejor calidad de la bebida.

Figueroa *et al.* (17), evaluaron la calidad en taza de las variedades Borbón, Caturra y Catuai de Guatemala, cultivadas en rangos de altitud menores a 1.220 m, entre 1.220 y 1.460 m y por encima de 1.460 m, y observaron que Borbón presentó mejor calidad a mayor altitud y concluyeron que a medida que se incrementa la altitud se acentúan el cuerpo, aroma y la fineza de la bebida, mientras que la acidez disminuye. Por su parte, Avelino *et al.* (2), para cafés de Costa Rica de plantaciones entre 1.020 y 1.250 m, en Orosí y expuestas al Este, encontraron mayores valores de acidez (2,73) versus los cafés de altitudes entre 1.550 y 1.780 m y otras exposiciones, que presentaron acidez de 2,36; además, indicaron que los catadores prefirieron los cafés de las altitudes mayores.

Romero *et al.* (50), reportaron que el café de la República Dominicana cultivado por encima de 1.000 m presentó buena calidad, y además, observaron que los contenidos de cafeína, sacarosa y los ácidos clorogénicos aumentaron mientras que los contenidos de trigonelina se redujeron con el incremento de la altitud. Lara (27) para el café variedad Caturra de Nicaragua, en altitudes mayores a 1.290 m y con niveles de sombra del 20%, registró las mayores concentraciones de materia grasa y ácidos clorogénicos y la mejor calidad.

Evangelista *et al.* (14), clasificaron diez zonas productoras de café de El Salvador en relación con la calidad de café según criterios de altitud y sombra, relacionados entre sí. Bertrand *et al.* (5), encontraron mayores contenidos de ácidos clorogénicos y lípidos en altitudes mayores para variedades tradicionales de El Salvador, Costa Rica y

Honduras, cultivadas entre 700 y 1.600 m, pero no encontraron explicación para la variación de estos compuestos con la altitud en cruzamientos híbridos de café Timor o tradicional con orígenes sudaneses y etíopes. Footer (21), en relación con los factores que afectan la calidad del café, afirma que la altitud no la afecta, que la fertilidad del suelo sí puede afectarla, pero que los principales factores pueden ser el método de beneficio y la recolección.

En trabajos realizados en zonas de África, Brasil y Ecuador tampoco se ha encontrado correspondencia entre la altitud y la calidad de la bebida de café. Esteves y Oliveira (13), no encontraron diferencias en la calidad del café de 176 muestras recolectadas en 1958 en regiones productoras en Angola. Chalfoun y Carvalho (9), no encontraron influencia de la altitud con la calidad de la bebida de café, entre 700 y 1.000 m en Minas Gerais (Brasil). Duicela *et al.* (12), indicaron que las características organolépticas del café son similares en todas las regiones del Ecuador, y que el tamaño del grano se relacionó con el sabor, acidez y cuerpo.

Silva *et al.* (52), para café descascado de Minas Gerais (Brasil), cultivado en rangos de altitud de 700 a 920 m y entre 920 y 1.120 m, concluyeron que la presencia de granos defectuosos ejerce una mayor influencia sobre la calidad, que el factor altitud. Cerqueria y Queiroz (8), no encontraron correlación entre la productividad y la calidad del café con relación a las variables altitud, radiación solar, características físicas y propiedades químicas del suelo en estudios realizados en diez propiedades de tamaño menor a 20 ha en Vicosá (Brasil), en los años 2004 y 2005.

En Colombia tampoco se encuentran resultados que demuestren que la altitud o los suelos son factores determinantes

o correspondientes con la calidad de la bebida de café. Así, Rodríguez (49) evaluó la granulometría y la calidad sensorial del café producido en el departamento de Caldas y no encontró diferencia significativa entre las características del café de los ecotopos evaluados, además afirmó que había una “tendencia de obtener un café más ácido y con menos cuerpo mientras mayor era la altura del cultivo”, aunque encontró muestras cultivadas a baja altitud con marcada acidez y atribuyó esto al suelo, la variedad y las prácticas culturales, en especial para la unidad de suelos Fresno, que se caracterizaba por la buena retención de agua y fertilidad.

Por otro lado, Buenaventura y Castaño (6), afirman que la mejor calidad del café producido en el ecotopo 206B del municipio de Fresno (Tolima, Colombia) se encontró entre 1.450 y 1.650 m de altitud y que por tanto había “cierta dependencia de la calidad con la altitud”, para los 30 lotes evaluados, con altitudes entre 1.050 y 1.950 m.

Así mismo, Duarte (11) evaluó la calidad del café producido en 63 sistemas de producción en siete veredas de Villamaría y Manizales (Caldas) y los factores que influenciaban el sabor cítrico del café Alto del Naranjo, el cual se había vendido como especial en el año 2002, pero que en el 2004 no ofreció esta característica en la taza, concluyendo que ninguna de las variables de tipo climático, edáfico, socioeconómico, sistema de producción, manejo de cafetales, beneficio y características físicas del café tuvieron relación con la acidez cítrica del perfil de taza Alto del Naranjo encontrado en años anteriores.

Recientemente, Orozco *et al.* (30), investigaron la influencia de la altitud en la calidad de la bebida de las variedades Caturra y Colombia, de 30 fincas certificadas con el sello de café especial Comercio Justo FLO

(Fairtrade Labelling Organization) localizadas en el municipio de Pereira (Risaralda), en un rango de altitud entre 1.250 y 1.800 m, en unidad de suelo Chinchiná y concluyeron que ni la altitud, ni la variedad, ni la unidad de suelo de las fincas estudiadas estaban asociadas con las características de calidad de la bebida del café. En el 70% de estas fincas se produjo café con buenas características sensoriales de la bebida, las cuales tenían plantas de ambas variedades y estaban ubicadas en diferentes altitudes y suelos.

Con la presente investigación se buscó generar conocimiento científico para la diferenciación y el desarrollo de programas de cafés especiales por calidad del producto en las regiones de Colombia. Se determinaron las proporciones de café de buena calidad, las características sensoriales del producto y los defectos predominantes en la bebida de café de obtenido y procesado en las fincas. También se identificaron los efectos en la calidad del café de factores de origen (departamento, unidad de suelos, altitud, variedad) y la influencia del tipo de beneficio fermentación *vs* desmucilaginado mecánico (Becolsub), secado al sol *vs* mecánico, y de la aplicación de buenas prácticas *vs* los procesos de beneficio realizados en las fincas de diferentes regiones. Mediante la trazabilidad del café de cada sistema de producción y la evaluación sensorial de las características organolépticas del café producido se diagnosticaron las fallas asociadas a los procesos de beneficio y almacenamiento del café de estas fincas y regiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de las fincas. Las fincas y lotes de café se escogieron entre Cenicafé y el Servicio de Extensión en el año 2005, teniendo en cuenta los registros del Sistema de Información Cafetera SICA, la información

climática de los municipios, altitudes y unidades de suelos, en los respectivos departamentos; además, las fincas del muestreo cumplieron con los siguientes requisitos para participar en la investigación:

1. Fincas en municipios y departamentos de producción de café en Colombia donde el Servicio de Extensión identificara la aplicación de buenas prácticas agronómicas.
2. Fincas representativas del departamento que se hubieran destacado por su calidad, según criterios y registros del Servicio de Extensión de la zona.
3. Cultivos del segundo y tercer año de producción.
4. Cultivos que no se renovarían por siembra o zoqueo, en los 2 años siguientes al inicio del muestreo.
5. Lotes de café dentro de los rangos de altitud en estudio (menor a 1.300 m, entre 1.300 y 1.600 m y por encima de 1.600 m), con información conocida sobre la unidad de suelo y el tipo de variedad cultivada.
6. Disponibilidad de la finca para: marcación del lote, visita del Extensionista para la toma de las muestras de café, durante al menos 2 años de cosechas.

Registros de trazabilidad. En Cenicafé se preparó un formato para el registro de la trazabilidad del café de las fincas, con base en el Avance Técnico No. 355 (44), que se compartió con cada uno de los Extensionistas y en el cual se registraron la localización geográfica de la finca y el lote, el departamento, el municipio, la vereda, el nombre de la finca, la altitud del lote, la temperatura ambiente, la unidad de suelo, la variedad, la edad del lote, el porcentaje de infestación por broca en la finca y en el lote, las enfermedades del cafetal, el tipo de productos usados para el manejo fitosanitario

del cultivo, las prácticas realizadas en cada etapa del beneficio, el tipo de despulpado, el tipo de remoción de mucílago, el tipo de fermentación, los tiempos de fermentación, la forma de lavado, el tipo de secado, el combustible, el lugar y las condiciones de almacenamiento, el tipo de empaque y la forma de venta del café que se producía en la finca en las fechas de desarrollo de esta investigación.

Procedencia de las muestras. Los cultivos de café se localizaron en 216 lotes, de 162 fincas ubicadas entre 1.050 y 2.050 m de altitud, en 15 unidades de suelos, 112 veredas, 35 municipios, siete departamentos cafeteros (Antioquia, Caldas, Cesar, Huila, Quindío, Tolima y Santander), además de varios lotes de las Estaciones Experimentales de Cenicafé en Pueblo Bello, Santander, Paraguaicito y Naranjal (Tablas 1 y 2).

Estudio en el campo. Se coordinó el cronograma para la toma de muestras en cada departamento según la época de cosecha. Así, para el segundo semestre del año 2005 se inició la investigación con las cosechas de los departamentos de Antioquia, Quindío, Caldas, Cesar (Sierra Nevada de Santa Marta y Sierra del Perijá) y Santander. El primer semestre del 2006 se realizó el primer muestreo en Tolima y Huila, y el segundo semestre el muestreo se realizó en los departamentos de Antioquia, Quindío, Caldas, Cesar y Santander. En el 2007 se completaron los muestreos del Tolima y Huila. Al final de la investigación, en cada departamento, al coordinador se le enviaron los resultados de los análisis sensoriales de cada muestra, finca y cosecha, junto con las recomendaciones en los procesos para mejorar la calidad del producto de cada finca.

Prácticas de beneficio. Para el estudio del efecto de los factores de proceso de

beneficio en la calidad del café de las fincas, se tomaron dos tipos de muestras según dos prácticas de beneficio: café proceso finca, que correspondió a la muestra de café pergamino que se había producido en días recientes al muestreo, según el método registrado en la trazabilidad, el cual se tomó del sitio de almacenamiento en la finca; y la muestra de café BPM que se produjo con el café cosechado del mismo lote de la finca, mediante fermentación y secado al sol, por intervención del Extensionista, siguiendo los protocolos de buenas prácticas preparados por Cenicafé para esta investigación (31, 36, 46), y usando los equipos y agua del beneficiadero de la finca.

Beneficio de las muestras de café -BPM en las fincas. Se tomaron 40 kg del café maduro cosechado manualmente, se hizo una separación hidráulica en canecas plásticas usando el agua suministrada al beneficiadero de la finca, allí se descartaron las impurezas, cáscaras y frutos secos; seguidamente, el café se despulpó en una despulpadora de motor y sin agua, el grano en baba se pasó por zaranda y se dejó en fermentación sin agua, durante 16 h, después de las cuales el café se lavó en cuatro enjuagues, siguiendo el método de lavado de Zambrano (53); finalmente, los granos se secaron al sol, en capas de 15 kg por metro cuadrado, en superficies de cemento o mallas, según disponibilidad en las fincas. Las muestras secas se empacaron en bolsas plásticas transparentes, se etiquetaron con el nombre de la finca, lote, variedad, fecha, departamento y municipio y se despacharon a Cenicafé, junto con las muestras de proceso finca, debidamente etiquetadas.

Testigo. En el beneficiadero de Cenicafé se realizó el beneficio de café de procedencia Naranjal con las variedades Colombia y Tabi, mediante el mismo protocolo BPM

Tabla 1. Localización de las fincas participantes en el muestreo para el diagnóstico de la calidad de la bebida de café, proyecto QIN3010.

Departamento	Municipio	Vereda	Departamento	Municipio	Vereda	
Antioquia	Andes	Alto del Rayo	Huila	Acevedo	El Mesón	
		Bajo Cañaveral			La Marimba	
		Cascajero			La Palma	
		El Chispero		San Isidro		
		La Pava		Aipe	La Esmeralda	
		Momblán		Campo Alegre	La Primavera	
		Palestina		Hobo	San Miguel	
		San Gregorio			El Batán	
		Sorrento		Estoracal		
	Yarumal	Iquirá		El Recreo		
	Cajones			Ibirco		
	El Tirado			Juancho		
	La Italia	San Francisco				
	Concordia	Las Ánimas		Pueblo Rico	Neiva	El Triunfo
				Santa Rita	Palermo	Pradera
				Yarumal		El Mirador
	Fredonia	La Loma		Zona Urbana	Pitalito	Guadualito
				La Toscana		Alto Naranjo
Giraldo	La Sierrita	Murrapal	Rivera	Betania		
		Castalia		Los Laureles		
Pueblo Rico	Patudal	El Guayabo	Santa María	Buena Vista		
		Las Mercedes		Honda Alta		
		Los Naranjos		Loma Larga		
La Paz	Morro Plancho	Filo Machete	Teruel	El Encanto		
		La Laguna		San Joaquín		
		Cabecera Municipal		Santa Helena		
Cesar	Pueblo Bello	Costa Rica	Ibagué	Arrayanes		
		La Carolina		La Floresta		
		Montes grandes		La María		
Quindío	Armenia	El Caimo	Tolima	Río Iquirá		
		El Rhin		Libano	El Cural	
		La Patria			Perico	
		La Revancha		Aguador Naranjo		
		Marmato		Campo Alegre		
				El Delirio		
				La Trinidad		
				Meseta Baja		
				Meseta Baja (Alta)		

Continúa...

...Continuación

Departamento	Municipio	Vereda	Departamento	Municipio	Vereda
Quindío	Armenia	Mesopotamia	Tolima	Libano	Pantanillo
	Buena Vista	Río Verde Bajo		Buenos Aires	
	Calarcá	Barcelona		Calabazos	
		La Española		La Luisa	
		La Paloma		La Palmita	
	Circasia	La Julia	Los Andes		
		La Pola	Pijao		
	Filandia	Villarazo	Chinchiná	Paz Baja	
		El Paraíso		Altamira	
		El Placer		Naranjal	
Montenegro	El Vigilante	Caldas	El Rosario		
	Calle Larga		Hoyo Frío		
	Pueblo Tapao		Manizales		
Quimbaya	El Jazmín	Palestina	La Java		
		Risaralda	Cartagena		
			La Esperanza		
Santander	Florida Blanca	Vericute	Santana		
			Sarciri		
			Surrumbí		

Tabla 2. Rangos de altitud, unidades de suelo y materiales parentales de los sitios de muestreo, en cada departamento participante en el proyecto QIN3010.

Rango de altitud	Unidad de suelo	Material parental	Departamento
Menor a 1.300 m	Chinchiná	Ceniza volcánica	Antioquia
	Parnaso-200	Ígneo extrusivo	
	Salgar	Metamórfico	
	Suroeste	Sedimentario	
	Chinchiná	Ceniza volcánica	Caldas
	La Montaña	Ígneo - volcánica	Cesar
	Malabar	Ceniza volcánica	Quindío
	Montenegro	Ceniza volcánica	
	Quindío	Ceniza volcánica	
	Libano	Ceniza volcánica	Tolima
San Simón	Ígneo intrusivo		

Continua...

...Continuación

Rango de altitud	Unidad de suelo	Material parental	Departamento
Entre 1.300 y 1.600 m	Chinchiná	Ceniza volcánica	Antioquia
	Parnaso-200	Ígneo extrusivo	
	Suroeste	Sedimentario	
	Chinchiná	Ceniza volcánica	Caldas
	La Montaña	Ígneo - volcánica	Cesar
	Perijá	Sedimentario	
	Campo Alegre	Ígneo intrusivo	Huila
	La Espiga	Ígneo intrusivo	
	San Simón	Ígneo intrusivo	
	Siberia	Ígneo extrusivo	
	Montenegro	Ceniza volcánica	Quindío
	Quindío	Ceniza volcánica	
	Paujil	Metamórfico	Santander
	Libano	Ceniza volcánica	Tolima
San Simón	Ígneo intrusivo		
Mayor a 1.600 m	Parnaso-200	Ígneo extrusivo	Antioquia
	Salgar	Metamórfico	
	Suroeste	Sedimentario	
	Chinchiná	Ceniza volcánica	Caldas
	Perijá	Sedimentario	Cesar
	Campo Alegre	Ígneo intrusivo	Huila
	La Espiga	Ígneo intrusivo	
	San Simón	Ígneo intrusivo	
	Siberia	Ígneo extrusivo	
San Simón	Ígneo intrusivo	Tolima	

para obtener las muestras por fermentación y por Becolsub, y se secaron al sol.

Los registros de trazabilidad del café de las fincas y la información de la etiqueta de las muestras se registraron en bases de datos. A cada muestra de café se le asignó un código único. Cada muestra se homogeneizó en el divisor Boerner y luego se repartió en varias muestras para análisis físicos, sensoriales y de contenidos de elementos químicos del café.

Análisis sensorial. Se evaluaron 580 muestras. Se trillaron 500 g de café pergamino, la almendra se clasificó por tamaño en

mallas circulares para café (marca *Seedburo company*, USA) y se retiraron todos los defectos físicos. El tostador Probat a gas se calentó a 210°C. Se tostaron granos de café de tamaño superior a malla 15/64 de pulgada, en grado medio, entre 14% a 17% de pérdida de peso, según la humedad de las muestras, color 45 a 55 Agron. Los granos se molieron en molino de café Probat, granulometría media que correspondió a un rango de 500 a 700 micrómetros (mallas 32 a 24, serie Tyler, USA equivalente a 35 a 25 A.S.T.M.E. Standard, USA).

Se midió la intensidad del aroma del café tostado y molido, el aroma de la bebida, la

acidez, el amargo, el cuerpo, el dulzor y la impresión global, mediante la evaluación sensorial por catadores de Cenicafé, expertos en la perfilación descriptiva y cuantitativa del café y certificados Q-grade por la SCAA.

Se usó la escala descriptiva, cuantitativa, de 9 puntos de Cenicafé (33, 37), donde con 1, 2 y 3 se califican los defectos, rechazos; 4, 5 y 6 corresponde a la calidad media y 7, 8 y 9 califica al café de buena calidad que se clasificó en este estudio como calidad buena superior y calidad especial (Tabla 3). De cada muestra se prepararon 12 tazas, en concentración 11 g de café molido en 150 mL de agua filtrada a punto de hervir. Las muestras de café se presentaron en bandejas distribuidas al azar y en tazas codificadas. Se efectuaron 6.960 análisis sensoriales.

Análisis estadísticos. Esta investigación es de tipo descriptivo cuantitativo. Con las muestras testigo se realizó la prueba chi-cuadrado para establecer la dependencia o no entre los factores y la calidad del café. Se efectuó estadística descriptiva para las variables de caracterización de las fincas y del proceso de beneficio y para las cualidades sensoriales de la bebida, intensidad del aroma- Iaroma, aroma de la bebida-Aroma, acidez, amargo, cuerpo, dulzor

e impresión global-Igglobal. La información se organizó para el análisis estadístico según los factores de origen y de proceso del café, así:

Factores de origen:

- Departamentos de origen: Antioquia, Caldas, Quindío, Santander, Cesar, Tolima, Huila
- Varietades: Caturra, Colombia, Típica, Tabi, Maragogipe, Catimor
- Rangos de altitud: menor a 1.300 m, entre 1.300 y 1.600 m y mayor a 1600 m
- Material parental del suelo: ceniza volcánica, ígneo – volcánica, ígneo - intrusivo, ígneo - extrusivo, sedimentario, metamórfico
- Sombrío: sí y no
- Unidad de suelos: Chinchiná, La Montaña, Montenegro, Parnaso-200, Paujil, Perijá, Quindío, Suroeste, Malabar, Salgar, Campoalegre, La Espiga, Líbano, San Simón, Siberia
- Cosechas: Cos1 y Cos2

Factores de proceso:

- Prácticas de beneficio: proceso finca y BPM
- Tipos de beneficio: fermentación (FN) y Becolsub (BEC)
- Tipos de secado: al sol y mecánico
- Procedencia del agua: nacimiento (manantial) y acueducto

Tabla 3. Escala para la calificación y descripción de la calidad de la bebida de café (34, 38).

Calidad especial y superior			Calidad media			Rechazo		
9	8	7	6	5	4	3	2	1
La mejor	Muy buena	Buena	Tolerable	Media	Baja	Rechazo	Rechazo	Rechazo
Tostado, avellana, frutal, dulce, almendra, cítrico, malta, moras, caramelo, vino, clavos, vainilla, herbal, chocolate			Fique	Verde, astringente, banano, césped	Acidez baja	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

Se efectuaron los histogramas de frecuencia para estimar la proporción de tazas con calidad superior, especial, buena y los defectos, rechazos según los factores de origen y proceso de las muestras. Además, se realizaron análisis de varianza ANOVA (Duncan 5%) para comparar las medias estimadas de cada variable según los factores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las fincas. Los cultivos correspondieron a variedades Caturra, Colombia, Maragogipe, Tabi, Típica y algunos Catimor, en Antioquia. La edad promedio de los lotes fue de 3,5 años. El tamaño de las fincas varió entre 1,3 a 75,0 ha, con un 25% de fincas pequeñas con área por debajo de 3,1 ha, 35,5% de fincas medianas y un 35% de las fincas con áreas entre 10,1 y 50,0 ha (Figura 1), lo que indica que la muestra de estudio estuvo conformada por un 57% de fincas medianas y grandes y un 43% por sistemas de producción pequeños. El tamaño de los lotes de café varió de 0,08 a 12,0 ha. En el 32% de las fincas se observó sombrío en los cafetales.

En el 98,6% de los lotes se fertilizó con abonos químicos; en el 46% de los lotes

se usaron insecticidas para el control de la broca. Solo en un departamento (Cesar) no se aplicaron insecticidas. La infestación por broca no se evaluó en el 13,8% de los lotes de procedencia de las muestras. En el 3,8% de los lotes no se presentó infestación por broca. El promedio de la infestación por broca en los lotes fue del 1,5% y en las fincas del 2,5%. El 24,5% de los lotes de café estaban ubicados por debajo de los 1.300 m de altitud, 44,4% entre 1.300 y 1600 m y 31,1% por encima de 1.600 m.

Caracterización del proceso de beneficio.

El 70% de las fincas que procesaban el café por fermentación lo hacían con agua. Se hacían mezclas de café de varios días de despulpado en el 46,3% de las fincas, con la mayor frecuencia entre 1 y 2 días (Figura 2). El 92% de los secadores mecánicos de las fincas eran silos en concreto o caja metálica con mallas, el 8% eran guardiolas. El combustible más usado para el secado del café en las fincas era el carbón mineral, seguido del aceite combustible para motores, ACPM (Figura 3). El 20% de los secadores al sol eran heldas, paseras y carros secadores con superficie de madera, otros tenían marquesinas y patios en cemento.

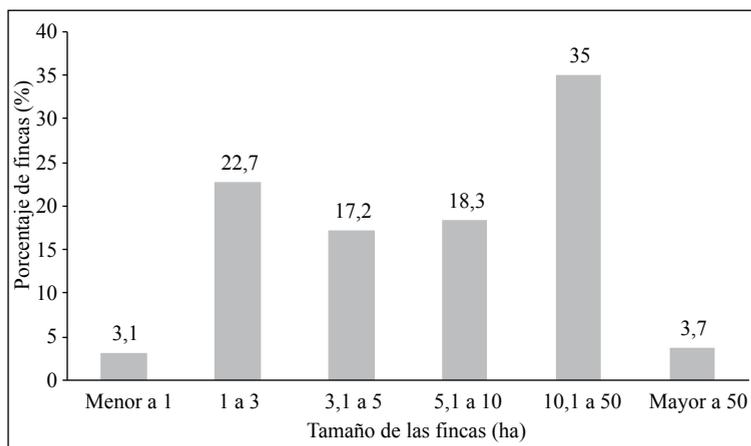


Figura 1. Proporción del tamaño de las fincas donde se realizó el diagnóstico regional de la calidad del café.

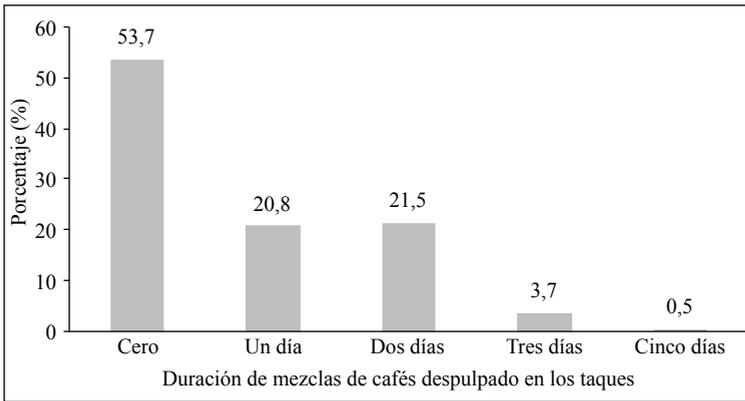


Figura 2. Frecuencia de días en los cuales se hacen mezclas de café despulrado en las fincas.

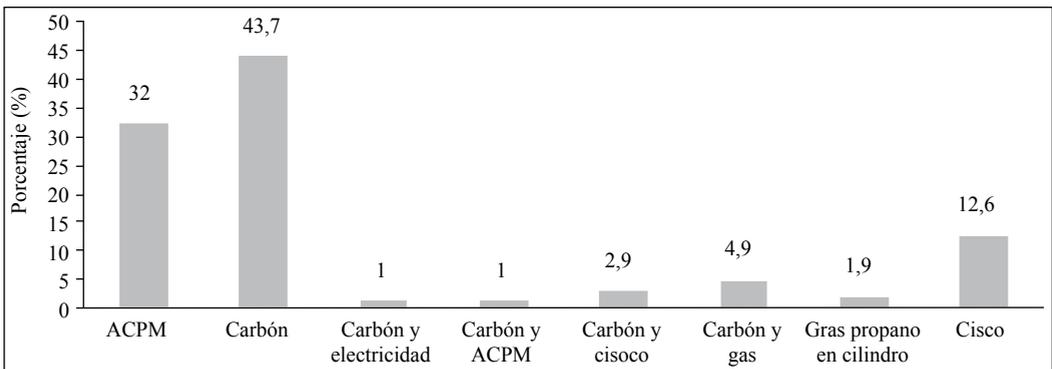


Figura 3. Proporción del tipo de combustible empleado con secadores mecánicos de café en las fincas.

Con la caracterización de las prácticas y materiales de beneficio y secado del café que se efectuaban en estas fincas se evidenciaron fallas de control de procesos, riesgos de contaminación del producto en el secado y deterioro de la calidad en la fermentación y desmucilaginado mecánico, así como deficiencias tecnológicas de equipos apropiados para el procesamiento del café.

Relaciones y dependencia entre factores de estudio. Para la proporción de tazas con defectos calificadas en el rango de rechazo, se encontró dependencia entre la práctica de beneficio usada (proceso finca vs BPM) con el tipo de beneficio (FN vs BEC), según la prueba estadística chi-cuadrado al nivel del 5%. Por el contrario, no hubo dependencia

entre la práctica de beneficio ni con la variedad de café, el departamento, el rango de altitud, la unidad de suelo ni con el material parental.

Se encontró dependencia entre la variedad con el departamento de origen para la acidez, el amargo, el cuerpo, el dulzor, el aroma del café tostado y la impresión global, así como entre la variedad y la unidad del suelo. Se encontraron dependencias entre el departamento y el rango de altitud, entre el departamento y la unidad del suelo y el material parental, también entre el rango de altitud y la unidad de suelo. Estas dependencias se explican porque la mayoría de las unidades de suelo de los muestreos se localizan en regiones específicas en los departamentos.

Calidad del café testigo. Todas las muestras procesadas como testigo con protocolo BPM en condiciones controladas en Cenicafé obtuvieron calificación por encima de 3 en todas las características sensoriales de la calidad del café, ninguna presentó defectos. Se observó que el 96% de las tazas se calificaron y describieron en el rango superior especial, el 4% presentaron sabores astringentes y verdes (Tabla 4). Se observó mayor proporción de tazas de calidad superior y mejor aroma y amargo en las muestras testigo que se procesaron por fermentación que en las obtenidas por Becolsub (Figura 4, Tabla 5).

Calidad del café de las fincas según los factores de origen y proceso. Las muestras de las fincas se diferenciaron de los testigos en las características sensoriales de la bebida

(acidez, amargo, cuerpo, impresión global). El aroma estuvo dentro de los límites de confianza para los testigos BPM (Tablas 5 y 6). El promedio de los aromas de las muestras de las fincas fue de 6, y las calidades del sabor obtuvieron una calificación promedio de 5 (Tabla 6). El 46% de las tazas de café de las fincas obtuvieron calidad sensorial superior, el 28% presentaron defectos en taza y el 26% calidad media por falta de intensidad en las características sensoriales y por sabores astringentes (Figura 5).

Café de calidad superior en las fincas. La proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas, según los diferentes factores de origen y proceso se presenta en las Figuras 6 a la 23.

Tabla 4. Análisis estadístico de la calidad de muestras de café testigo procesadas por BPM.

Característica sensorial del café	Proporción de tazas con calificación >3 (%)	Proporción de tazas con calificación > 6 (%)	Porcentaje de tazas con calificación 5 (astringente) (%)
Iaroma	100	96	4
Aroma	100	96	4
Acidez	100	96	4
Amargo	100	96	4
Cuerpo	100	96	4
Dulzor	100	96	4
Iglobal	100	96	4

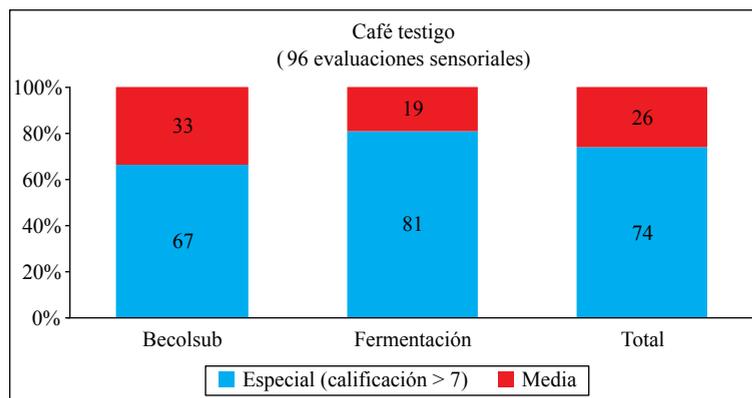


Figura 4. Proporción de tazas de calidad especial y media, para el café testigo.

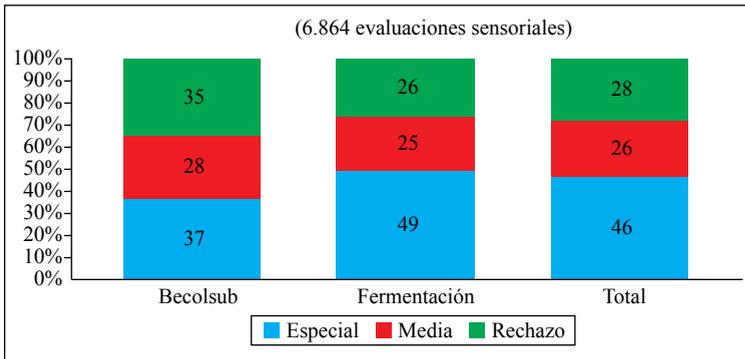


Figura 5. Proporción de tazas de calidad especial, media y rechazo, para el café de las fincas.

Por departamentos. El mayor porcentaje de tazas de calidad especial se registró en Santander con un 74%, seguido de Cesar con 55% y Tolima y Quindío con 50%. Las muestras de Antioquia obtuvieron el menor porcentaje de calidad superior con un 56% y el mayor porcentaje de rechazos con un 44% (Figura 6). En términos estadísticos, en la variable aroma las muestras de Santander y Cesar no se diferenciaron entre sí, mientras que en el amargo y el dulzor las muestras de Santander se diferenciaron de las demás. En la variable cuerpo, las bebidas del café de Santander y Caldas fueron similares, en contraste con las muestras de Cesar, Quindío y Antioquia, que entre sí fueron similares. La buena calidad del café de las muestras de Santander es el resultado de la variedad y del cuidadoso proceso de beneficio efectuado, además hubo bajo riesgo de contaminación química del producto debido a que no aplicaron insecticidas en esos lotes.

Por rango de altitud. No hubo diferencias en el porcentaje de tazas de café de calidad superior, según el rango de altitud del cultivo, ni en la calificación de la impresión global entre los rangos de altitudes. Calificaciones buenas por encima de 6 se alcanzaron en el 45% de las tazas de las muestras provenientes de altitudes por encima de 1.600 m; 45% para las muestras de altitudes entre 1.300 y 1600 m y 52% de las que se cultivaron por debajo

de 1.300 m (Figura 7). En cada departamento y condición de altitud se encontró café de calidad superior con calificaciones de 7, 8 y 9, como café calificado en el rango, 3, 2 y 1 por la presencia de defectos (Figura 8).

En Antioquia, Caldas, Huila y Tolima se encontró mayor proporción de café de calidad superior en el café de los lotes ubicados en el rango por encima de 1.600 m. Por el contrario, en Cesar y Quindío la mayor proporción de café de calidad superior se encontró en el café proveniente de lotes ubicados por debajo de 1.300 m (Figura 9). En conclusión, no hubo correlación entre la altitud y la calidad de la bebida de café.

Por su parte, Cerqueria y Queiroz (8), Chalfoun y Carvalho (9), Duicela *et al.* (12), Esteves y Oliveira (13), Footer (21), Orozco *et al.* (30) y Silva *et al.* (52) tampoco encontraron relaciones o correspondencias positivas o negativas entre la altitud y la calidad de la bebida de café. Silva *et al.* (52), en Brasil concluyeron que la presencia de granos defectuosos ejerce mayor influencia sobre la calidad, que el factor altitud.

Estos resultados demuestran que en todas las regiones cafeteras y rangos de altitud de las zonas cafeteras de Colombia puede producirse café de buena calidad. Las fallas frecuentes en equipos y las malas

Tabla 5. Estadística descriptiva de las muestras de café testigo.

Variable sensorial / Estadística	No observaciones	Mínimo	Máximo	Primer Cuartil	Mediana	Tercer Cuartil	Media	Límite inferior de la media (95%)	Límite superior de la media (95%)
Iaroma	Total	96	2	8	6	7	7	7	7
	Becolsub	48	2	8	6	7	7	6	7
	Fermentación	48	6	8	6	7	7	7	7
Aroma	Total	96	2	8	6	7	7	6	7
	Becolsub	48	2	8	6	7	6	6	7
	Fermentación	48	5	7	7	7	7	7	7
Acidez	Total	96	5	8	6	7	7	7	7
	Becolsub	48	5	8	6	7	7	6	7
	Fermentación	48	5	8	7	7	7	7	7
Amargo	Total	96	3	8	6	7	6	6	7
	Becolsub	48	3	8	6	7	6	6	7
	Fermentación	48	3	8	7	7	7	6	7
Cuerpo	Total	96	5	8	7	7	7	7	7
	Becolsub	48	5	8	7	7	7	7	7
	Fermentación	48	5	8	7	7	7	7	7
Dulzor	Total	96	5	8	7	7	7	7	7
	Becolsub	48	5	8	7	7	7	7	7
	Fermentación	48	5	8	7	7	8	7	7
Iglobal	Total	96	5	8	6	7	7	7	7
	Becolsub	48	5	8	6	7	7	6	7
	Fermentación	48	5	8	7	7	7	7	7

Tabla 6. Estadística descriptiva de las muestras de café de las fincas.

Variable sensorial / Estadística	No observaciones	Mínimo	Máximo	Primer Cuartil	Mediana	Tercer Cuartil	Media	Límite inferior de la media (95%)	Límite superior de la media (95%)
Iaroma	6.864	1	9	6	7	7	6	6	6
Aroma	6.864	1	9	5	6	7	6	6	6
Acidez	6.864	1	9	3	6	7	5	5	5
Amargo	6.864	1	9	3	6	7	5	5	5
Cuerpo	6.864	1	9	3	6	7	5	5	6
Dulzor	6.864	1	9	3	6	7	5	5	5
Iglobal	6.864	1	9	3	6	7	5	5	5

prácticas que se realizan en los procesos de poscosecha del café, en todas las zonas, en particular en el beneficio, desmucilaginado, lavado y secado, y las irregularidades en la sanidad del grano por el daño por broca, no permiten siempre la producción de una calidad consistente.

Por material parental. No se encontró relación entre el material parental ni la unidad de suelo con la calidad de la bebida de café. Las muestras de la mejor calidad en taza se registraron en Santander y Cesar que son zonas con suelos de materiales metamórficos y el complejo ígneo - ceniza volcánica. Los resultados de este estudio permiten afirmar que no se atribuyen al suelo las características de

calidad sensorial del café, sino a la variedad y a los cuidados durante el beneficio y el almacenamiento de las muestras de café.

Por unidad de suelo. Se encontró una mayor proporción de muestras con calidad especial en el café proveniente de las unidades Paujil (74%) en Santander, Montenegro en Quindío (56%), Perijá y la Montaña en Cesar (55%), que se diferenció de la proporción de calidad especial del café que se cultivó en la unidad Malabar (6%) en el Quindío y en la unidad Salgar (24%) y Suroeste (35%) en Antioquia. Para el dulce y el amargo el café de Paujil tuvo menores rechazos (11%) al compararlo con el café proveniente de la unidad Chinchiná (37%) (Figuras 10 y 11).

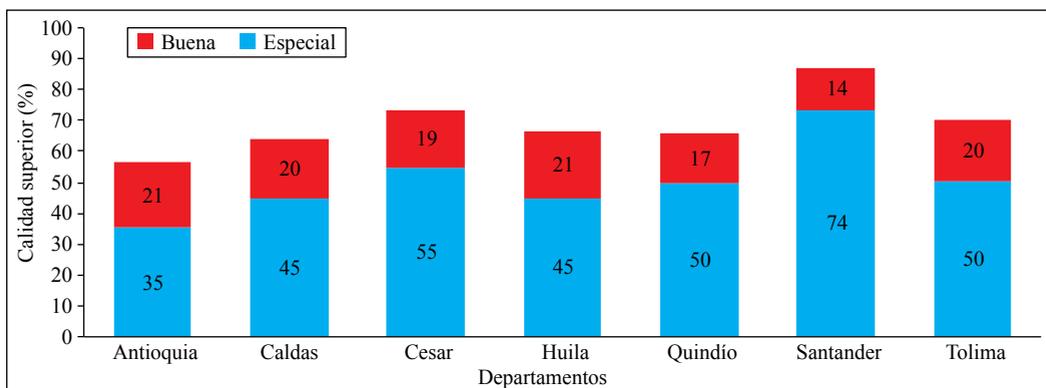


Figura 6. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas en cada departamento.

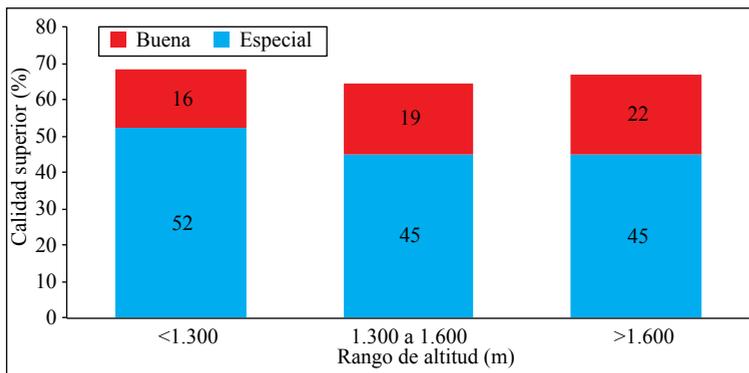


Figura 7. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas en cada rango de altitud.

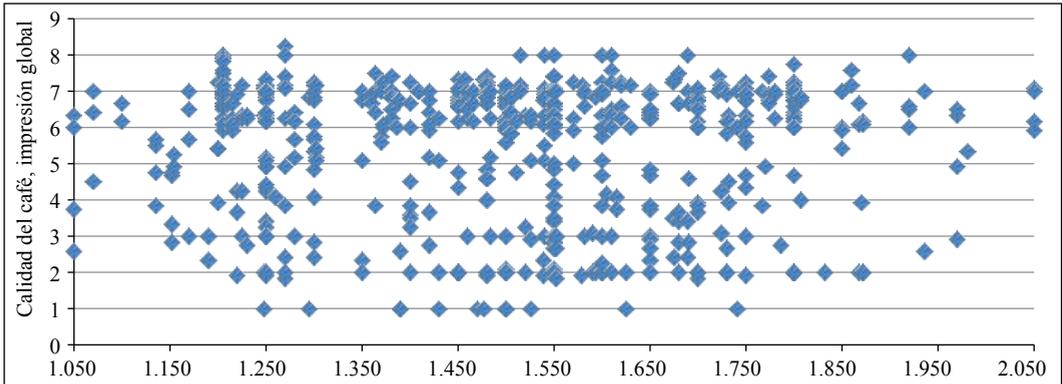


Figura 8. Calificación de la calidad del café de las fincas según la altitud.

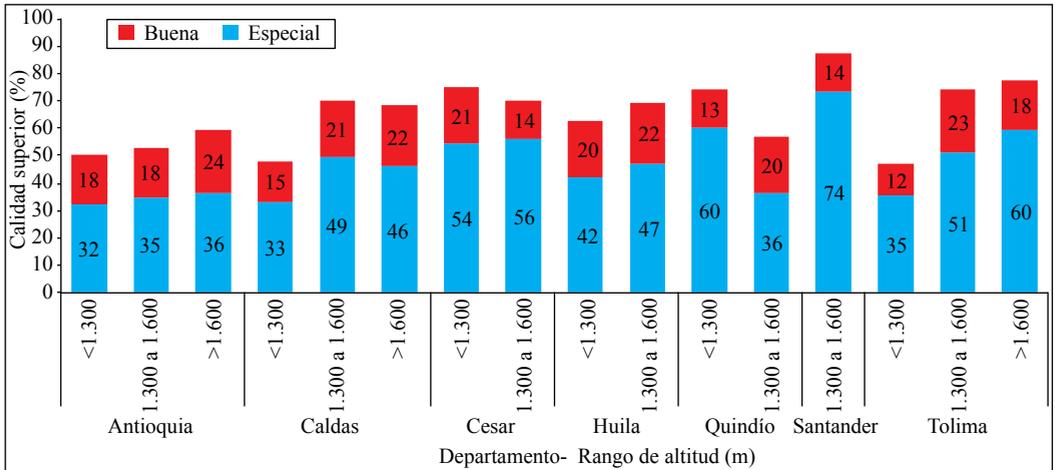


Figura 9. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas en cada departamento, según el rango de altitud.

Las unidades de suelos tienen diferentes contenidos de minerales, características físicas, geológicas y de fertilidad que pueden afectar el manejo del cultivo, el anclaje de la planta y la productividad, pero no se evidenció su influencia en la calidad de la bebida de café. Así mismo, se encontró café de buena calidad en todo tipo de unidades de suelos estudiadas, sin embargo, también rechazos y defectos, los cuales fueron consecuencia de las malas prácticas en el beneficio y secado, como se describe más adelante.

Por variedad. La variedad Tabi presentó el mayor porcentaje de tazas con calificación por encima de 7 (70%), seguido de Típica (61%) y Maragogipe (60%). Tabi también se diferenció de las variedades Caturra, Colombia y Catimor en todas las características organolépticas de la bebida de café en la proporción de tazas de calidad superior. Los mayores rechazos y el menor porcentaje de aceptación se encontraron para la variedad Catimor con un 59% y 41%, respectivamente. En Cesar, Quindío y Santander la variedad

Colombia se calificó en mayor proporción como superior en comparación con Caturra; en Caldas y Huila las diferencias no fueron significativas en la proporción de café de calidad superior para estas variedades, por el contrario en Antioquia se calificó mejor Caturra que Colombia (Figura 12 y 13).

Las diferencias en la proporción de café de buena calidad por variedades encontradas en

estas fincas están influenciadas por la presencia de defectos en el grano y en la bebida, que varió en cada sistema de producción y finca dependiendo de las prácticas de beneficio aplicadas y de la carencia de controles en este proceso.

Puerta (34, 35) demostró que no existen diferencias significativas en la calidad de la bebida de café de las variedades Colombia,

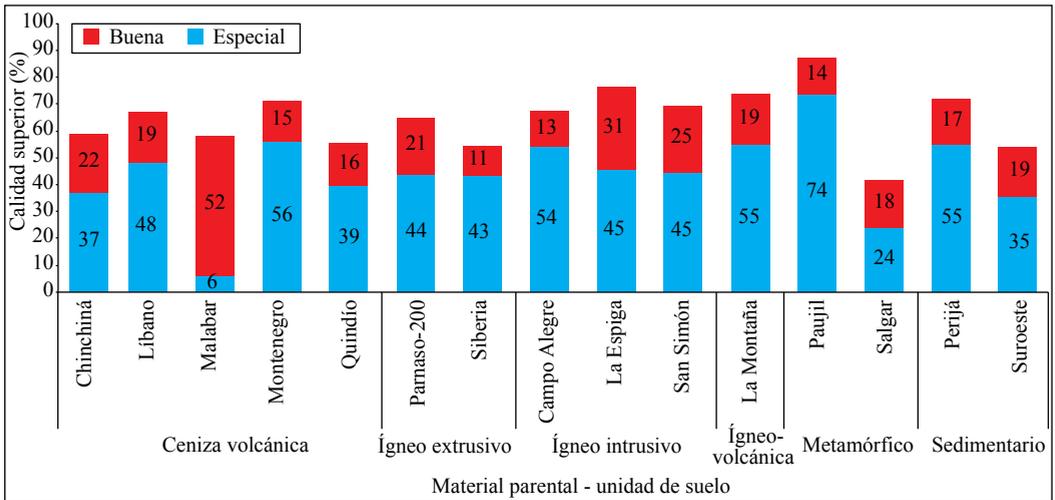


Figura 10. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas en cada material parental, según la unidad de suelo y los departamentos.

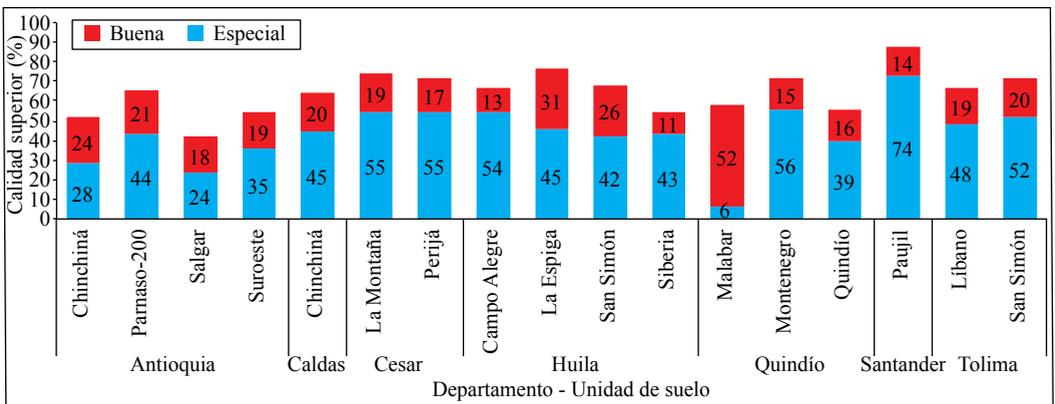


Figura 11. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas en cada departamento, según la unidad de suelo.

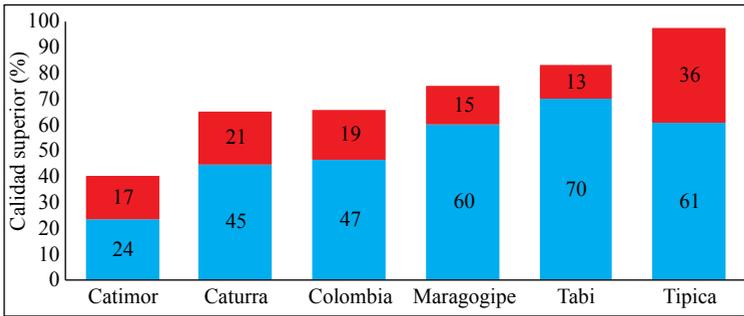


Figura 12. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas, según la variedad.

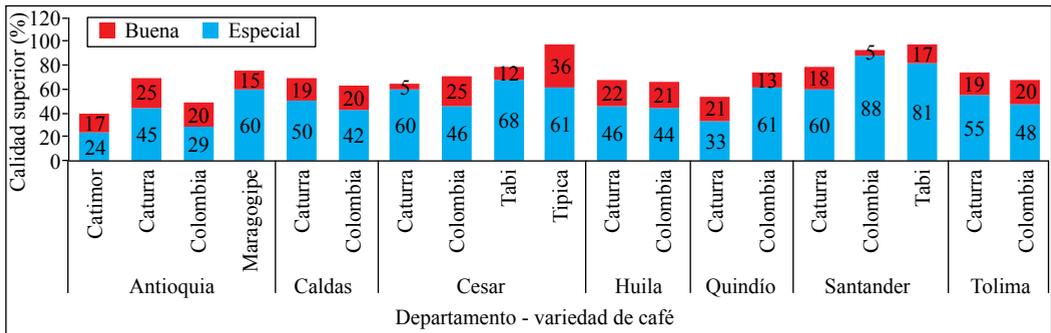


Figura 13. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas en cada departamento, según la variedad.

Caturra, Típica y Borbón, aunque cada una presenta notas de aroma o cuerpo característicos y perceptibles solo por expertos degustadores. Todas estas variedades Arábica presentaron cualidades suaves y buenas en la taza, cuando se beneficiaron en condiciones y procesos controlados desde su recolección hasta su preparación. Puerta (32), reportó que la variedad Tabi de cultivos de la Sierra Nevada (Cesar) se destacó por su buena taza, balance y aroma pronunciado y sabores dulces a chocolate y tostados. Así mismo, Orozco *et al.* (30), no encontraron diferencias entre cultivos de Caturra y Colombia a altitudes entre 1.200 y 1.800 m en el municipio de Pereira (Risaralda).

Por tipo de beneficio. Las muestras procesadas por Becolsub alcanzaron 57% de calidad superior. En tanto que el 68% de las muestras

procesadas por la fermentación natural presentaron tasas de calidad superior (Figura 14). El café de Caldas, Cesar, Huila y Quindío que se procesó por fermentación presentó mayor proporción de café de calidad superior que el café procesado por Becolsub en estos departamentos, por el contrario, el 66% del café de Antioquia procesado por Becolsub se calificó como superior en comparación con 53% obtenido por fermentación en este mismo departamento (Figura 15). Esto demuestra que hay fallas en la operación, capacitación, tecnología y condiciones en que se realizan los procesos de desmucilaginado en las fincas, sobre todo en aquellas que usan Becolsub.

En centrales de beneficio de Venezuela, Barboza (4) determinó que el 52% de las muestras de café presentaron sabores agrios y fermentos, debidos a mal manejo del

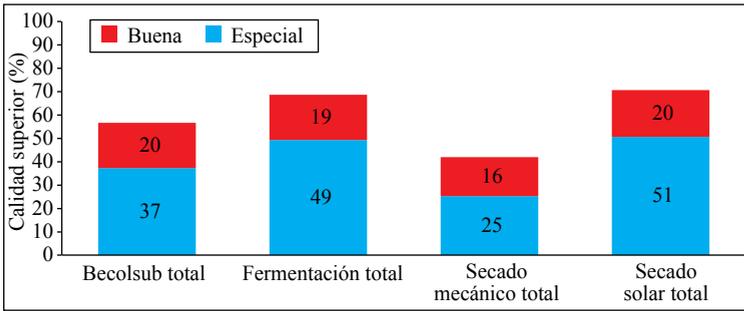


Figura 14. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas, según el tipo de beneficio y el tipo de secado.

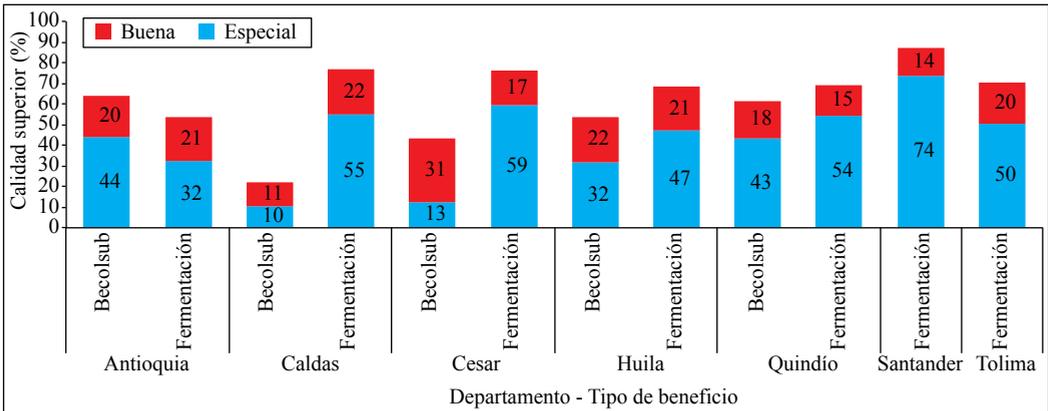


Figura 15. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas, según el tipo de beneficio en cada departamento.

beneficio, en particular por el uso del equipo “aquapulpa” para la remoción del mucilago. Así mismo, González *et al.* (25), en México encontraron mejor calidad y compuestos volátiles diferentes en el aroma del café beneficiado por fermentación natural que en el obtenido por el método ecológico del desmucilaginado mecánico. Por el contrario, Fajardo y Sanz (15), afirman que no hay diferencias en la calidad del café obtenido por desmucilaginado mecánico Becolsub frente al producido por fermentación.

Por tipo de secado. Al comparar la calidad de la bebida de café según el tipo de secado se observó que las muestras de todos los departamentos y los rangos de altitudes que se secaron al sol obtuvieron mejor calidad, con

un 71% de calidad superior, mientras que las muestras secadas mecánicamente obtuvieron 41% de tazas de calificación superior y 59% de rechazos que correspondieron a sabores ahumados y extraños, por lo cual la calificación promedio para el secado mecánico fue de 4 en las cualidades sensoriales, comparado con el promedio de 6 para las muestras secadas al sol, que se procesaron por BPM o por el método de la finca (Figuras 14, 15, 16 y 17). El café del Tolima secado mecánicamente obtuvo la menor proporción de café de calidad superior (6%) seguido del café de Caldas secado mecánicamente (27%) (Figura 16).

Todos estos problemas de secado se explican porque en las zonas altas se dificulta

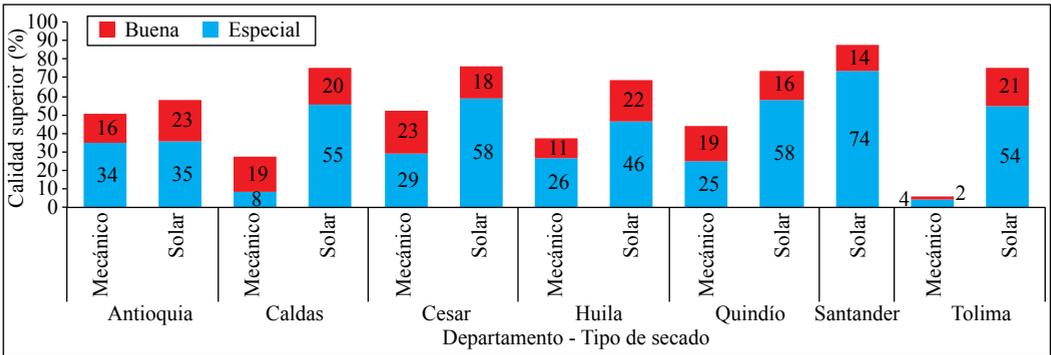


Figura 16. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas, según el tipo de secado en cada departamento.

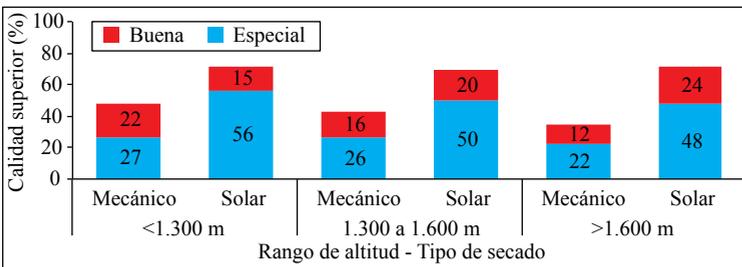


Figura 17. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas, según el tipo de secado en cada rango de altitud.

el secado al sol por la baja radiación solar, la alta humedad relativa y la nubosidad, mientras que en la zona central cafetera, la época de cosecha, el beneficio y el secado coinciden con la época lluviosa, lo cual hace lento el secado al sol y por lo que se generan varios defectos.

Además, se encontraron fallas en la operación y tipos de combustibles que se usan en los secadores mecánicos del café, principalmente por la frecuente utilización de combustiones directas, la sobrecarga de los secadores, la falta de intercambio periódico del flujo del aire caliente, los sistemas estáticos de secado y la carencia de filtros para el control de partículas provenientes de los combustibles más usados para el secado del café.

En comparación, Herrón (24) presentó un diagnóstico de la calidad en taza de 5.000

fincas en Colombia, de tamaños mayores a 10 ha en café, donde también se presentaron defectos por fallas en el secado y granos con desviaciones en el valor de humedad comercial del café. Rodas (48), mencionó entre las posibles causas del deterioro de la calidad del café de Guatemala la poca atención que se había prestado a las instalaciones de beneficio por su insuficiente capacidad, en tres cosechas sólo un 53% del café presentó buena calidad y una de las causas se atribuyó al secado disperejo y al sobrecalentamiento del grano.

Igualmente, Chamorro (10) identificó deficiencias en los beneficiaderos como el exceso de capacidad instalada, que no era utilizada o era obsoleta. Bailly *et al.* (3), propusieron la corrección de las fallas en el beneficio del café para contrarrestar la disminución de la reputación de la calidad del café proveniente de la región de Xalapa-Coatepec en México.

Por práctica de beneficio. Se encontró diferencia estadística (Duncan al 5%) en la calidad del café según la práctica de beneficio usada (proceso finca vs BPM), tanto para la proporción de tazas con defectos (rechazos, calificación <4) como para la proporción de tazas de buena calidad (calificación > 6, tazas sin defectos), para las variables organolépticas del café aroma, acidez, amargo, cuerpo, dulzor e impresión global de la bebida.

finca obtuvieron calificación por encima de 7, y 36% fueron rechazos con calificación por debajo de 4 (Figura 18). En todos los departamentos el café de proceso BPM obtuvo mayor proporción de tazas de calidad superior que el café obtenido de los procesos que se desarrollaban en las fincas, proceso finca (Figura 19), esta diferencia fue significativa en todos los departamentos, excepto en Antioquia.

El 52% de las tazas BPM obtuvieron calificación superior a 7, y se encontraron rechazos en el 20% de las tazas, mientras que el 41% de tazas de café de proceso

Los defectos hallados en las muestras BPM de las fincas se debieron a la falta de control en el beneficio y el lavado, incluyendo la calidad del agua usada para

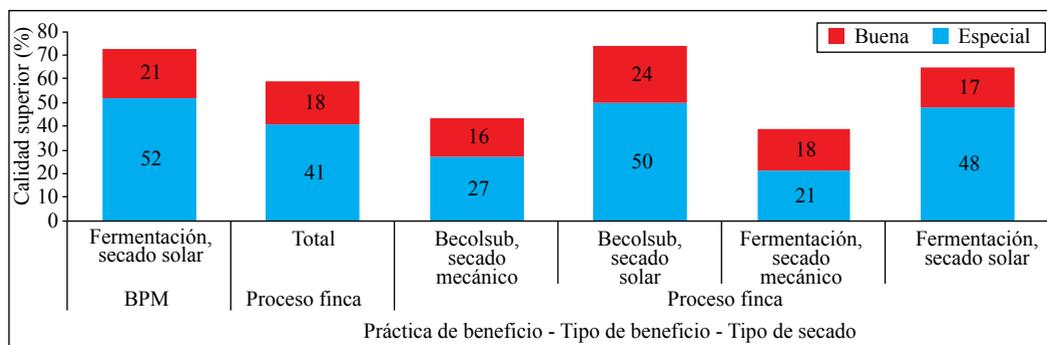


Figura 18. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas, según la práctica de beneficio, proceso finca y BPM, según el tipo de beneficio y secado en las muestras de proceso finca.

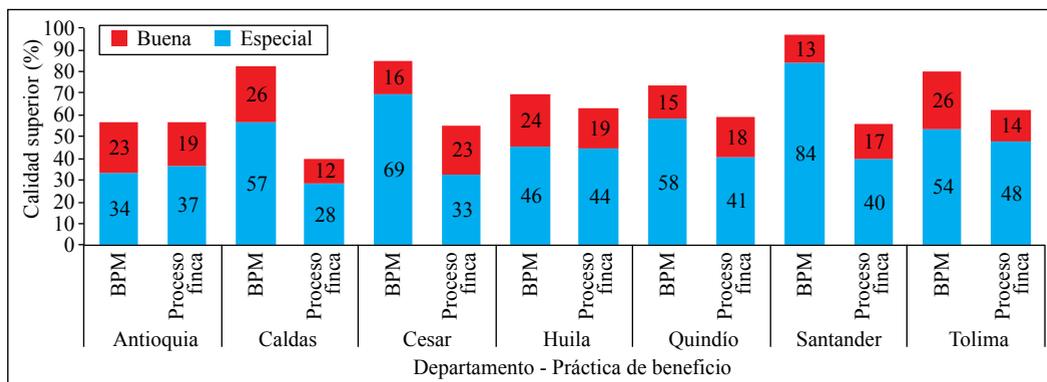


Figura 19. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas, según la práctica de beneficio en cada departamento.

el lavado y la clasificación del grano que no fue controlada en las fincas participantes en esta investigación, y también por algunas fuentes de contaminación que se identificaron en el almacenamiento en el Cesar, mediante la trazabilidad de las muestras.

De esta forma se observó que con la intervención en el beneficio mediante la aplicación de buenas prácticas (muestras BPM), aunque no se controlaron todas las variables, como la calidad del agua y la calidad del lavado, se obtuvieron diferencias significativas en la mayor proporción de café de calidad superior y menores rechazos para todas las cualidades de la bebida de café, con un incremento del 10% al 15% de diferencia a favor de los procesos BPM con respecto a las muestras del proceso finca.

En comparación, en la investigación sobre el mejoramiento de la calidad del café por medio de la prevención de mohos, Puerta (42) en los años 2001 y 2002 realizó un diagnóstico sanitario y evaluó la calidad del café producido en 59 fincas ubicadas en los municipios de Chinchiná, Palestina y Manizales (Caldas), y en Santa Rosa de Cabal (Risaralda), encontrando que el 67% de las muestras tomadas presentaron los defectos fermento y *stinker* en la bebida. En el 82% de las fincas que usaban la fermentación mezclaban cafés despulpos

por 2 hasta 9 días, y el 41% de aquellas que usaban desmucilagador mecánico lo mezclaban con cafés por 2 hasta 5 días, y solo en la mitad de las fincas se lavaba este café antes de secarlo. El defecto químico-fenol se percibió en el 3,6% de las muestras de café pergamino.

López y Correa (29), caracterizaron agroeconómicamente fincas de las veredas La Violeta, El Alto del Zarzo, Hoyo frío, San Mateo, El Rosario y Alto del Naranja del municipio de Manizales y encontraron que para esa época no había adopción de las buenas prácticas agrícolas en el cultivo y el beneficio del café, que atribuyeron a la falta de conocimiento de los caficultores en estos principios.

Por cosecha. En todos los departamentos, excepto Antioquia se mejoró el porcentaje de tazas de calidad superior y se redujo el porcentaje de rechazos entre la primera y la segunda cosechas evaluadas (Figura 20). Las mejoras en la calidad se observaron en las muestras procesadas por BPM, las cuales pasaron del 46% al 59% de tazas de calidad especial (Figura 21).

Por procedencia del agua. En general, no se encontraron diferencias significativas en la proporción de café de calidad superior, según la procedencia del agua (Figura 22).

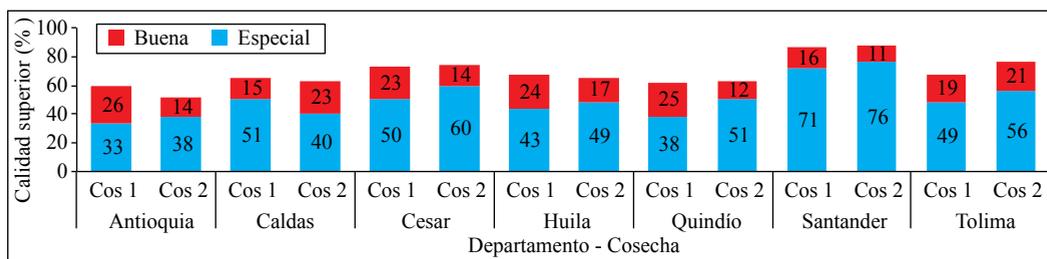


Figura 20. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas, según la cosecha en cada departamento.

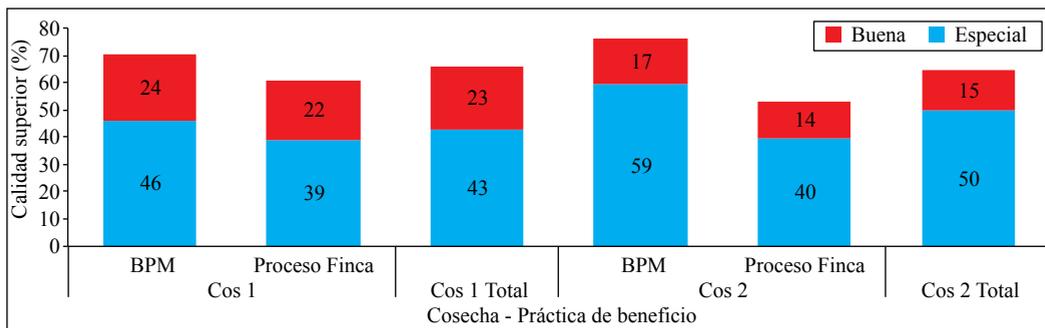


Figura 21. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas, según la cosecha y la práctica de beneficio.

Solamente las muestras del café procesado con las aguas de acueducto de los departamentos de Cesar y Quindío resultaron mejores en calidad que las muestras de estos mismos departamentos que se beneficiaron con el agua de los nacimientos o manantiales de las fincas (Figura 23).

Descriptorios especiales del café de buena calidad. El 93,5% de las tazas de buena calidad de las fincas visitadas presentó cualidades sensoriales suaves y taza balanceada; además, el café se describió como dulce, común en todas las regiones, también presentó notas herbales, tostadas, cítricos, chocolate, caramelo, floral, a especia y frutal (Figura 24).

Defectos en la calidad de la bebida del café según los factores de origen y proceso. El 34% de las tazas preparadas con el café de las fincas presentaron defectos. El defecto fermento se presentó en promedio en el 12,0% de las muestras, y constituyó el 36% de los defectos; los sabores leñosos, sucios y extraños se presentaron en el 11% de las tazas, correspondiendo al 33% de los defectos, los químico-fenol y ahumado se presentaron en el 2,8% de las tazas

y conformaron el 8,3% de los defectos; los sabores astringentes se presentaron en el 5,3% de las muestras, un 17% de los defectos (Tabla 7 y Figura 25).

Igualmente, en los registros de los informes mensuales de Almacafé¹ sobre análisis de la calidad en bodega, del café procedente de las diferentes agencias y cooperativas del país, entre el 2013 y 2014 se encontraron los siguientes valores promedios: 4,4% de defectos en taza conformados por 41,9% de fermento, 33,5% de químico y fenol, 14,8% de reposo y 9,9% de moho.

Defecto fermento en taza. Este defecto se encontró en mayor porcentaje en Huila (17,1%) y Antioquia (15,8%), la menor proporción de fermento se registró en las muestras del Cesar (3,3%). Por rango de altitud, el porcentaje de muestras con el defecto fermento en taza resultó superior en las muestras provenientes de altitudes por encima de 1.600 m (16,5% de tazas), seguido de 13,1% para 1.300 a 1.600 m y 4,4% en las muestras de los lotes localizados por debajo de 1.300 m. Esto se atribuye a fallas en el lavado y secado, tanto en los secadores al sol como mecánico.

¹ALMACAFÉ. Informe mensual de taza Diciembre de 2014. [En línea]. Bogotá : Gerencia técnica, 2014.

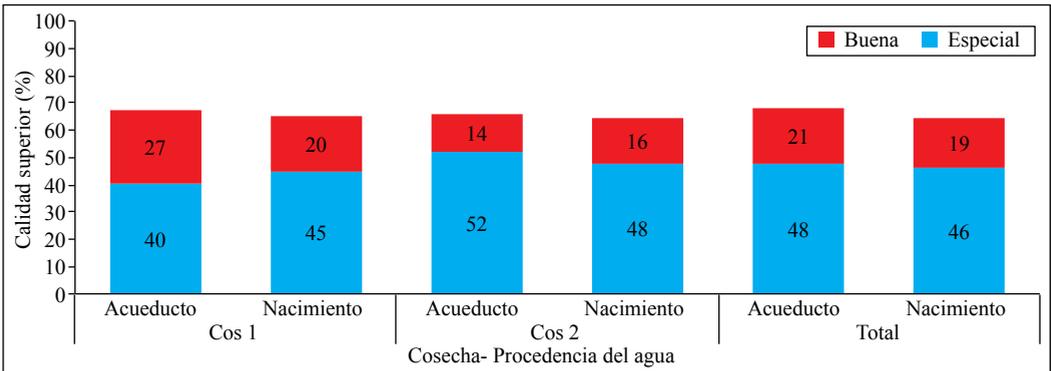


Figura 22. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas, según la procedencia del agua para el beneficio y la cosecha.

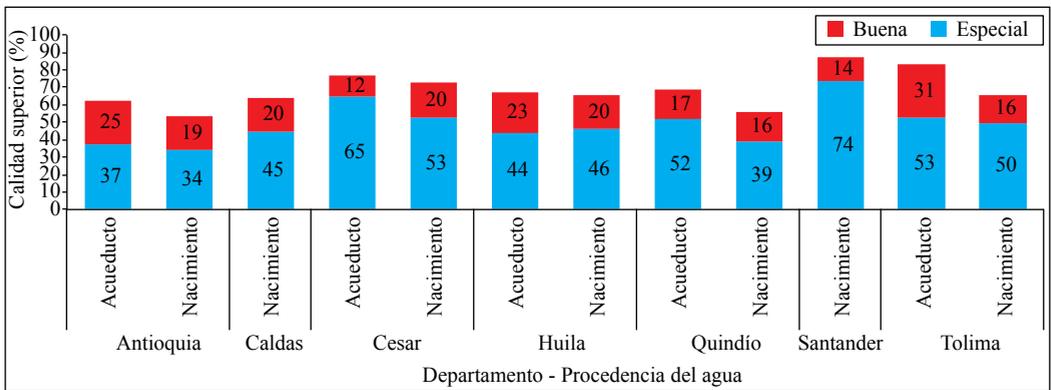


Figura 23. Proporción de café de calidad superior (especial y buena) de las muestras de las fincas, según la procedencia del agua para el beneficio en cada departamento.

Así mismo, los fermentos se encontraron en mayor proporción en la variedad Catimor (19,4%) seguido de Caturra y Colombia, con procedencias de unidades de suelo Siberia, Parnaso-200, la Espiga, Paujil y Chinchiná (Tabla 7).

El 14% de las muestras correspondiente a 8,6% de tazas producidas por BPM presentaron defecto fermento en la bebida, mientras que este fermento se presentó en el 24% de las muestras y 16% de las tazas de café del proceso finca. Así mismo, el defecto fermento en la bebida se presentó con mayor frecuencia

en las muestras de las fincas que procesaron el café por Becolsub (15,3% de tazas con defecto fermento) y por secado mecánico (21,6% de fermentos) (Tabla 7 y Figura 26).

En las muestras BPM procedentes de Santander no se presentaron defectos en la bebida, lo cual demuestra la aplicación cuidadosa del protocolo BPM; además, en los lotes de procedencia de estas muestras no se usaron productos químicos para el control de la broca. En Caldas la proporción de defecto fermento del café Becolsub fue de 36,1% vs 0,6% del café de fermentación;

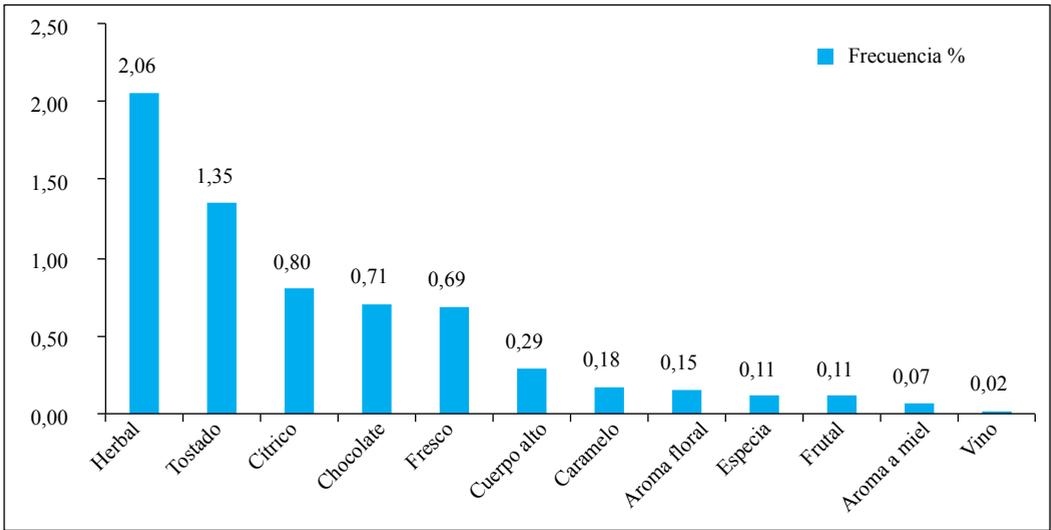


Figura 24. Descriptores especiales del café de buena calidad de las fincas.

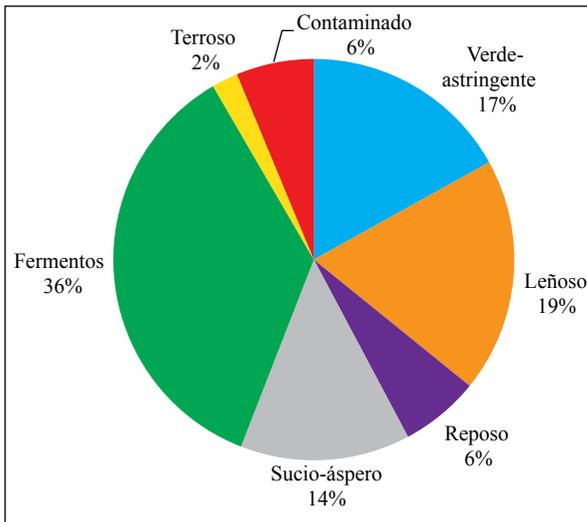


Figura 25. Proporción de los defectos en la bebida de café con calidad rechazo en las muestras de las fincas.

en Cesar se encontraron 12,5% fermentos en el café Becolsub vs 2,3% del café obtenido por fermentación y en Quindío se detectaron 14,3% fermentos en café Becolsub vs. 4,8% en el café obtenido por fermentación.

Por el contrario, en Antioquia los mayores fermentos (17,8%) se encontraron en el café

de fermentación vs desmucilaginado mecánico que presentó 9,8% de fermentos. En Huila las diferencias no fueron significativas entre tipos de beneficio, y en Santander y Tolima no se tomaron muestras en fincas con desmucilaginado mecánico, pero el fermento constituyó el defecto más frecuente en la bebida, con 6,9% en Santander y 8,7% en Tolima (Tabla 8).

Tabla 7. Proporción de tazas con defectos en la calidad del café de las fincas, según los factores de origen y proceso.

Factor de origen y proceso	Defectos del café en taza (%)							Total
	Verde-astringente	Leñoso	Reposo	Sucio-áspero	Fermento	Terroso	Contaminado	
Departamento								
Antioquia	5,5	11,0	2,7	6,4	15,8	0,2	2,2	43,7
Caldas	5,0	6,7	0,0	9,5	8,8	1,0	4,8	35,7
Cesar	4,5	7,4	7,0	1,9	3,3	1,1	1,6	26,7
Huila	3,3	6,3	2,6	2,0	17,1	1,4	0,7	33,6
Quindío	11,3	3,8	0,3	8,0	8,8	0,0	1,8	33,9
Santander	2,5	2,9	0,0	0,5	6,9	0,0	0,0	12,7
Tolima	4,6	4,1	0,3	4,4	8,7	0,3	7,5	29,9
Rango de altitud								
<1.300 m	8,0	5,8	3,2	7,6	4,4	0,2	2,5	31,7
1.300 a 1.600 m	5,7	6,2	1,7	4,7	13,1	1,1	2,9	35,4
>1.600 m	3,8	7,1	2,0	2,1	16,5	0,6	0,7	32,9
Material parental								
Ceniza volcánica	8,9	5,9	0,9	7,8	10,3	0,2	2,2	36,1
Ígneo extrusivo	4,3	5,6	2,5	4,7	21,3	1,5	0,4	40,2
Ígneo intrusivo	3,6	5,0	2,4	1,7	14,3	1,0	2,6	30,6
Ígneo-volcánica	4,8	6,7	9,4	1,8	1,8	1,4	0,4	26,2
Metamórfico	3,2	11,5	0,0	4,8	9,0	0,0	0,0	28,5
Sedimentario	4,9	13,2	0,0	5,3	7,9	0,5	6,3	38,0
Unidad de suelo								
Campo Alegre	4,6	6,3	5,6	3,7	10,0	1,9	0,9	32,9
Chinchiná	4,6	8,7	2,2	7,0	14,8	0,5	3,2	41,1
La Espiga	6,5	0,0	0,0	0,0	17,3	0,0	0,0	23,8
La Montaña	4,8	6,7	9,4	1,8	1,8	1,4	0,4	26,2
Libano	7,0	10,1	0,0	9,2	5,3	0,0	1,3	32,9
Malabar	10,4	29,2	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	41,7
Montenegro	10,5	2,4	0,3	7,2	7,9	0,0	0,4	28,8
Parnaso-200	6,6	3,2	2,9	5,9	15,7	0,0	0,7	35,0
Paujil	5,0	6,0	-	1,0	14,0	0,0	-	26,0
Perijá	3,6	9,4	0,0	2,1	7,8	0,0	5,2	28,1
Quindío	13,3	4,1	0,2	10,4	11,7	0,0	5,0	44,6
Salgar	4,6	27,8	0,0	13,0	13,0	0,0	0,0	58,3

Continúa...

...continuación

Factor de origen y proceso	Defectos del café en taza (%)							
	Verde-astringente	Leñoso	Reposo	Sucio-áspero	Fermentos	Terroso	Contaminado	Total
Unidad de suelo								
San Simón	3,0	5,2	1,8	1,4	15,1	0,9	3,3	30,7
Siberia	2,0	8,1	2,0	3,4	27,0	2,9	0,0	45,3
Suroeste	5,8	16,3	0,0	7,9	7,9	0,8	7,1	45,8
Variedad								
Catimor	5,6	20,8	0,0	13,9	19,4	0,0	0,0	59,7
Caturra	7,8	5,5	2,5	3,4	13,5	0,5	1,3	34,5
Colombia	4,4	6,9	1,8	5,5	11,8	1,0	2,8	34,2
Maragogipe	12,5	4,2	0,0	2,1	0,0	0,0	6,3	25,0
Tabi	4,0	4,4	4,8	1,6	2,4	0,0	0,0	17,1
Típica	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	2,8
Práctica de beneficio								
BPM	6,0	4,8	2,3	3,6	8,6	0,1	1,9	27,2
Proceso Finca	5,4	8,2	1,9	5,8	16,1	1,4	2,4	41,3
Tipo de beneficio								
Becolsub	8,2	6,9	1,0	6,8	15,3	2,7	2,5	43,4
Fermentación	5,1	6,2	2,4	4,1	11,2	0,2	2,0	31,3
Tipo de secado								
Mecánico	8,5	9,6	1,4	10,1	21,6	2,4	4,4	58,0
Solar	5,2	5,8	2,3	3,6	10,3	0,4	1,7	29,2
Procedencia del agua								
Acueducto	7,0	4,9	2,3	5,0	9,7	0,8	1,9	31,7
Nacimiento	4,7	7,4	2,1	4,3	13,8	0,6	2,2	35,2
Cosecha								
Cos1	7,5	6,1	1,3	3,5	11,8	1,0	2,8	33,9
Cos2	3,3	7,1	3,6	6,6	13,1	0,4	1,2	35,2
Total	5,7	6,4	2,2	4,6	12,0	0,7	2,1	33,7

Por tipo de secado, el fermento se encontró en mayor proporción en las muestras de café secadas mecánicamente vs al sol, en los departamentos de Caldas (26%) vs (3,7%); Huila (28%) vs (16,3%); Quindío (22,7%) vs 3,9%; y Tolima (66,7%) vs 3,7% (Tabla 9).

Defecto contaminado. La proporción de sabores contaminados (químico-fenol y ahumado) resultó mayor en las muestras de café secadas mecánicamente, en Tolima (25%), Quindío (5,7%) y Huila (2,4%). El

café con sabor ahumado se presentó en mayor proporción en las muestras de Quindío y el fenol en el café de Tolima y Antioquia. La mayor proporción de tazas con sabor a químico-fenol se encontraron en el café proveniente de Tolima, seguido de Caldas, y en Cesar.

El sabor ahumado se presentó en mayor proporción en las muestras de café de proceso finca proveniente del Quindío, lo cual puede deberse a residuos en el grano

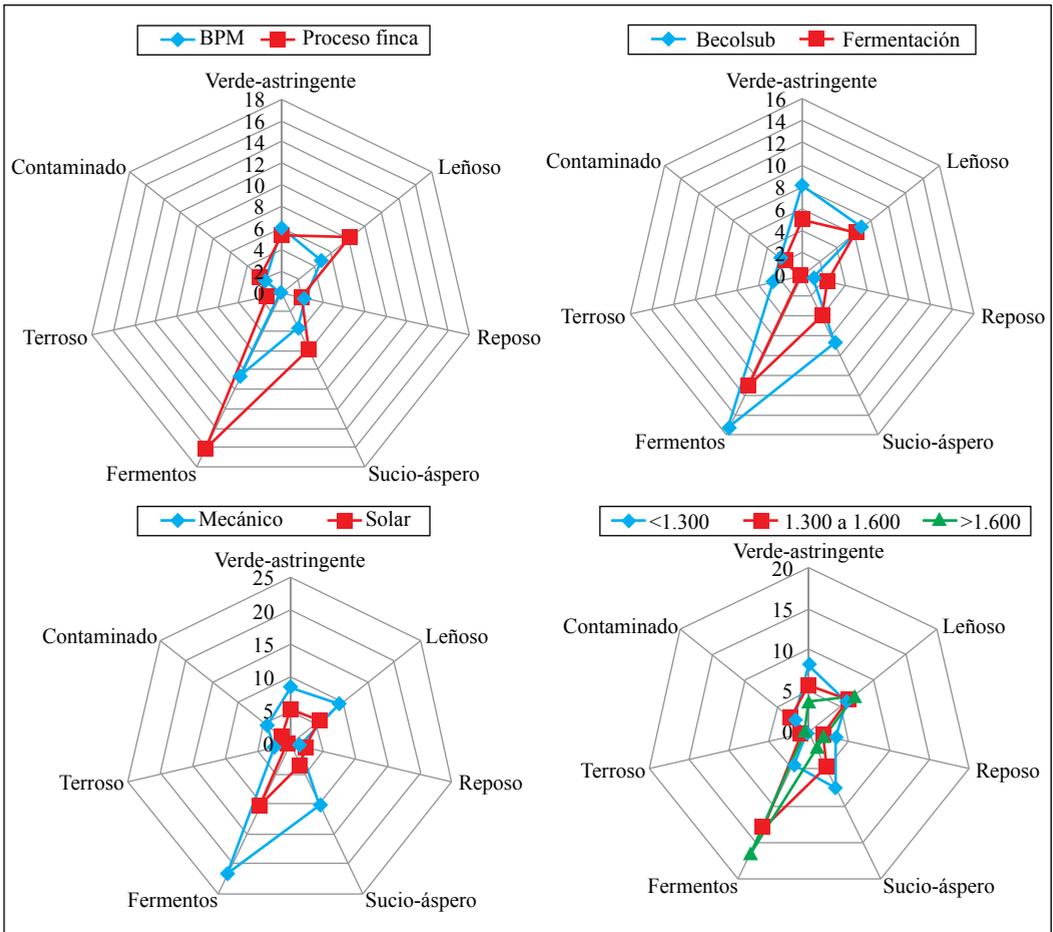


Figura 26. Perfil de los defectos del café en taza en las muestras de las fincas, según práctica de beneficio, tipo de beneficio, tipo de secado y rango de altitud.

del carbón usado como combustible en los secadores mecánicos. También se detectaron fallas por contaminaciones químicas en el almacenamiento, caso verificado con la trazabilidad en Cesar y también por otras fuentes de contaminación en el campo y proceso, como en Antioquia, donde también se presentaron defectos fenol en la bebida (Tablas 7, 8 y 9).

Defectos astringente, leñoso y sucio. Los sabores astringentes se encontraron en mayor proporción en la variedad Maragogipe seguido

de Caturra y Catimor. También la variedad Catimor presentó los mayores porcentajes de sabores extraños, sucios y leñosos. Estos sabores astringentes se encontraron en mayor proporción en el café del Quindío en altitudes menores a 1.300 m, en los suelos de las unidades Quindío, Malabar y Montenegro, en el café obtenido por Becolsub, secado mecánicamente, procesado con agua de acueducto y en la primera cosecha evaluada. La proporción del defecto leñoso fue mayor en el café de Antioquia obtenido por desmucilaginado mecánico (11,2%) y por secado mecánico (14,9%) y el sucio áspero

Tabla 8. Proporción de tazas con defectos en la calidad del café de las fincas de los departamentos, según el tipo de beneficio por Becolsub (Bec) o fermentación (FN).

Desviaciones y defectos de la calidad del café	Departamento – Tipo de Beneficio													
	Antioquia		Caldas		Cesar		Huila		Quindío		Santander		Tolima	
	Bec	FN	Bec	FN	Bec	FN	Bec	FN	Bec	FN	Bec	FN	Bec	FN
Verde-astringente (%)	6,5	5,1	6,3	4,6	9,7	3,9	2,4	3,5	11,7	11,0	2,5	4,6		
Leñoso (%)	11,2	10,9	8,3	6,2	18,1	6,3	9,0	6,0	2,6	4,7	2,9	4,1		
Reposo (%)	0,0	3,6	0,0	0,0	12,5	6,4	1,4	2,8	0,2	0,4	0,0	0,3		
Sucio-áspero (%)	6,9	6,3	18,8	6,8	4,2	1,6	4,5	1,7	6,3	9,3	0,5	4,4		
Fermento (%)	9,8	17,8	36,5	0,6	12,5	2,3	16,3	17,3	14,3	4,8	6,9	8,7		
Terroso (%)	0,0	0,2	4,2	0,0	0,0	1,2	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3		
Contaminado (químico-fenol y ahumado) (%)	1,4	2,5	4,2	4,9	0,0	1,8	1,4	0,6	3,5	0,5	0,0	7,5		
Total	35,9	46,3	78,1	23,1	56,9	23,5	46,2	31,8	38,5	30,6	12,7	29,9		

Tabla 9. Proporción de tazas con defectos en la calidad del café de las fincas de los departamentos, según el tipo de secado mecánico (Mec.) o solar.

Desviaciones y defectos de la calidad del café	Departamento – Tipo de secado												
	Antioquia		Caldas		Cesar		Huila		Quindío		Santander	Tolima	
	Mec.	Solar	Mec.	Solar	Mec.	Solar	Mec.	Solar	Mec.	Solar	Solar	Mec.	Solar
Verde-astringente (%)	6,2	5,3	5,2	4,9	9,4	3,8	1,2	3,5	15,1	10,0	2,5	0,0	5,0
Leñoso (%)	14,9	9,7	14,6	4,3	20,8	5,5	10,1	6,0	2,3	4,3	2,9	2,1	4,3
Reposo (%)	0,0	3,6	0,0	0,0	9,4	6,7	2,4	2,6	0,5	0,2	0,0	0,0	0,4
Sucio-áspero (%)	12,7	4,3	18,8	6,8	6,3	1,2	7,1	1,6	9,7	7,4	0,5	0,0	4,8
Fermento (%)	13,4	16,5	26,0	3,7	2,1	3,5	28,0	16,3	22,7	3,9	6,9	66,7	3,7
Terroso (%)	0,7	0,0	4,2	0,0	0,0	1,2	11,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Contaminado (químico-fenol y ahumado) (%)	1,8	2,3	4,2	4,9	0,0	1,8	2,4	0,6	5,7	0,4	0,0	25,0	6,0
Total	49,6	41,7	72,9	24,7	47,9	23,6	63,1	31,3	56,1	26,2	12,7	93,7	24,5

en el café de Caldas obtenido por Becolsub y secado mecánico (18,8%), (Tabla 7, 8, y 9 y Figura 23).

Defecto reposo. Se encontró en mayor proporción en los departamentos de Cesar (7%), Antioquia (2,7%) y Huila (2,6%), en las zonas de las unidades La Montaña, Parnaso-200 y Campo Alegre, que se atribuyen a fallas en el almacenamiento del grano en la finca (Tabla 7).

Defecto terroso. Este defecto se encontró en mayor proporción en el café de proceso finca por Becolsub y secado mecánico del Huila (11,1%) localizados en la unidad Siberia (Tabla 8 y 9).

En resumen, los defectos encontrados en el café producido en estas fincas se originaron por varias causas como: contaminaciones del fruto con productos químicos aplicados en el cultivo o en contacto con el grano en el almacenamiento, por inadecuadas prácticas en el beneficio (Becolsub, fermentación y lavado), por retrasos en el beneficio y por un inadecuado secado. En consecuencia, estos defectos no se atribuyen al origen geográfico, ni a los suelos, ni a la altitud del cultivo, sino a las condiciones y prácticas agronómicas y de beneficio efectuados en esos sitios.

Puede concluirse que:

- Este diagnóstico permitió identificar las fallas más frecuentes en el proceso del café en fincas de Colombia. Con estos resultados pueden establecerse estrategias puntuales en las regiones y planes de mejora en el beneficio en las fincas, con el fin de asegurar la calidad, potencializar los sabores especiales, disminuir los defectos y las pérdidas económicas y contribuir a los programas de cafés especiales regionales.
- Para incrementar la producción de café con sabores especiales y consistentes en las regiones, es necesario realizar varias mejoras: diagnosticar las fallas asociadas a los procesos de beneficio y secado del café; diseñar y establecer programas de capacitación; modificar la infraestructura, equipamiento de beneficio, mejorar la calidad del agua suministrada a las fincas, y optimizar y controlar los procesos poscosecha del café en las fincas y en el almacenamiento.
- En todas las regiones, departamentos, municipios, veredas, fincas, rangos de altitud y unidades de suelo se encontraron tazas de café de buena calidad, por lo tanto, se concluye que en estas zonas cafeteras de Colombia puede incrementarse la producción de café de calidad superior y especial. Para asegurar esta calidad no es suficiente con tener una buena variedad y cultivarla en zonas altas que favorecen la sanidad del grano, es necesario realizar las buenas prácticas en el beneficio, secado y almacenamiento del café.
- La mejor calidad de café se encuentra en las fincas que procesan el café por BPM, mediante la fermentación y el secado al sol.
- El defecto en la bebida más frecuente en el café de las fincas es el fermento (*stinker*), ocasionado por falta de control en el beneficio en las etapas de desmucilaginado por Becolsub, en la fermentación, el lavado y el secado.
- Otros defectos frecuentes en la taza del café de las fincas son los leñosos y extraños atribuibles a la presencia de los granos brocados y los contaminados químico- fenol y ahumados originados por el uso inadecuado de productos en el manejo fitosanitario, pero ante todo por las

combustiones directas, las emisiones no controladas de los secadores mecánicos y también por la falta de higiene del lugar donde se almacenan los granos de café.

- El seguimiento de la trazabilidad del origen de procedencia (finca, lote, departamento, altitud, unidad de suelo) y del proceso (prácticas y condiciones de recolección, desmucilaginado Becolsub, fermentación, lavado, secado y almacenamiento) permite determinar los defectos de la calidad del café más frecuentes en cada zona cafetera de Colombia. De esta forma se facilita la fijación de mejoras puntuales y adecuadas en cada región, con el fin de asegurar y conservar la calidad del café desde cada finca.
- Se demostró que la aplicación de Buenas Prácticas en el beneficio del café mejora significativamente la calidad del café pergamino obtenido, en comparación con el café obtenido por métodos variados y no controlados que se usan frecuentemente en las diferentes fincas.
- Los defectos hallados en las muestras BPM de las fincas se debieron a la falta de control en el lavado, específicamente por la calidad del agua usada para el lavado y la clasificación del grano que no fue controlada en las fincas participantes en esta investigación, y también por algunas contaminaciones que se identificaron en el almacenamiento en el Cesar.
- La variedad Tabi presentó muy buenas características físicas y de sabor y se destacó de las otras variedades.
- Para los cafetales ubicados en altitudes por debajo de 1.300 m se observaron mayores defectos sucios, extraños, leñosos en la bebida, debidos a la mayor proporción de grano brocado, es importante reforzar las estrategias de manejo y conservación de la calidad del café en estas zonas cafeteras.
- Por el contrario, en el café de las zonas de mayor altitud, se presentaron mayores fermentos, debido a fallas en el desmucilaginado mecánico, la fermentación, el lavado y fallas en infraestructura y operativas del secado.
- Por las menores temperaturas a altitudes mayores a 1.600 m se tienen mejores condiciones para la producción de café sano, y además pueden hacerse de forma natural fermentaciones controladas a bajas temperaturas, sin embargo, es necesario mejorar la capacidad y tecnología de los secadores y evitar combustiones directas, para asegurar la calidad del café de estas regiones.
- Es necesario mejorar y modernizar el equipamiento para el beneficio del café en las fincas de Colombia, de tal forma que los procesos se hagan de forma eficiente, rentable y se mantenga la calidad del café.
- Se requiere reforzar las capacitaciones en los conceptos y la operación y uso de los equipos Becolsub y de los secadores mecánicos en las fincas en todos los departamentos, debido a que se presentaron mayores defectos en el café producido con estas tecnologías.
- La aplicación sistemática de las buenas prácticas agrícolas asegurará una buena calidad del café, mejorando la competitividad y la rentabilidad de las regiones cafeteras.
- Para aprovechar el potencial de calidad especial que tiene el café de Colombia de cada región es necesario mejorar los programas de implementación de las

Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la finca y también de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en el transporte y almacenamiento del café, y además, establecer medidas sistemáticas y eficaces para controlar los puntos críticos para la calidad y la inocuidad del café, en particular el manejo de la broca, el beneficio y el secado del café.

AGRADECIMIENTOS

Al Servicio de Extensión Rural y a los caficultores participantes de los departamentos de Antioquia, Quindío, Tolima y Huila. A Álvaro Jaramillo Robledo y Flor Pulido por su colaboración en la localización de las fincas. A María Mercedes Botero Buitrago, Hernando García Osorio y Ana María Osorio Betancourt por su colaboración en las evaluaciones sensoriales del café y la digitación de la información; a Germán Hernando Ruiz Gallo de la Cooperativa de Anserma.

Esta investigación hizo parte de las actividades del proyecto QIN3010 Estudio de la calidad y la composición química del café, según los suelos y la altitud del cultivo que se desarrolló entre los años 2005 y 2012, se financió con recursos de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, y contribuyó en la estrategia de calidad y cafés especiales de la Federación.

LITERATURA CITADA

1. ALVARADO A., G.; PUERTA Q., G.I. La variedad Colombia y sus características de calidad física y en taza. Chinchiná : Cenicafé, 2002. 4 p. (Avances Técnicos No. 303).
2. AVELINO, J.; BARBOZA, B.; ARAYA, J.C.; FONSECA, C.; DAVRIEUX, F.; GUYOT, B.; CILAS, C. Effects of slope exposure, altitude and

yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa Maria de Dota. Journal of the science of food and agriculture 85(11):1869-1876. 2005.

3. BAILLY, H.; SALLEE, B.; GARCÍA G., S. El mejoramiento de la calidad del café en la zona Xalapa-Coatepec (México): Diagnóstico de cosecha y despulpe. *Café cacao thé* 36(1):55-66. 1992.
4. BARBOZA H., C.A. Procesamiento del café en centrales de beneficio ubicados en el estado Táchira: Diagnóstico y evaluación sensorial. *Agronomía tropical* 49(4):391-412. 1999.
5. BERTRAND, B.; VAAST, P.; ALPIZAR, E.; ETIENNE, H.; DAVRIEUX, F.; CHARMETANT, P. Comparison of bean biochemical composition and beverage quality of Arabica hybrids involving Sudanese-Ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in central America. *Tree physiology* 26(9):1239-1248. 2006.
6. BUENAVENTURA S., C.E.; CASTAÑO C., J.J. Influencia de la altitud en la calidad de la bebida de muestras de café procedente del ecotopo 206B en Colombia. *Cenicafé* 53(2):119-131. 2002.
7. CABRERAS., C.A.; ACEVEDO F., A.; LACERRAE., J.A.; CABALLERO B., D.; DIAZ D., B.; CEDEÑO C., R. Algunos índices físicos del *Coffea arabica* a diferentes alturas del Escambray años 1986 y 1987. *Centro agrícola* 18(1):81-96. 1991.
8. CERQUEIRA, E.S.A.; QUEIROZ, D.M., DE. Análise da variabilidade da produtividade e da qualidade na cafeicultura familiar de montanha. *Revista brasileira de armazenamento* 36(2):119-132. 2011.
9. CHALFOUN, S.M.; CARVALHO, V.D., DE. Influencia da altitude e da ocorrência de chuvas durante os períodos de colheita e secagem sobre a qualidade do café procedente de diferentes municípios da região sul do estado de Minas Gerais. *Revista brasileira de armazenamento* 25(2):32-36. 2001.
10. CHAMORROT, G.E. Evaluación técnica y económica del beneficio para detectar fallas como causales de la posible presencia de defectos en el café colombiano. Manizales : Fundación Universitaria de Manizales, 1991.
11. DUARTE C., A.F. Determinación de los factores que inciden sobre el perfil de taza en sistemas de producción de café "Alto del naranjo" de Villamaría y Manizales. Manizales : Universidad de Caldas, 2006. 120 p.

12. DUCIELA G., L.A.; CORRAL C., R.; FARFÁN T., D.S.; CEDEÑO G., L.; PALMA P., R.; SÁNCHEZ O., J.; VILLACIS, J.C. Caracterización física y organoléptica de cafés Arábicos en los principales agroecosistemas del Ecuador. Manta : Consejo cafetalero nacional, 2003. 248 p.
13. ESTEVES, A.B.; OLIVEIRA, J.S. Contribution à l'étude des caractéristiques des cafés d'Angola. Café cacao thé 17(1):46-52. 1973.
14. EVANGELISTAM., R.E.; MEJÍAF., K.L.; ALVARADO D., D.J.; IMBERNON, J.; GIL, S.L.; HERNÁNDEZ, M.A. Identificación de territorios de café *Coffea arabica* de calidad en El Salvador. Boletín de Promecafé 107:7-13. 2005.
15. FAJARDO P., I.F.; SANZ U., J.R. Evaluación de la calidad física del café en los procesos de beneficio húmedo tradicional y ecológico (BECOLSUB). Cenicafé 54(4):286-296. 2003.
16. FAO. Datos agroclimatológicos para América Latina y el Caribe. Roma : FAO, 1985. p.v.
17. FIGUEROA S., P.; JIMÉNEZ G., O.H.; LÓPEZ DE L., E.E.; ANZUETOR., F. Influencia de la variedad y la altitud en las características organolépticas y físicas del café. Boletín de Promecafé 94:18-21. 2002.
18. FNC. La calidad del café va en su beneficio: Identifique los defectos del café. Bogotá : FNC : ALMACAFÉ, 2006. 16 p.
19. FNC. Resolución número 5 de 2002. [En línea]. Bogotá : La Federación, 2002. 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 de 2013
20. FNC. Nuestras regiones cafeteras. [En línea]. Bogotá : La Federación, [s.f.]. Disponible en Internet: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/la_tierra_del_cafe/regiones_cafeteras/ Consultado en junio 2015.
21. FOOTER H., E. Factors affecting cup quality in growing and processing coffee fruit in Latin America. Coffee and tea industries and the flavor field 86(1):38-42. 1963.
22. GONZÁLEZ R., O.; SUÁREZ Q., M.L.; BAREL, M.; GUYOT, B.; BOULANGER, R.; GUIRAUD, J.P.; SCHORR G., S. Importance of water in the wet post-harvest process on the quality of mexican coffee. p. 450-460. En: COLLOQUE Scientifique international sur le café (21 : Septiembre 11-15 2006 : Montpellier). Paris : ASIC, 2006.
23. GUYOT, B.; GUEULE, D.; MANEZ, J.C.; PERRIOT, J.J.; GIRON, J.; VILLAIN, L. Influence de l'altitude et de l'ombrage sur la qualité des cafés Arabica. Plantations, recherche, développement 3(4):272-280. 1996.
24. HERRÓN O., A. Diagnóstico de la taza de café colombiano. Chinchiná : Cenicafé, 2001. 1 p.
25. IRCC. Rapport d'activité: 1976. Paris : IRCC, 1977. 96 p.
26. JARAMILLO R., A. Clima andino y el café en Colombia. Chinchiná : Cenicafé, 2005. 192 p.
27. LARAE., L.D. Efectos de la altitud, sombra, producción y fertilización sobre la calidad del café *Coffea arabica* L. var. Caturra producido en sistemas agroforestales de la zona cafetalera norcentral de Nicaragua. Turrialba : CATIE, 2005. 106 p.
28. LÓPEZ G., C.I.; BAUTISTA R., E.; MORENO G., E.; DENTAN, E. Factors related to the formation of overfermented coffee beans during the wet processing method and storage of coffee. p. 373-384. En: COLLOQUE Scientifique international sur le café (13 : Aout 21-25 1989 : Paipa). Paris : ASIC, 1989.
29. LÓPEZ M., F.J.; CORREA D., L.H. Caracterización agroeconómica de la adopción de buenas prácticas agrícolas BPA en el cultivo de café en el municipio de Manizales Caldas Colombia. Agronomía 14(2):85-104. 2006.
30. OROZCO C., N.; GUACAS S., A.; BACCA, T. Caracterización de fincas cafeteras por calidad de la bebida y algunas condiciones ambientales y agronómicas. Revista de ciencias agrícolas 28(2):9-17. 2011.
31. PUERTA Q., G.I. Buenas prácticas agrícolas para el café. Chinchiná : Cenicafé, 2006. 12 p. (Avances Técnicos No. 349)
32. PUERTA Q., G.I. Calidad del café procedente de la sierra nevada de Santa Marta. p. 12-42. En: Informe anual de actividades de investigación: Disciplina química industrial. Chinchiná : Cenicafé, 2000. 133 p.
33. PUERTA Q., G.I. Calidad del café. p. 81-110. En: CENICAFÉ. Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Chinchiná : FNC : CENICAFE, 2013. 3 vols.

34. 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.
35. PUERTA Q., G.I. Calidad en taza de las variedades de coffee Arabica L. cultivadas en Colombia. *Cenicafé* 49(4):65-78. 1998.
36. PUERTA Q., G.I. Cómo garantizar la buena calidad de la bebida del café y evitar los defectos. Chinchiná : *Cenicafé*, 2001. 8 p. (Avances Técnicos No. 284).
37. 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.
38. PUERTA Q., G.I. Especificaciones de origen y buena calidad del café de Colombia. Chinchiná : *Cenicafé*, 2003. 8 p. (Avances Técnicos No. 316)
39. PUERTA Q., G.I. Factores procesos y controles en la fermentación del café. Chinchiná : *Cenicafé*, 2012. 12 p. (Avances Técnicos No. 422)
40. PUERTA Q., G.I. Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café. *Cenicafé* 50(1):78-88. 1999.
41. PUERTA Q., G.I. La humedad controlada del grano preserva la calidad del café. Chinchiná : *Cenicafé*, 2006. 8 p. (Avances Técnicos No. 352)
42. PUERTA Q., G.I. Mejoramiento de la calidad del café por medio de la prevención de mohos. p. 5-70. En: Informe anual de actividades de investigación: Disciplina química industrial. Chinchiná : *Cenicafé*, 2002. 103 p.
43. PUERTA Q., G.I. Prevenga la ochratoxina A y mantenga la inocuidad y la calidad del café. Chinchiná : *Cenicafé*, 2003. 8 p. (Avances Técnicos No. 317)
44. PUERTA Q., G.I. Registro de la trazabilidad del café en la finca. Chinchiná : *Cenicafé*, 2007. 8 p. (Avances Técnicos No. 355)
45. PUERTA Q., G.I. Rendimientos y calidad de *Coffea arabica* L. según el desarrollo del fruto y la remoción del mucilago. *Cenicafé* 61(1):67-89. 2010.
46. 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)
47. PUERTA Q., G.I.; ECHEVERRY M., J.G. Fermentaciones controladas de café: Tecnología para agregar valor a la calidad. Chinchiná : *Cenicafé*, 2015. 12 p. (Avances Técnicos No. 454).
48. RODAS R., C.A. Algunas consideraciones sobre el deterioro de la calidad del café de Guatemala. *Revista cafetalera* 233:4-30. 1983.
49. RODRÍGUEZ R., A.A. Caracterización fisicoquímica y sensorial del café del departamento de Caldas. Chinchiná : *Cenicafé*, 1992. 1 p.
50. ROMERO, J.M.; ESCARRAMAN, A.; ALMONTE, I. Determinación de atributos de calidad del café en zonas productoras de la República Dominicana. *Boletín de Promecafé* 104:16. 2005.
51. SALAZAR C., E.I.; MUSCHLER, R.G.; VERA S., J.; JIMÉNEZ F., T. Calidad de *Coffea arabica* bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* a diferentes elevaciones en Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26):40-42. 2000.
52. SILVA, R.F. DA; PEREIRA, R.G.F.A.; BOREM, F.M.; SILVA, V.A. DA. Altitude e a qualidade do café cereja descascado. *Revista brasileira de armazenamento* 9:40-47. 2006.
53. ZAMBRANO F., D.A. Fermente y lave su café en el tanque tina. Chinchiná : *Cenicafé*, 1993. 8 p. (Avances Técnicos No. 197).