



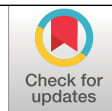


CALIDAD FÍSICA, SENSORIAL Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CAFÉ CULTIVADO EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

Valentina Osorio Pérez *, Jenny Paola Pabón Usaquén *, Paola Andrea Calderón Tulcán *,
Luis Carlos Imbachí Quinchua **

Osorio, V., Pabón, J., Calderón, P. A., & Imbachí, L. C. (2021). Calidad física, sensorial y composición química del café cultivado en el departamento del Huila. *Revista Cenicafé*, 72(2), e72201. <https://doi.org/10.38141/10778/72201>



La Gobernación del Huila, con recursos del Sistema General de Regalías (SGR), el Comité Departamental de Cafeteros del Huila y Cenicafé, generaron actividades encaminadas a apoyar la producción cafetera del departamento ante la creciente demanda de café de alta calidad. Dentro de las estrategias generadas se realizó la caracterización de la calidad del café producido en el departamento entre los años 2016 y 2018. Para cumplir este objetivo, se seleccionaron de forma aleatoria 123 fincas de 35 municipios y se adelantaron varios muestreos en estas fincas, tomando un total de 445 muestras. Se realizaron análisis de calidad física y sensorial y determinación de la composición química. Los valores promedio del factor de rendimiento fueron 94,63 para el 2016, 86,82 para el 2017 y 88,83 para el 2018, los cuales indican una buena calidad física del café. En cuanto a la calidad sensorial, el 80,97% de las muestras no presentó defectos sensoriales, y el que se presentó con mayor proporción fue el defecto reposo, asociado a malas prácticas de secado y al almacenamiento del café con contenidos de humedad superiores al 12%. Los valores promedio de los compuestos químicos estimados en las muestras de café verde, estuvieron dentro del rango reportado para el café de variedad *Coffea arabica* L.

Palabras clave: Café, Huila, calidad sensorial, calidad física, composición química, atributos sensoriales.

PHYSICAL AND SENSORY QUALITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF COFFEE GROWN IN THE DEPARTMENT OF HUILA

The Government of Huila, with resources from the General System of Royalties (SGR), the Departmental Coffee Growers Committee of Huila and Cenicafé generated activities aimed at supporting the coffee production of the Department in view of the growing demand for high quality coffee. Among such strategies, the characterization of the quality of the coffee produced in the Department between 2016 and 2018 was carried out; in order to meet this objective, 123 farms from 35 municipalities were chosen and several samplings were done with a total of 445 samples. Physical and sensory quality analyses as well as chemical composition determination were performed. The average values of the yield factor were 94.63 for 2016, 86.82 for 2017 and 88.83 for 2018; those values indicate the good physical quality of coffee. Regarding sensory quality, 80.97% of the samples did not show sensory defects, the aging defect associated with poor drying practices and the storage of coffee with moisture contents higher than 12% showed the highest value. The average values of the chemical compounds estimated in the green coffee samples were within the range reported for the *Coffea arabica* L. variety.

Keywords: Coffee, Huila, sensory quality, physical quality, chemical composition, sensory attributes.

* Investigador Científico I, Asistente de Investigación, y Auxiliar de Investigación, respectivamente. Disciplina de Calidad, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. <https://orcid.org/0000-0002-1166-0165>, <https://orcid.org/0000-0003-1576-2297>, <https://orcid.org/0000-0001-5563-2396>

** Asistente de Investigación. Disciplina de Biometría, Cenicafé. <https://orcid.org/0000-0002-4356-694X>



La combinación de las condiciones ambientales de las regiones cafeteras (clima y suelo) (Pohlan & Janssen, 2010) y las diferentes prácticas en el procesamiento, permiten la máxima expresión de las cualidades del café, generando los elementos necesarios para lograr su posicionamiento en el mercado de calidad superior (FNC, 2017; OIC, 2018). La calidad del café se determina por el conjunto de características físicas y sensoriales que pueden motivar a un comprador a pagar un precio mayor por el producto (Coradi et al., 2015). La producción de café de calidad requiere un compromiso continuo con el monitoreo y seguimiento de las etapas del proceso productivo (Wintgens, 2012). Desde el cultivo hasta el almacenamiento pueden generarse defectos que afectan el cumplimiento de los requisitos de calidad del café, disminuyendo el ingreso de los caficultores, quienes pierden la posibilidad de vender su producto a un mayor precio y afectando la cadena productiva, porque se está comprando un café el cual se dificulta su comercialización posterior (FNC, 2019).

El café del Huila es uno de los cafés regionales más reconocidos de Colombia. Desde el 2013 la Superintendencia de Industria y Comercio, declaró la Denominación de Origen Protegida (DOP) al Café del Huila, bajo la Resolución 017989 (SIC, 2013). Esta protección ampara el café cultivado en los municipios cafeteros de este departamento, pues estas zonas generan características de calidad debidas esencialmente a su origen y particularidades comunes de producción. Para obtener la DOP se recolectaron más de 1.900 muestras de café durante diferentes cosechas. Estas muestras fueron analizadas física y sensorialmente, y se determinó su composición química por medio de la técnica de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS, por sus siglas en inglés) (Villegas et al., 2014). La DOP protege el café arábigo lavado suave que se cultiva en la zona de producción cafetera ya especificada,

y que procesado se identifica sensorialmente por poseer una impresión global balanceada, con notas dulces, acidez y cuerpo medio/alto, fragancia/aroma intenso con sensaciones frutales y acarameladas (SIC, 2013). La descripción sensorial pertenece a información histórica de la oficina de calidades de Almacafé y a estudios complementarios realizados a las muestras inicialmente mencionadas. El análisis sensorial fue realizado bajo el método de análisis denominado “Análisis Cuantitativo Descriptivo” (NTC 4883) (NTC, 2000). La composición química del café está influenciada por la oferta ambiental, las variedades y las prácticas de cosecha y poscosecha. Dentro de la DOP del Café del Huila se presentan 16 compuestos químicos, entre los que se encuentran la cafeína, la trigonelina, los lípidos, la sacarosa y los ácidos clorogénicos, entre otros, su variación y asociación con la calidad (SIC, 2013).

Para la evaluación de la calidad de un producto se requiere del conocimiento de las propiedades y cualidades que permiten clasificarlo dentro de los diferentes rangos de calidad, así como aquello que constituye un defecto o una característica no aceptable para el consumo. El análisis físico, sensorial y la composición química del café describen las principales características de la calidad del café, la cual se establece a través del examen visual, y está definida como la cantidad de almendra sana libre de granos defectuosos como los granos negros, brocados y aplastados (ICONTEC, 1987). El precio del café obtenido en la comercialización depende de la calidad física del café. Dentro de los aspectos más importantes evaluados dentro de la calidad física del café están el porcentaje de humedad, que debe estar entre el rango de 10,0% al 12,0% y el factor de rendimiento definido como la cantidad de café pergamino seco que se necesita para obtener un saco de 70 kg de café excelso. Hasta ahora, el análisis sensorial

es el método más eficiente para evaluar la calidad del café.

Las características sensoriales del café no solo indican la calidad comercial del grano, sino que también permiten establecer las condiciones y controles durante el proceso productivo y poscosecha del café. El análisis sensorial es una técnica reproducible para identificar, cuantificar y describir las características de un producto, que reconoce los atributos y genera una calificación integral de la calidad, obteniendo la mayor información posible de una muestra. En este análisis se evalúan atributos como la fragancia, el aroma, el sabor, la acidez y el cuerpo lo que permite emitir una calificación integral que resume y agrupa el concepto de un juez entrenado sobre la calidad de la muestra (NTC, 2000).

La composición química del café determina el comportamiento de la calidad sensorial del producto. La cafeína, es estable al calor y se asocia generalmente con el sabor amargo distintivo del café (Puerta, 2011). Dentro del grupo de los alcaloides, la trigonelina participa en la generación de varios compuestos volátiles que hacen parte del aroma de la bebida de café, su transformación se da durante el proceso de tueste. Las proteínas, carbohidratos y ácidos clorogénicos actúan como precursores de aromas y distintas concentraciones de estos en cafés de la misma variedad dan como resultado diferentes calidades, después de realizado el proceso de tueste. (Franca et al., 2005). Otro precursor del aroma es la sacarosa, cuya transformación debido a las reacciones de Maillard durante la tostación genera compuestos que afectan el sabor y el aroma de la bebida (Puerta, 2011). Los lípidos se asocian con el transporte de aromas y la espuma de la bebida. Se ha demostrado que el genotipo y el medio ambiente influyen en la calidad del café; el análisis del metabolismo del café, los genes que rigen la acumulación de los componentes clave y la

influencia del ambiente en el desarrollo del grano, son factores que determinan la calidad del café (Cheng et al., 2016).

El monitoreo continuo a la calidad del café del departamento del Huila, mediante el análisis físico, químico y sensorial del café, permite contar con elementos para la toma de decisiones y acciones que, de manera oportuna, desde las zonas productoras, permitan avanzar en la sostenibilidad. Por lo tanto el objetivo de este trabajo fue caracterizar la calidad del café producido en el departamento del Huila entre el año 2016 y el 2018.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la caracterización se seleccionaron de forma aleatoria 123 fincas cafeteras, (unidad de muestreo) de los 35 municipios del departamento del Huila, de la base de información del Sistema de Información Cafetera SICA de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Durante tres años se realizaron muestreos en estas fincas, para un total de 445 muestras.

Análisis físico de café pergamino seco

Las variables de la calidad física del café que se determinaron incluyeron la humedad del café pergamino seco, empleando un equipo de medición indirecta Kett, el porcentaje de merma, la proporción de granos defectuosos como brocados, pasillas, porcentaje de almendra sana y factor de rendimiento en trilla, empleando el método estandarizado por Almacafé.

Análisis sensorial

La perfilación sensorial de las muestras fue realizada por tres catadores de la oficina de calidades de Almacafé. Cada muestra se entregó al laboratorio, debidamente codificada, y la preparación de las muestras se realizó según

la metodología descrita en la Norma Técnica Colombiana (NTC) No. 4883, en la cual se garantiza un proceso de tueste y preparación estandarizado para todas las muestras. Por cada muestra se reportó la calificación de cada atributo, además de la ausencia o presencia de defectos. En la Tabla 1 se presenta el rango establecido por la Almacafé. Las muestras que presentan defecto, obtienen un puntaje inferior a 4 puntos.

Análisis de la composición química del café verde

Se utilizó el método de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) para estimar los contenidos de cafeína, ácidos clorogénicos totales, lípidos totales, sacarosa y trigonelina, presentes en el café verde de las muestras obtenidas. Las muestras de café almendra se molieron criogénicamente, se analizaron en el rango de longitud de onda de 680–2.500 nm, en un instrumento monocromador (NIRS model 6500, NIRSystems, Silver Spring, Maryland, USA). La predicción de los compuestos químicos se realizó a partir de los espectros obtenidos de cada muestra, los cuales fueron

procesados con los programas ISISCAN v.2.71, para la captura de los espectros, y WINISI III v.1.50e para el tratamiento matemático (Infrasoft International, 2002). Los modelos fueron previamente obtenidos con datos de referencia adquiridos de los análisis químicos de los compuestos descritos. En la Tabla 2 se presenta el error absoluto de los compuestos: cafeína, ácidos clorogénicos totales, lípidos totales, sacarosa y trigonelina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las fincas participantes

El departamento del Huila está conformado por 37 municipios, de los cuales 35 son cafeteros, con un total de 147.094 ha y 82.366 caficultores con 99.731 fincas (Salazar et al., 2019). 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 66,0% de las fincas presentaron menos de 5,0 ha en café. El 73% de las fincas participantes tenían cultivos con variedades resistentes a la roya como Castillo®, Colombia y Tabi (Figura 2). El 28% de las fincas se ubicaban a altitudes

Tabla 1. Escala de evaluación sensorial de Almacafé por atributo.

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	10,0

Tabla 2. Diferencia absoluta obtenida entre los análisis de referencia y la estimación con la tecnología NIRS.

Variable	Error absoluto (% m.s)
Cafeína	± 0,04
Ácidos clorogénicos totales	± 0,037
Lípidos totales	± 0,056
Sacarosa	± 0,019
Trigonelina	± 0,079

por encima de 1.700 m y el 70,0% entre 1.300 y 1.700 m y el 2,0% por debajo de 1.300 m (Figura 3).

La Disciplina de Agroclimatología simultáneamente y, por medio de un proyecto financiado por el Sistema General de Regalías, realizaron análisis de elementos meteorológicos,

indicadores agroclimáticos y variables biofísicas, generando seis agrupamientos conocidos como zonas agroecológicas (ZAE), cada una con similitud en sus condiciones climáticas y biofísicas. En la Tabla 3 se presenta la proporción de fincas que fueron seleccionadas para la caracterización de la calidad por cada zona agroecológica.

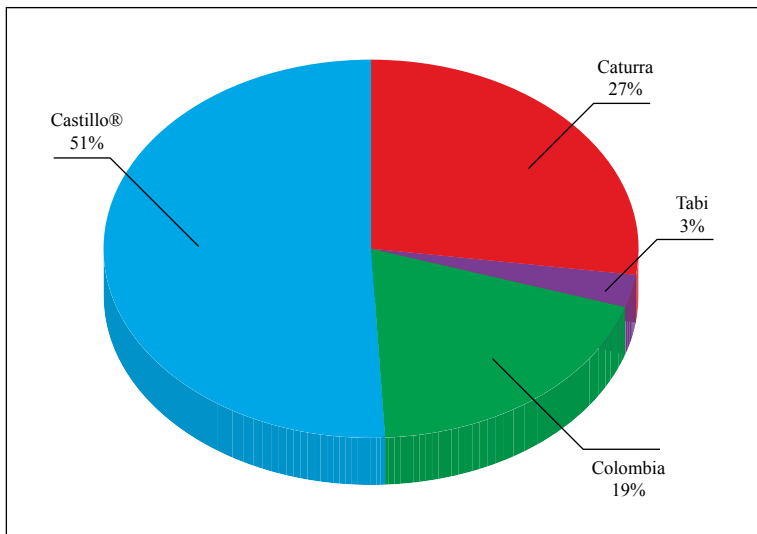


Figura 1. Distribución de las fincas muestreadas, según la variedad cultivada.

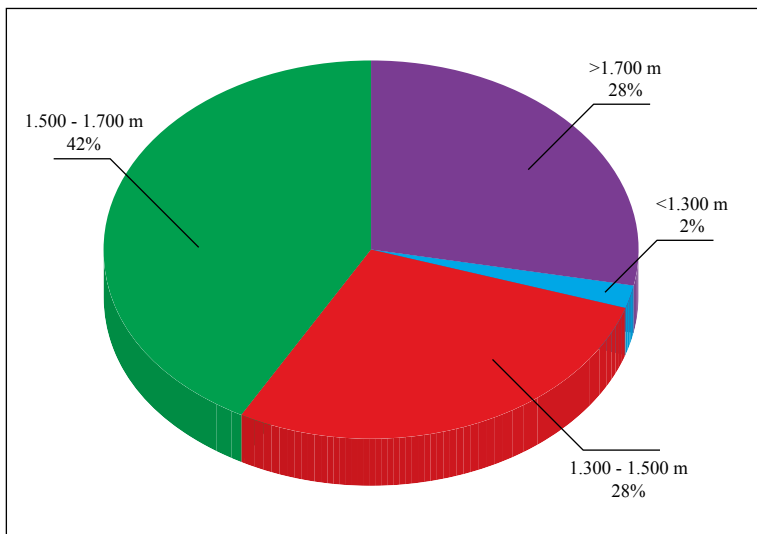


Figura 2. Distribución de las fincas muestreadas en este estudio, según la altitud.

Tabla 3. Proporción de fincas seleccionadas por municipio según la zona agroecológica para café en Huila.

Municipio	Zona Agroecológica (ZAE)					
	1	2	3	4	5	6
Acevedo				2,08%	10,42%	87,50%
Agrado	100%					
Aipe		100%				
Algeciras	25,0%		75,0%			
Altamira					100%	
Baraya			100%			
Campoalegre	100%					
Colombia			100%			
Elías						100%
Garzón			30,3%		69,7%	
Gigante	21,1%		26,3%		52,6%	
Guadalupe			26,3%		26,3%	47,4%
Hobo	100%					
Íquira		100%				
Isnos					66,7%	33,3%
La Argentina	50,0%		50,0%			
La Plata	39,5%	27,9%	32,6%			
Nátaga		100%				
Neiva	64,3%		35,7%			
Oporapa					62,5%	37,5%
Paicol		100%				
Palermo		100%				
Palestina						100%
Pital		50,0%	50,0%			
Pitalito				40,0%	8,3%	51,7%
Rivera	80,0%		20,0%			
Saladoblanco					100%	
San Agustín				20,0%		80,0%
Santa María		100%				
Suaza					20,8%	79,2%
Tarqui			45,5%	27,3%		27,3%
Tello	64,3%		35,7%			
Teruel		100%				
Tesalia		100%				
Timaná					77,8%	22,2%
Total (%)	12,99%	16,19%	16,73%	5,87%	19,04%	29,18%

La zona agroecológica con mayor número de fincas fue la ZAE6, que se configura como la zona más alta con una media altitudinal de 1.644 m, el 58% de las fincas de esta zona están ubicadas por encima de los 1.600 m de altitud, presenta su cosecha principal en el segundo semestre del año. La ZAE4, es la zona con menos fincas seleccionadas para este estudio. Esta zona es la más baja de la zona sur del departamento. El 78% de los predios están ubicados por debajo de los 1.400 m de altitud (Salazar et al., 2019).

Calidad física

Del total de las muestras evaluadas, durante los años de estudio, el 60,53% estuvieron en un contenido de humedad entre el 10% al 12%. En la Tabla 4 se presenta el porcentaje de muestras que se encuentran en los diferentes rangos de humedad del café pergamino seco, por cada año. El año 2016 presentó el mayor

porcentaje de muestras con humedad superior al 12%, con un valor de 42,9%.

El porcentaje de merma se refiere a la cantidad de pergamino (endocarpio) que tiene el café pergamino seco. En la Tabla 5 se muestran los resultados del porcentaje de merma por año y general para el total de muestras analizadas.

Los defectos del café verde se clasifican en defectos del primer y segundo grupo, según su impacto en la calidad sensorial. 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 están: cristalizado, decolorado veteado, decolorado sobresecado, mordido o cortado, picado por insectos, averanado o arrugado, ligeramente picado por broca, averanado, aplastado y grano flojo, de acuerdo con la Norma Técnica 2324 (NTC, 2002).

Tabla 4. Cantidad de muestras por año y proporción de muestras según el rango de porcentaje de humedad de café pergamino seco.

Año	Número de muestras	<10%	10% - 12%	>12%
2016	229	10,1%	47,1%	42,9%
2017	111	13,5%	64,0%	22,5%
2018	105	11,4%	70,5%	18,1%
General	445	11,67%	60,53%	23,83%

Tabla 5. Porcentaje de merma por año de evaluación.

Merma (%)	2016	2017	2018	General
Promedio	19,14%	18,06%	18,15%	18,45%
Máximo	21,50%	21,15%	20,91%	21,19%
Mínimo	17,38%	16,45%	16,67%	16,83%

Los granos brocados se encuentran contemplados en los defectos del grupo 1 y grupo 2, su clasificación depende del grado y número de perforaciones. En la Figura 3 se presenta los intervalos de confianza obtenidos para cada año. Los mayores valores promedio se obtuvieron para el año 2016, esta variable influye directamente en el factor de rendimiento en trilla.

Los granos defectuosos se denominan comúnmente como pasillas. En la Tabla 6 se presentan los resultados del porcentaje de pasilla por año y general para el total de muestras analizadas.

Actualmente, el promedio del factor de rendimiento en Colombia es de 94 kg de café pergamino seco para la obtención de

un saco de 70 kg de café excelso. En la Figura 4 se presentan los valores promedio e intervalos de confianza para el factor de rendimiento por año. De igual forma, que con la variable granos brocados, los mayores valores se presentaron para el año 2016. Para los años 2017 y 2018 el valor de factor de rendimiento estuvo por debajo del promedio nacional, lo que comercialmente implica que los caficultores tienen la posibilidad de acceder a bonificaciones asociadas a la calidad física.

En la Figura 5 se presentan los promedios de factor de rendimiento por año y por zona agroecológica.

En general, los valores promedio fueron similares en todas las muestras obtenidas; sin

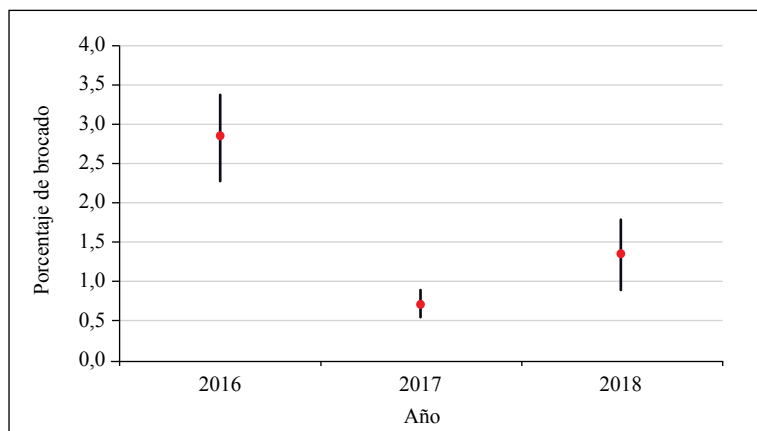


Figura 3. Intervalos de confianza para la variable proporción de grano brocado por año.

Tabla 6. Porcentaje de pasilla por año.

Pasilla (%)	2016	2017	2018
Promedio	0,18%	1,62%	1,21%
Máximo	1,67%	4,15%	10,61%
Mínimo	0,00%	0,00%	0,00%

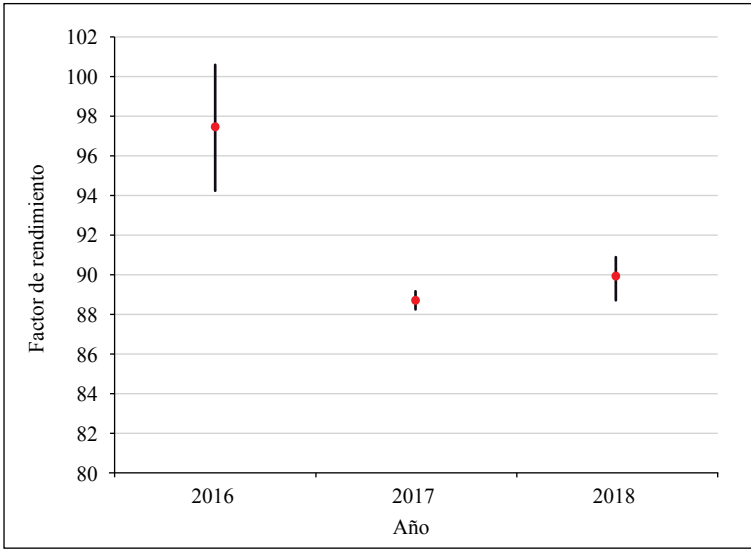


Figura 4. Valores promedio e intervalos de confianza para la variable factor de rendimiento en trilla.

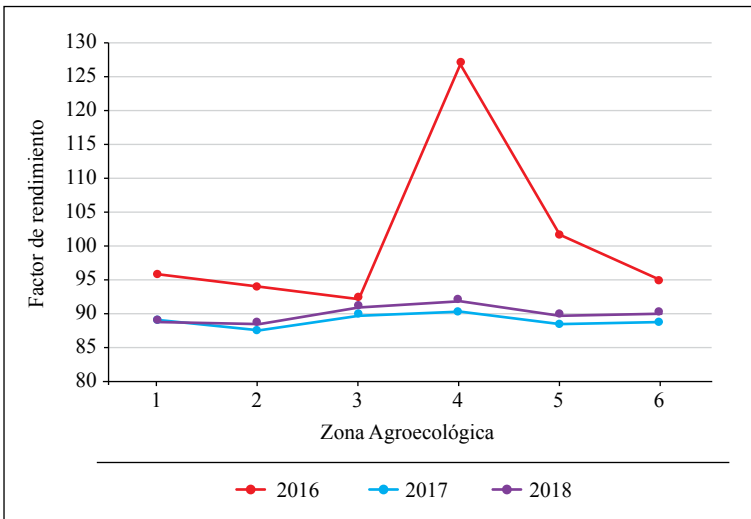


Figura 5. Promedio de factor de rendimiento por año y por ZAE en el departamento del Huila.

embargo, se observa que para el año 2016 en la zona agroecológica 4 (ZAE4), las muestras presentaron altos valores de la variable factor de rendimiento, que se relacionan con mayores valores de granos defectuosos (pasillas). Esta zona se caracteriza por tener fincas que se encuentran ubicadas a menor altitud, con oferta térmica alta y pluviométrica baja o

con deficiente distribución (Salazar et al., 2019). Adicionalmente, podría ser atribuido a las consecuencias del efecto del evento El Niño muy intenso desarrollado en el 2015, que podría explicar la calidad física de las muestras recibidas en el año 2016 provenientes de la ZAE4, con promedios superiores en todas las zonas en este mismo año.

En la Tabla 7 se presentan los porcentajes para las variables de humedad, merma, granos brocados, pasillas y factor de rendimiento por municipio. 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.

Calidad sensorial

Para el análisis sensorial, en total se evaluaron 445 muestras, el 80,97% de las muestras no presentaron defectos sensoriales. La Tabla 8 muestra el porcentaje de muestras con defectos sensoriales y por porcentaje de muestras sin defectos sensoriales, en cada uno de los años del muestreo.

Los defectos sensoriales del café pueden ser originados en las diferentes etapas del proceso productivo del café, debido básicamente a la falta de control y a la baja implementación de las buenas prácticas agrícolas y de manufactura. El departamento de Huila, desde el año 2016, presenta una tendencia a disminuir el porcentaje de defectos identificados respecto al año evaluado, con valores de 30,13% a 19,05%. Con relación a los defectos de mayor frecuencia se identificaron el fenol, reposo y acre. Al realizar el análisis de acuerdo a la proporcionalidad por año, se observa la disminución de los defectos fermento, reposo y acre (Tabla 9). Los municipios de Hobo, Santa María y Tarquí no presentaron defectos sensoriales durante los años de la evaluación.

Al realizar el análisis por características sensoriales se identificaron las tendencias y proporciones de las muestras y sus calificaciones para cada atributo sensorial (Tabla 10).

En las Tablas 11 y 12 se presenta la proporción de muestras, para diferentes rangos de valoración, en cada uno de los atributos sensoriales del café, empleando la escala de calificación de Almacafé. Para el caso de atributos como la acidez, cuerpo, dulzor, sabor e impresión global se evidencia una mejora en las calificaciones obtenidas en el año 2018. En la Figura 6 se presenta la espacialización de los valores del atributo impresión global, para todas las muestras recibidas de los 35 municipios cafeteros del Huila. En todos los municipios del Huila, se presentan calificaciones en este atributo mayores a 5,7, lo que indica que en el departamento existen zonas potenciales para producir café de alta calidad.

Dentro de los criterios sensoriales para clasificar la calidad sensorial están la ausencia de defectos sensoriales y la presencia de diferentes descriptores positivos de la calidad sensorial. En la Tabla 13 se presenta la proporción de los descriptores obtenidos por año de estudio, donde las notas dulces son el principal descriptor del café evaluado, seguido, de notas cítricas, frutales, caramelo, floral, herbal, miel y avellanas. En la Figura 7 se presentan los descriptores sensoriales que se obtuvieron para todo el departamento durante la ejecución del proyecto. Adicionalmente en la Tabla 14 se presentan los descriptores sensoriales por municipio.

Composición química

Para las muestras analizadas en la Tabla 15 se presentan los valores obtenidos para ácidos clorogénicos, cafeína, lípidos, sacarosa y trigonelina. Los valores promedio (en porcentaje base seca) de los compuestos químicos estimados en las muestras de café verde estuvieron dentro del rango reportado para el café de variedad *Coffea arabica* L.

Tabla 7. Porcentajes (promedio, mínimo y máximo) de la calidad física del café del Huila, por municipio.

Municipio	Humedad (%)			Merma (%)			Pasilla (%)			Broca (%)			Factor de rendimiento		
	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.
Acevedo	11,3	9,0	14,3	18,8	16,6	21,1	0,94	0,0	5,12	1,99	0,0	10,6	91,19	84,94	102,45
Agrado	11,8	11,0	13,2	17,8	17,8	17,8	0,13	0,0	0,29	1,33	0,29	3,83	85,91	85,79	86,04
Aipe	12,3	11,1	14,4	17,7	16,8	19,2	1,25	0,08	3,69	2,39	0,44	4,53	89,88	86,56	91,4
Algeciras	12,4	10,6	14,6	18,3	16,4	20,5	0,88	0,0	4,8	1,05	0,0	7,02	88,93	85,29	95,38
Altamira	11,0	10,6	11,5	18,4	18,3	18,7	1,56	0,14	4,28	1,43	0,29	2,75	90,32	88,21	91,75
Baraya	12,0	11,3	13,1	18,7	17,8	20,3	0,58	0,0	1,35	0,14	0,0	0,33	90,0	86,01	96,8
Campoalegre	11,1	9,1	13,6	17,9	16,4	20,9	2,19	0,0	5,76	3,12	0,64	5,63	92,64	91,35	93,77
Colombia	12,2	9,2	14,0	18,7	16,4	21,1	1,81	0,0	7,15	3,11	0,62	6,62	91,98	87,7	97,83
Elias	11,6	11,0	12,3	18,9	17,2	20,6	0,85	0,0	2,09	0,51	0,0	0,86	88,27	86,19	89,78
Garzón	11,4	9,0	13,8	18,5	16,2	21,2	0,41	0,0	2,31	1,72	0,0	6,24	88,35	84,72	95,86
Gigante	11,5	9,2	14,8	18,2	16,8	20,6	0,56	0,0	1,8	1,83	0,03	7,86	88,33	85,67	91,87
Guadalupe	11,4	9,0	13,7	18,7	16,8	21,0	0,58	0,0	2,49	1,26	0,0	5,35	89,28	85,82	98,87
Hobo	11,7	10,5	13,2	18,2	17,2	20,0	0,53	0,0	2,1	1,11	0,56	1,66	88,32	86,33	90,19
Íquira	11,1	9,6	12,8	18,0	17,0	19,2	0,56	0,05	1,14	1,03	0,15	3,72	87,36	84,64	90,68
Isnos	11,6	9,2	14,5	18,8	17,6	20,6	1,11	0,0	4,33	1,81	0,0	7,7	89,91	86,64	100,17
La Argentina	11,3	9,4	13,3	18,1	17,2	19,2	0,44	0,06	1,7	2,06	0,69	2,89	89,97	87,84	94,61
La Plata	11,9	9,9	14,5	18,5	16,5	21,1	0,77	0,0	7,45	1,4	0,0	6,74	90,13	85,64	102,86

Continúa...

...continuación.

Municipio	Humedad (%)		Merma (%)		Pasilla (%)		Broca (%)		Factor de rendimiento							
	Prom.	Mín.	Prom.	Mín.	Prom.	Mín.	Prom.	Mín.	Prom.	Mín.	Máx.					
Nátaga	12,6	10,2	14,6	14,6	18,2	17,1	19,7	0,0	2,56	0,9	0,0	3,13	89,97	86,75	91,87	
Neiva	12,6	10,0	14,1	14,1	18,9	17,2	20,2	1,63	0,0	7,46	1,46	0,04	8,81	89,68	85,41	97,55
Oporapa	11,3	9,0	13,8	13,8	18,4	16,6	21,4	0,6	0,0	3,87	1,1	0,0	3,76	88,65	84,69	96,12
Paicol	11,6	9,0	14,3	14,3	17,9	16,6	20,2	0,61	0,0	2,27	1,52	0,03	6,42	88,66	84,82	95,81
Palermo	12,2	10,4	13,5	13,5	19,2	16,5	20,9	0,83	0,0	1,92	0,89	0,08	1,34	89,76	84,96	94,38
Palestina	11,7	9,0	14,0	14,0	19,0	17,6	20,8	0,79	0,0	3,15	2,78	0,0	8,13	91,85	87,62	98,17
Pital	11,7	10,1	14,3	14,3	18,6	17,2	20,9	0,57	0,0	1,68	0,78	0,0	3,32	88,56	85,37	93,05
Pitalito	11,7	9,6	14,7	14,7	18,6	16,3	21,4	1,15	0,0	8,63	1,62	0,0	8,53	89,45	84,48	103
Rivera	12,6	11,4	13,9	13,9	18,0	17,2	18,7	1,41	0,0	4,08	0,64	0,05	1,94	88,78	86,87	91,73
Saladoblanco	11,3	9,3	12,7	12,7	18,4	17,0	21,0	0,69	0,0	4,04	1,09	0,19	3,76	89,42	84,59	99,01
San Agustín	11,5	9,0	13,6	13,6	18,8	17,5	19,5	0,78	0,0	2,13	1,4	0,07	6,25	90,44	87,23	102,71
Santa María	11,7	9,5	13,9	13,9	18,8	16,2	21,0	0,61	0,0	1,68	1,76	0,05	7,39	91,15	87,03	96,94
Suaza	11,6	10,2	13,8	13,8	18,4	16,7	20,5	0,78	0,0	4,05	1,18	0,0	4,38	89,45	85,78	94,7
Tarqui	12,0	10,2	13,5	13,5	18,5	16,9	20,6	0,36	0,0	1,17	0,98	0,0	6,76	87,87	84,92	96,38
Tello	12,0	11,0	13,6	13,6	18,4	16,4	21,4	1,10	0,0	4,2	1,71	0,0	5,92	89,86	85,88	94,4
Teruel	11,6	9,8	14,6	14,6	17,6	16,5	19,3	1,02	0,0	3,65	0,61	0,13	1,25	89,96	86,77	97,65
Tesalia	12,0	10,1	15,0	15,0	18,3	16,8	19,7	0,66	0,09	1,32	1,84	0,07	4,19	87,49	85,47	92,45
Timaná	11,4	9,0	13,4	13,4	18,4	17,0	21,4	0,72	0,14	1,36	1,44	0,15	5,19	89,51	85,8	102,29

Tabla 8. Calidad sensorial del café del Huila, por año.

	2016	2017	2018
Muestras sin defecto (%)	69,87%	74,77%	80,95%
Muestras con defecto (%)	30,13%	25,23%	19,05%

Tabla 9. Proporción de defectos sensoriales del café por año de evaluación.

Defecto	2016	2017	2018
Acre	2,62%	9,91%	3,81%
Fenol	1,75%	1,80%	1,90%
Fermento	5,24%	6,31%	3,81%
Inmaduro	5,24%	5,41%	2,86%
Reposo	13,54%	-	5,71%
Terroso	1,75%	1,80%	0,95%
Sin defecto	69,87%	74,77%	80,95%

Tabla 10. Valores promedio, máximo, mínimo para los atributos sensoriales del café del Huila.

Atributo	Promedio	Máximo	Mínimo
Fragancia y aroma	5,22	8,0	4,0
Acidez	5,28	7,5	4,0
Cuerpo	5,09	7,5	4,0
Impresión global	5,33	7,5	4,5

Tabla 11. Proporción de calificaciones de los atributos: fragancia/aroma, acidez y cuerpo del café del Huila, por año.

Calificación atributo	Fragancia y aroma			Acidez			Cuerpo		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
< 4,0	6,10%	3,60%	3,80%	6,60%	2,70%	3,80%	18,30%	13,50%	13,30%
4,0–5,5	79,00%	84,70%	79,00%	86,00%	86,50%	74,30%	69,00%	77,50%	66,70%
6,0–6,5	13,10%	11,70%	13,30%	7,00%	10,80%	21,00%	11,80%	8,10%	18,10%
> 7,0	1,70%	0,00%	3,80%	0,40%	0,00%	1,00%	0,90%	0,90%	1,90%

Tabla 12. Proporción de calificaciones de los atributos: dulzor, sabor e impresión global por año.

Calificación atributo	Dulzor			Sabor			Impresión global		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
< 4,0	9,20%	7,20%	7,60%	9,60%	8,10%	7,60%	19,70%	11,70%	13,30%
4,0–5,5	72,10%	77,50%	72,40%	78,20%	82,00%	71,40%	62,90%	75,70%	58,10%
6,0–6,5	15,70%	13,50%	18,10%	10,50%	9,90%	19,00%	14,80%	11,70%	25,70%
> 7,0	3,10%	1,80%	1,90%	1,70%	0,00%	1,90%	2,60%	0,90%	2,90%

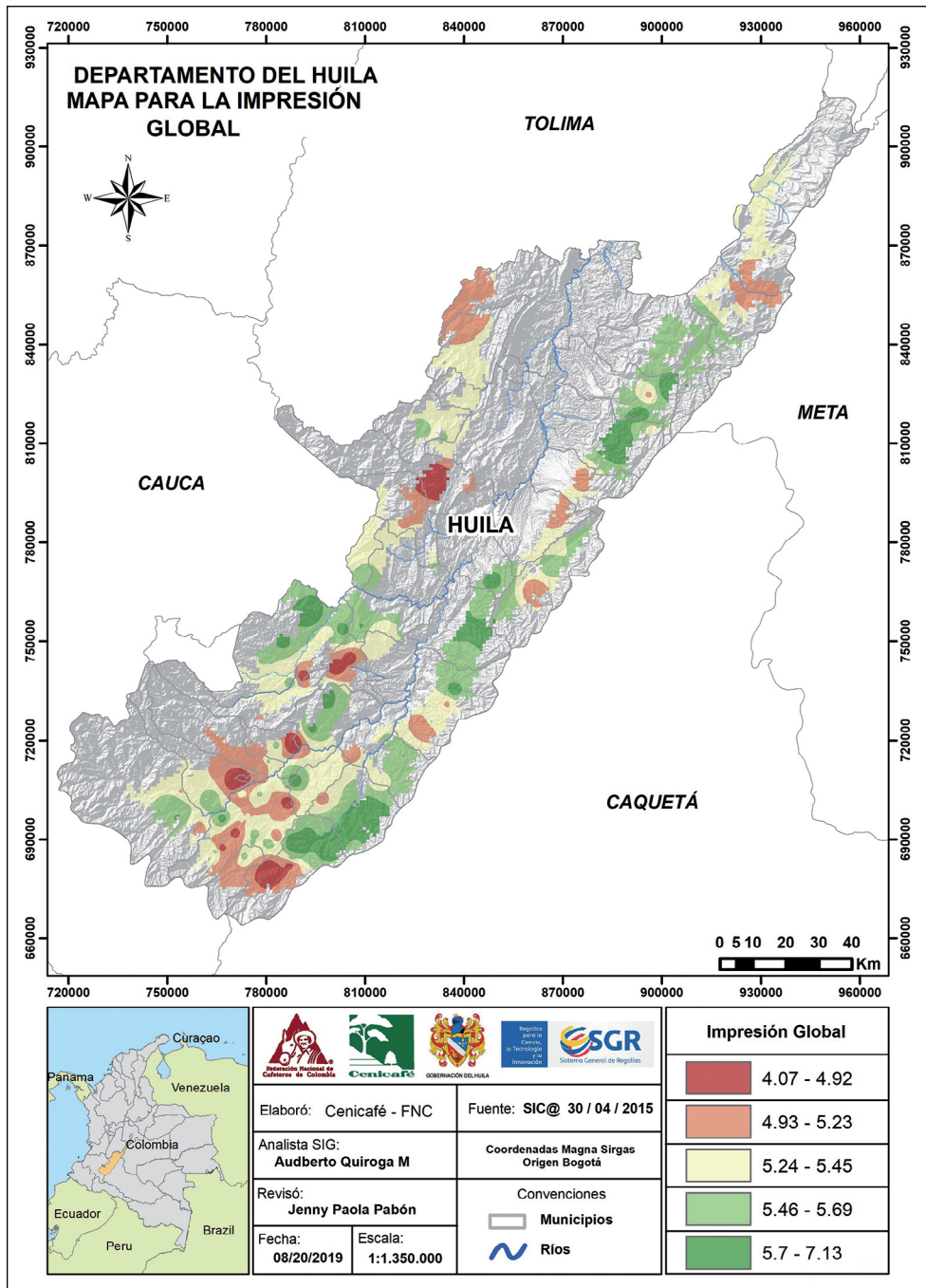


Figura 6. Calificación de impresión global obtenida para todas las muestras del departamento del Huila, durante los años 2016, 2017 y 2018.

Tabla 13. Principales descriptores sensoriales del café del Huila, por año de evaluación.

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

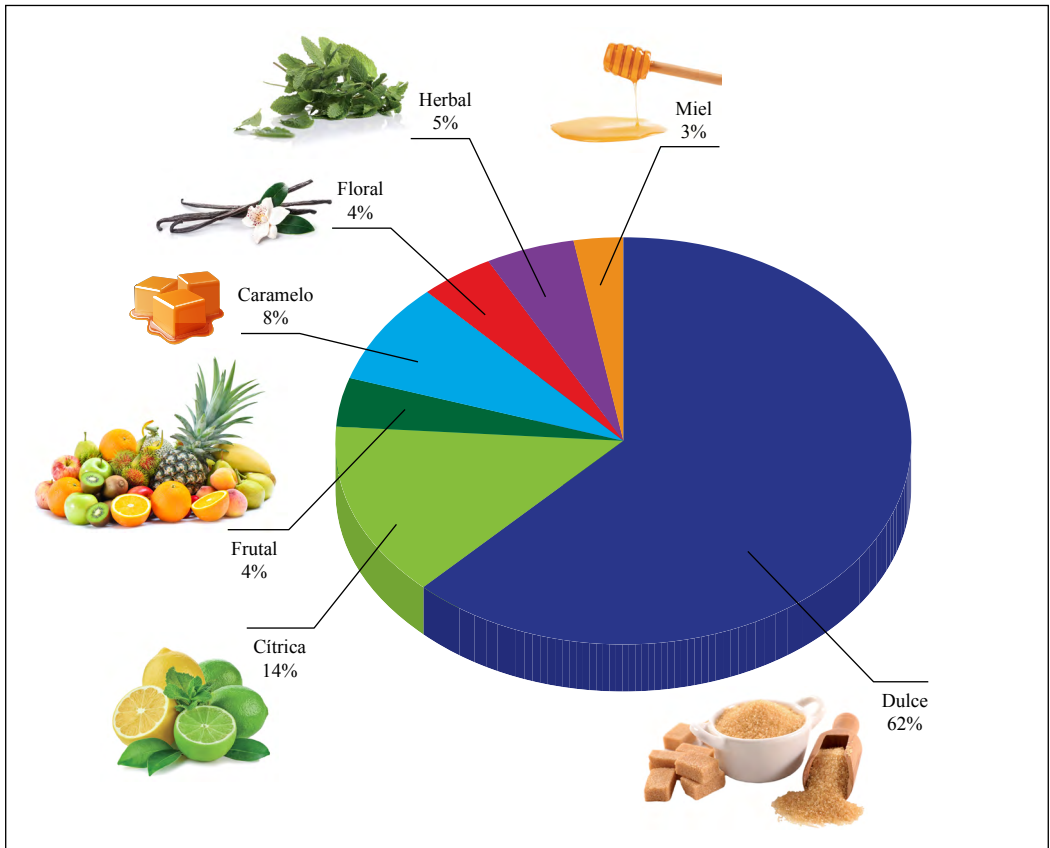


Figura 7. Distribución porcentual de los descriptores sensoriales del café del Huila entre 2016 y 2018.

Tabla 14. Proporción de descriptores sensoriales por municipio.

Municipio	Avellanas	Caramelo	Cítrica	Dulce	Floral	Frutal	Herbal	Miel
Acevedo		8,00%	24,00%	56,00%	4,00%	4,00%	4,00%	
Agrado				100,00%				
Aipe			50,00%	50,00%				
Algeciras		16,60%	16,67%	66,67%				
Altamira				100,00%				
Baraya				66,67%				33,33%
Campoalegre				83,33%		16,67%		
Colombia		20,00%	20,00%	40,00%			20,00%	
Elías				100,00%				
Garzón		11,70%	5,88%	52,94%	5,88%	5,88%	17,65%	
Gigante		7,60%	23,08%	46,15%		23,08%		
Guadalupe		7,60%	7,69%	46,15%		15,38%	15,38%	7,69%
Hobo				75,00%		25,00%		
Íquira		16,60%	16,67%	50,00%		16,67%		
Isnos		14,20%	14,29%	57,14%				14,29%
La Argentina		20,00%	40,00%	40,00%				
La Plata	4,00%	4,00%	16,00%	52,00%	8,00%	4,00%	4,00%	8,00%

Continúa...

...continuación.

Municipio	Avellanas	Caramelo	Cítrica	Dulce	Floral	Frutal	Herbal	Miel
Nátaga		20,00%		40,00%	40,00%			
Neiva	12,50%		25,00%	12,50%	25,00%	12,50%	0,00%	12,50%
Oporapa		12,50%	12,50%	62,50%				12,50%
Paicol			28,57%	71,43%				
Palermo			28,57%	71,43%				
Palestina			15,38%	69,23%			7,69%	7,69%
Pital		10,00%		90,00%				
Pitalito		6,45%		77,42%	6,45%	3,23%	6,45%	
Rivera		50,00%	50,00%					
Saladoblanco				100%				
San Agustín		5,88%	5,88%	64,71%	11,76%		5,88%	5,88%
Santa María				75,00%	12,50%		12,50%	
Suaza		5,88%	5,88%	64,71%	5,88%	11,76%	5,88%	
Tarqui		12,50%	12,50%	62,50%		12,50%		
Tello		22,22%	22,22%	44,44%				11,11%
Teruel				40,00%		20,00%	40,00%	
Tesalia			33,33%	66,67%				
Timaná	10,00%	10,00%	20,00%	60,00%				

Tabla 15. Valores promedios, máximo y mínimos obtenidos para los compuestos químicos del café del Huila.

Variables	Valores observados			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Mediana
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

Análisis de componentes principales

En la Figura 8 se presentan los resultados obtenidos del análisis de componentes principales. Los dos primeros componentes principales explicaron el 51,3% de la varianza. El primero está correlacionado con las variables de la composición química, como la cafeína, lípidos, ácidos clorogénicos y sacarosa. El segundo componente está relacionado con las variables de calidad sensorial (cuerpo, acidez, sabor, dulzor). En la Tabla 18 se muestran los cuatro grupos de municipios clasificados en este análisis. Las características pertenecientes a las variables químicas están fuertemente marcadas en los municipios pertenecientes al grupo 1, mientras que las características asociadas a las variables de calidad parecen ser características pertenecientes en los municipios del grupo 4.

Las variables de calidad sensorial como sabor, puntaje de catador y cuerpo se relacionan de forma inversa con las variables físicas como la proporción de granos brocados y pasilla, es decir, que a medida que se tienen las mejores prácticas agronómicas en el cultivo, combinado con procesos de clasificación para la separación de granos defectuosos en el proceso de poscosecha, los atributos sensoriales como los anteriormente mencionados tendrán una mejor calificación.

Con la información obtenida durante la ejecución del proyecto puede concluirse que las variables asociadas a la calidad física, sensorial y composición química, permiten que el café producido en el departamento del Huila cumpla con los criterios que se establecieron para obtener la Denominación de Origen Café del Huila.

Tabla 18. Clasificación de municipios del departamento del Huila, de acuerdo con el análisis de componentes principales.

Grupo 1	Altamira, Campoalegre, Isnos, La Argentina, Palestina, Pitalito, San Agustín.
Grupo 2	Agrado, Aipe, Garzón, Oporapa, Pital, Rivera, Saladoblanco, Teruel, Timaná
Grupo 3	Acevedo, Algeciras, Baraya, Colombia, Neiva, Paicol, Palermo, Tello, Tesalia
Grupo 4	Eliás, Gigante, Guadalupe, Hobo, Iquira, La Plata, Nataga, Santa María, Suaza, Tarqui.

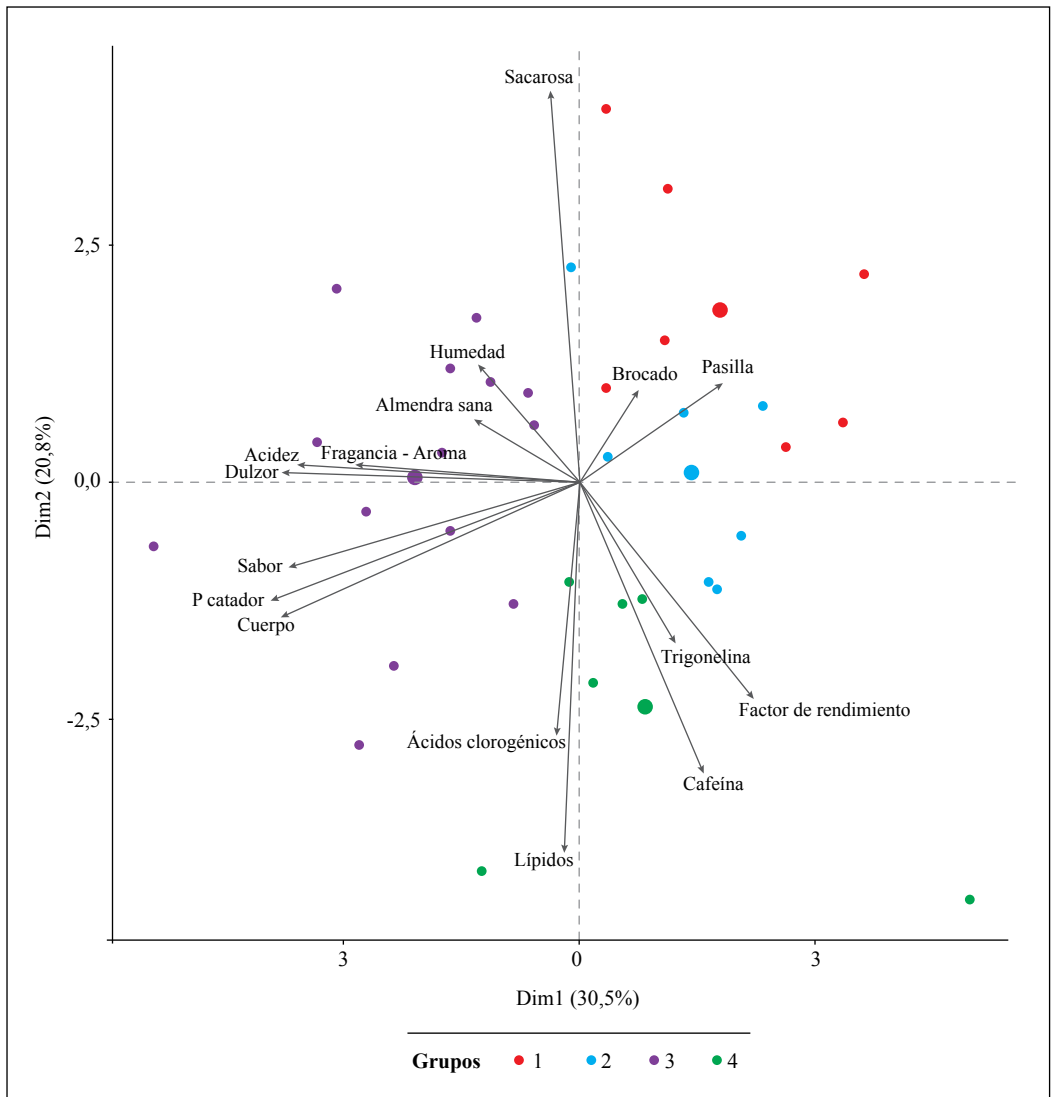


Figura 8. Componentes principales para las variables de calidad del café en el Huila, para los grupos de municipios descritos en la Tabla 18.

AGRADECIMIENTOS

Al Servicio de Extensión del Comité Departamental de Cafeteros del Huila, especialmente a los doctores Mauricio Salazar e Iván Álvarez. Al auxiliar del proyecto, Alexis Urriago. Al proyecto “Aplicación de Ciencia,

Tecnología e Innovación en el Cultivo de café ajustado a las condiciones particulares de la caficultura del Huila” financiado por la Gobernación del Huila, el Sistema General de Regalías, Cenicafé y el Comité del Huila. A la coordinadora del proyecto la Dra. Zulma Nancy Gil.

LITERATURA CITADA

- Cheng, B., Furtado, A., Smyth, H. E., & Henry, R. J. (2016). Influence of genotype and environment on coffee quality. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.003>
- Coradi, P. C., Borém, F. M., Saath, R., & Marques, E. R. (2007). Effect of drying and storage conditions on the quality of natural and washed coffee. *Coffee Science*, 2(1), 38–47. <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/37>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2017). Comportamiento de la industria cafetera colombiana 2017. https://federaciondefcafeteros.org/static/files/Informe_Industria_2017.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros. (2019). Informe del Gerente al 87 Congreso Nacional de Cafeteros. <https://federaciondefcafeteros.org/app/uploads/2019/12/Informe-del-Gerente-al-87-Congreso-Nacional-de-Cafeteros-2019.pdf>
- Franca, A. S., Oliveira, L. S., Mendonça, J. C. F., & Silva, X. A. (2005). Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. *Food Chemistry*, 90(1), 89–94. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.028>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2000). NTC 4883:2000 Análisis sensorial. Café. Metodología para análisis sensorial cuantitativo descriptivo del café. <https://tienda.icontec.org/gp-analisis-sensorial-cafe-metodologia-para-analisis-sensorial-cuantitativo-descriptivo-del-cafe-ntc4883-2000.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1987). NTC 2324: Café verde. Examen olfativo y visual y determinación de materia extraña y defectos. <https://tienda.icontec.org/gp-cafe-verde-examen-olfativo-y-visual-y-determinacion-de-materia-extrana-y-defectos-ntc2324-1987.html>
- Organización Internacional del Café. (2018). El mercado de café finalizó 2017/18 en excedente (Informe del mercado de Café, pp. 1–7). <https://www.ico.org/documents/cy2017-18/cmr-0918-c.pdf>
- Pohlan, H. a J., & Janssesn, M. J. J. (2010). Growth and Production of Coffee in Soils. En W.H. Verheye (Eds.), *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) Plant Growth and Crop Production Vol 3* (p. 485–510).
- Puerta, G. I. (2011). Composición química de una taza de café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 414, 1–12. <http://hdl.handle.net/10778/340>
- Salazar, S., Hoyos, J., Quiroga-Mosquera, A., & García-López, J. C. (2019). Zonas agroecológicas. En Centro Nacional de Investigación e innovación en el cultivo del café ajustado a las condiciones particulares del Huila (pp. 08–31). *Cenicafé*. https://doi.org/10.38141/10791/0005_1
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2013). Resolución 17989 de 16 de abril de 2013 por la cual se decide una solicitud de protección de una denominación de origen del café del Huila. https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Denominacion%20de%20Origen/Agro%20-%20Alimenticios/Caf%C3%A9%20del%20Huila/cafe_de_huila.pdf
- Villegas, A. M., Pérez, C., Arana, V., Sandoval, T., Posada, H., Garrido, A., Guerrero, J., Pérez, D., & Olmo, J. (2014). Identificación de origen y calibración para tres compuestos químicos en café, por espectroscopia de infrarojo cercano. *Revista Cenicafé*, 65(1), 7–16. <http://hdl.handle.net/10778/551>
- Wintgens, J. N. (Ed.). (2012). *Coffee: Growing, processing, sustainable production: a guidebook for growers, processors, traders, and researchers* (2a ed.). Wiley.