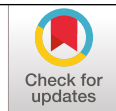


DESCRIPCIÓN DE FACTORES PRODUCTIVOS Y DE PROCESAMIENTO EN FINCAS CON CALIDAD SOBRESALIENTE EN LA ZONA CENTRAL DE COLOMBIA

Jenny Paola Pabón Usaquén  *, Valentina Osorio Pérez  **, Claudia Patricia Gallego Agudelo  *

Pabón, J., Osorio, V., & Gallego, C. P. (2025). Descripción de factores productivos y de procesamiento en fincas con calidad sobresaliente en la zona central de Colombia. *Revista Cenicafé*, 76(1), e76104. <https://doi.org/10.38141/10778/76104>



Se realizó la caracterización de la calidad física, sensorial y química de muestras de café provenientes de 400 fincas ubicadas en 12 departamentos cafeteros de la zona central de Colombia durante los años 2021, 2022 y 2023. De estas, se seleccionaron las 50 mejores fincas. Los criterios de selección empleados fueron: que durante los tres muestreos no hubieran presentado defectos sensoriales y que en la calidad sensorial expresada como puntaje total SCA (Specialty Coffee Association) hubieran obtenido un mínimo de 84 puntos, que clasifica el café como muy bueno. A las fincas seleccionadas se les realizó una visita técnica con el fin de identificar la infraestructura y las condiciones de procesamiento particulares. El valor promedio de puntaje total SCA, en los tres años de muestreo, fue de 82,2 puntos con un máximo de 87,0. Las fincas obtuvieron valores mayores de 75% de almendra sana y menores de 3,0% para defectos físicos. El proceso de beneficio en todas las fincas se realiza por vía húmeda y el 92,5% remueven el mucilago empleando la fermentación espontánea. El 75% de los productores mezclan lotes de café despulpado hasta de tres días diferentes. El 98% tienen la capacidad y la tecnología óptima para realizar el secado y el 75% lo realiza con secado 100% solar. Se resalta en todos los productores el desarrollo de actividades de clasificación durante el proceso de despulpado, del lavado y del secado, lo que permite asegurar la calidad de su café.

Palabras clave: Fincas cafeteras, beneficio por vía húmeda, puntaje SCA, almendra sana.

CHARACTERIZATION OF PRODUCTION AND PROCESSING FACTORS IN OUTSTANDING-QUALITY COFFEE FARMS IN CENTRAL COLOMBIA

A quality characterization was carried out on coffee samples from 400 farms located in 12 coffee-growing departments in the central region of Colombia during the years 2021, 2022, and 2023. From these, the 50 best farms were selected. The selection criteria used for the characterization were: no sensory defects present during the three sampling periods, and a minimum sensory quality score of 84 points according to the SCA (Specialty Coffee Association) scale, which classifies coffee as “very good”. The selected farms were visited for a technical assessment to identify their infrastructure and specific processing conditions. The average SCA score across the three sampling years was 82.2 points, with a maximum of 87. The farms achieved more than 75% healthy beans and less than 3.0% physical defects. All farms used the wet processing, and 92.5% removed the mucilage through spontaneous fermentation. For 75% of the producers, batches of pulped coffee were mixed up to from three different days. 98% had the appropriate capacity and technology for drying, and 75% carried out drying using 100% solar methods. All producers stood out for implementing sorting activities during pulping, washing, and drying processes, ensuring their coffee's quality.

Keywords: Coffee farms, wet processing, SCA score, Bean quality.

* Asistente de Investigación. Disciplina de Calidad, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. <https://orcid.org/0000-0003-1576-2297> y <https://orcid.org/0000-0002-1532-8055>

** Investigador Científico II. Disciplina de Calidad, Cenicafé. <https://orcid.org/0000-0002-1166-0165>



La calidad del café se consolida como el resultado de la combinación de diferentes factores que generan en el grano la acumulación de los compuestos químicos, y que se expresan cuando es tostado (Osorio & Pabón, 2022). Los factores incluyen desde la selección de la especie, la variedad, las condiciones climáticas, el tipo de suelo, las prácticas agronómicas y las prácticas realizadas durante el proceso de beneficio (Osorio, 2021).

El procesamiento o beneficio de los frutos de café, es una etapa clave para obtener el café pergamino seco y poder comercializarlo. El beneficio puede clasificarse en tres vías: natural, semi-seco y lavado. Los naturales también conocidos como procesados por vía seca, incluyen la recolección y secado del fruto directamente, sin retirar las partes que constituyen al grano (Hameed et al., 2018; Osorio et al., 2022). En el beneficio semi-seco se obtienen los denominados *honeys* e implica el despulpado de los frutos y secado (Yulianti et al., 2024). En el procesamiento por vía húmeda o lavado, se obtiene el café pergamino seco y es el más reconocido y utilizado en Colombia; comprende las etapas de recolección, despulpado, remoción de mucílago, lavado y secado (Hameed et al., 2018).

En las etapas del procesamiento por vía húmeda es necesario aplicar prácticas para evitar la generación de defectos en el grano que afectan su calidad (Pabón & Osorio, 2019; Peñuela & Sanz, 2021; Puerta, 2015). Por ejemplo, se recomienda procesar únicamente frutos de café maduros, separando los inmaduros, pintones y secos, para garantizar la buena calidad de la bebida (Osorio et al., 2023; Puerta, 2000). En el proceso de remoción de mucílago, cuando se realiza fermentación espontánea, se recomienda el empleo del Fermaestro™ para estimar el tiempo adecuado de fermentación y garantizar la remoción de mucílago (Peñuela

et al., 2012). Adicionalmente, se recomienda no aplicar fermentaciones prolongadas con frutos de estado de madurez avanzada (Osorio et al., 2024). Además, cuando se emplean máquinas para remover el mucílago y lavar el café, es indispensable calibrar la capacidad de la despulpadora con el desmucilagador y garantizar el flujo de agua durante el lavado (Pabón et al., 2009). En el proceso de lavado, la recomendación es remover los flotes e iniciar el proceso de secado en cuanto sea posible (Pabón & Peñuela, 2016). El secado es una etapa física en la cual debe garantizarse que el grano de café alcance un contenido de humedad entre el 10% y el 12%, sin interrupciones durante el proceso, para evitar la generación de defectos sensoriales, como el grano terroso (Pabón & Osorio, 2022). Adicionalmente, ya sea en secado solar o mecánico, debe evitarse el empleo de altas temperaturas, superiores a 50°C (Cano et al., 2018; Oliveira et al., 2013; Taveira et al., 2015).

Avelino et al. (2005) evaluaron los efectos de la exposición solar y la altitud en la calidad sensorial de cafés procedentes de dos rangos altitudinales de dos zonas de Costa Rica: 1.020–1.250 m (Orosí) y 1.550–1.780 m (Santa María de Dota). En las dos regiones los frutos maduros se procesaron por vía húmeda, con 24 horas de fermentación espontánea, se lavaron y se secaron hasta un 12% de humedad. Los granos fueron clasificados por tamaño (retenidos por encima de la malla 16), antes de los análisis químicos y sensoriales. En cuanto a los resultados en calidad sensorial, determinaron una correlación positiva entre la altitud y la acidez de la bebida del café, en las muestras de café provenientes en la localidad de Orosí. Tieghi et al. (2024) evaluaron la influencia del origen geográfico y el procesamiento poscosecha en la composición química y la calidad sensorial del café *Coffea arabica* proveniente de tres

zonas de Minas Gerais: Cerrado, Matas de Minas y Sul de Minas, en Brasil, con dos tipos de procesamiento (por vía húmeda y por vía seca). El Análisis de Componentes Principales (PCA) indicó que las muestras de la región de Cerrado tendieron a diferenciarse químicamente, exhibiendo niveles más altos de trigonelina y en cuanto a calidad sensorial; las muestras despulpadas (por vía húmeda) obtuvieron una puntuación sensorial promedio significativamente superior en un 1,5% en comparación con los cafés naturales.

La calidad del café puede medirse en cuatro componentes: composición química del grano, calidad física, calidad sensorial y la inocuidad del grano (Osorio, 2021). Los compuestos químicos, como los azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa), alcaloides (cafeína, trigonelina, teobromina), lípidos, ácidos grasos, ácidos orgánicos, ácidos clorogénicos, entre muchos otros, son determinantes para obtener las particularidades que tiene la bebida del café (Cao et al., 2023).

La calidad física del grano se compone por la humedad en pergamino y en almendra, la cantidad de defectos físicos y la cantidad de almendra sana presente en una muestra. El tamaño del grano se determina por medio de un análisis de granulometría del café almendra. De esta forma se determinan la proporción de defectos físicos, el porcentaje de almendra sana, el factor de rendimiento y el tamaño del grano (Osorio, 2021).

La calidad sensorial del café se determina analizando la muestra y describiendo sus atributos, cualidades o defectos. La metodología más utilizada es la desarrollada por la Asociación de Cafés Especiales (SCA, por sus siglas en inglés). En esta se califican diez atributos: fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, dulzor, taza limpia, uniformidad y puntaje de catador. El

puntaje total es obtenido con la sumatoria de todos los atributos (SCA, Specialty Coffee Association, 2015). Si el puntaje total es mayor o igual a 79 puntos, significa que el café no presenta defecto sensorial y si está entre 80,00-84,99 se clasifica como muy bueno, así como excelente si está entre 85,00-89,99 y, excepcional, si el puntaje total es 90,00 a 100. Si la muestra presenta defecto sensorial, la calificación es menor de 70,00 puntos. Los defectos sensoriales que se presentan con mayor frecuencia pueden agruparse en cuatro grupos: inmaduros, sobrefermentados, terrosos y contaminados (Osorio, 2021).

De las caracterizaciones de la calidad del café realizadas en los departamentos de Caldas en 2015 y 2017 (Pabón et al., 2021; Puerta & Pabón, 2018), en Huila los años 2016 al 2018 (Osorio et al., 2021) y en Cesar durante los años 2021 y 2022 (Echeverri & Osorio, 2024), a muestras de caficultores seleccionados de forma aleatoria, se reportaron con defectos sensoriales el 24,84% para Caldas, 24,21% para Huila y 22,80% para Cesar. Los defectos sensoriales más recurrentes fueron: fermento (6,25%), inmaduro (5,39%), reposo (4,45%) y terroso (3,58%).

En la caracterización del café que se realizó en 400 fincas de los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Casanare, Chocó, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca, se analizaron las cuatro dimensiones (física, sensorial, química e inocuidad), en 1.010 muestras de café pergamino seco, procesadas por los caficultores durante las cosechas de los años 2021, 2022 y 2023. Del total de las muestras recibidas, el 97,8% correspondieron a variedades resistentes como Castillo®, Colombia, Cenicafé 1 y Tabi. El 60% de las muestras no presentaron defectos sensoriales, mientras que los defectos que

se identificaron en mayor proporción fueron fermento (14%) y el terroso (13%), los cuales son indicadores de prácticas inadecuadas en el procesamiento. Los ecotopos 101A de Antioquia, 308A y 309A en Santander y 102A en Chocó se destacaron en calidad sensorial porque obtuvieron puntajes superiores a 85,00 puntos SCA, clasificando estos cafés como de excelente calidad. El análisis de clasificación reveló cuatro rangos altitudinales (menos de 1.000 m, 1.001-1.400 m, 1.401-1.800 m y más de 1.800 m), que permiten explicar las variables de calidad y composición química. Se observó que las muestras obtenidas a altitudes menores a 1.000 m presentaron mayores valores de almendra sana, mientras que las de altitudes superiores a 1.800 m tuvieron granos de mayor tamaño. No se observó un efecto significativo del rango altitudinal sobre el puntaje total SCA. Por otro lado, los contenidos de lípidos, cafeína, trigonelina y del ácido graso palmítico fueron más altos en las muestras provenientes de altitudes superiores a 1.400 m, mientras que los niveles de sacarosa y ácido graso linoleico aumentaron en altitudes superiores a 1.800 m (Pabón, 2024).

Con el objetivo de caracterizar las fincas que no presentaron defecto sensorial durante todos los muestreos, se analizó la información y se seleccionaron 50 fincas. Como criterios de selección se escogieron las fincas que durante tres muestreos no presentaron en su café defecto sensorial y que obtuvieron al menos una vez calificaciones mayores a 84,00 puntos en la escala SCA. A continuación, se presentan las características de producción y del sistema de beneficio de estas 50 fincas que en su café obtuvieron calificaciones sobresalientes en calidad sensorial. Con estos resultados se contribuye a identificar los factores clave involucrados en la buena calidad y las puntuaciones sensoriales superiores en el café.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de fincas. Se realizó de acuerdo con los resultados obtenidos de la caracterización del café, en 400 fincas seleccionadas de forma aleatoria durante los años 2021, 2022 y 2023 de los departamentos de Caldas, Antioquia, Casanare, Chocó, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Norte de Santander, Risaralda, Meta, Tolima y Valle del Cauca. Estos departamentos están ubicados en el rango latitudinal de 3°N a 7°N, que coincide con la zona central cafetera del país.

Se seleccionaron 50 fincas con resultados de calidad sobresaliente. La caracterización se realizó durante los años 2021, 2022 y 2023, y se obtuvieron 1.010 muestras de café pergamino seco procesadas por los productores. De cada año de muestreo, se descartaron las muestras provenientes de las fincas en las que se hubiera presentado defecto sensorial, asegurando que las muestras sin defectos provenientes de las fincas fueran consistentes durante las tres cosechas. Posterior a esto y con las fincas que obtuvieron un puntaje total mayor a 80,00 puntos, se clasificaron y ordenaron por el mayor puntaje total SCA, seleccionando de esta manera las 50 fincas.

Las fincas están ubicadas en el rango latitudinal de 3°N a 7°N, distribuidas en 18 ecotopos cafeteros. Un ecotopo cafetero, es una zona con continuidad geográfica con condiciones predominantes de clima y suelo relativamente homogéneas (Gómez et al., 1991).

Sistema productivo fincas. Con la información del Sistema de Información Cafetera (SICA), que es una base de datos dinámica y georreferenciada con gran cobertura, gestionada por el Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, fue posible identificar las variables asociadas al sistema productivo de la finca, como la variedad, altitud, área total y área del cultivo de café.

Variables climáticas. En la Plataforma Agroclimática Cafetera (Sarmiento et al., 2022), gestionada y administrada por la disciplina de Agroclimatología de Cenicafé, se obtuvo la información histórica anual para cada finca, de las variables de precipitación (mm) y temperaturas media, máxima y mínima (°C).

Calidad sensorial. Los análisis sensoriales se llevaron a cabo siguiendo la metodología SCA. Las muestras de café almendra, libres de defectos físicos, fueron procesadas en una tostadora de muestras marca Probat, comenzando a una temperatura de 200°C ($\pm 10^\circ\text{C}$) durante un tiempo entre ocho y doce minutos, hasta alcanzar un punto de tueste medio y un color correspondiente a 55 en la escala Agtron/SCA. Las muestras fueron tostadas al menos ocho horas antes de realizar el proceso de catación. El panel de catadores estuvo compuesto por cinco profesionales certificados Q-Grader por el Coffee Quality Institute (CQI).

Calidad física. Los análisis de calidad física se realizaron en los laboratorios de Cenicafé teniendo como base las Normas Técnicas Colombianas – ICONTEC y los procedimientos estandarizados por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Se determinó la humedad del grano (Norma de referencia ISO 6673/NTC 2325), utilizando el equipo Kett PM450. Se cuantificaron los porcentajes de almendra sana, que es la cantidad de granos sin defectos físicos, y se cuantificó el factor de rendimiento (Norma de referencia ICONTEC NTC 5938). Para caracterizar el tamaño del café almendra se realizó el análisis granulométrico, empleando las mallas desde la 17 hasta la 12. Cada malla tiene una medida específica que, según el tamaño del grano, permite que este sea retenido o no.

Procesamiento poscosecha. Para evaluar los procesos de poscosecha realizados por los productores, se diseñó una guía estructurada de verificación, basada en un marco de preguntas clave. La construcción de la guía tuvo las siguientes etapas:

1. Revisión de literatura y validación de criterios. Se identificaron estándares técnicos, normativos y estudios previos sobre buenas prácticas de poscosecha. Los criterios se seleccionaron en función de su relevancia para calidad, pérdidas, manejo y aprovechamiento de subproductos.
2. Formulación de preguntas. Las preguntas se organizaron por etapas del proceso. Cada ítem buscaba verificar el cumplimiento de prácticas mínimas.
3. Validación de expertos. La guía fue discutida y evaluada por los investigadores de la disciplina de Calidad para verificar claridad y pertinencia (validez de contenido).

La guía definitiva incluyó 46 preguntas agrupadas en diez categorías, con la cual se tomaron las observaciones en el campo. Dentro de las categorías se logró obtener información, sobre la recolección y las condiciones de la materia prima, equipos de despulpado y clasificación, proceso de remoción de mucilago, tiempos de proceso, lavado e infraestructura y tipos de secado.

Análisis de la información

Esta investigación fue de tipo descriptiva. Para todas las variables de interés, se realizó análisis descriptivo, estimando los valores promedio, máximo y mínimo, para describir los factores productivos y de procesamiento de las fincas seleccionadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fincas seleccionadas por calidad sensorial

En la Tabla 1 se presenta la cantidad de las fincas seleccionadas por municipio, departamento y ecotopo. Las fincas seleccionadas están ubicadas en diez de los 12 departamentos que participaron en el proyecto de caracterización de la calidad de café producido en la zona central del país, desarrollado durante los años 2021, 2022 y 2023. Las fincas ubicadas en los municipios de La Belleza (Santander),

Abriaquí y Tarso (Antioquia), y Marulanda (Caldas), que participaron en el proyecto de caracterización de calidad, también fueron seleccionadas para la caracterización del sistema de producción y procesamiento.

Características productivas de las fincas seleccionadas

De las muestras de las 50 fincas seleccionadas, el 93,90% provenían de variedades resistentes y el 6,12% de variedades susceptibles como Caturra (Figura 1).

Tabla 1. Departamentos, municipios y ecotopos de las fincas seleccionadas.

Departamento	Fincas	Municipios	Ecotopos
Antioquia	7	Abriaquí, Andes, Cañasgordas, Cocorná, Jardín, Tarso y Urrao.	101A, 105B y 205B
Caldas	13	Aguadas, Anserma, Chinchiná, Manizales, Marulanda, Pácora, Pensilvania, Riosucio y Villamaría.	106B, 107B, 204A, 205B, 206A, 206B y 207A.
Casanare	1	Támara	305B
Chocó	1	Carmen de Atrato	102A
Cundinamarca	1	San Cayetano	310A
Norte de Santander	3	Cáchira	302A
Risaralda	6	Apia, Mistrató, Pueblo Rico y Santa Rosa de Cabal.	102A, 107B y 207A
Santander	13	Curití, Florián, Guadalupe, Guavatá, La Belleza, Matanza, Puente Nacional, Suaita y Valle de San José.	302A, 305A, 307A, 308A y 309A.
Tolima	3	Casabianca, Falan y Fresno	206B
Valle del Cauca	2	El Águila	108B
Total	50	37	18

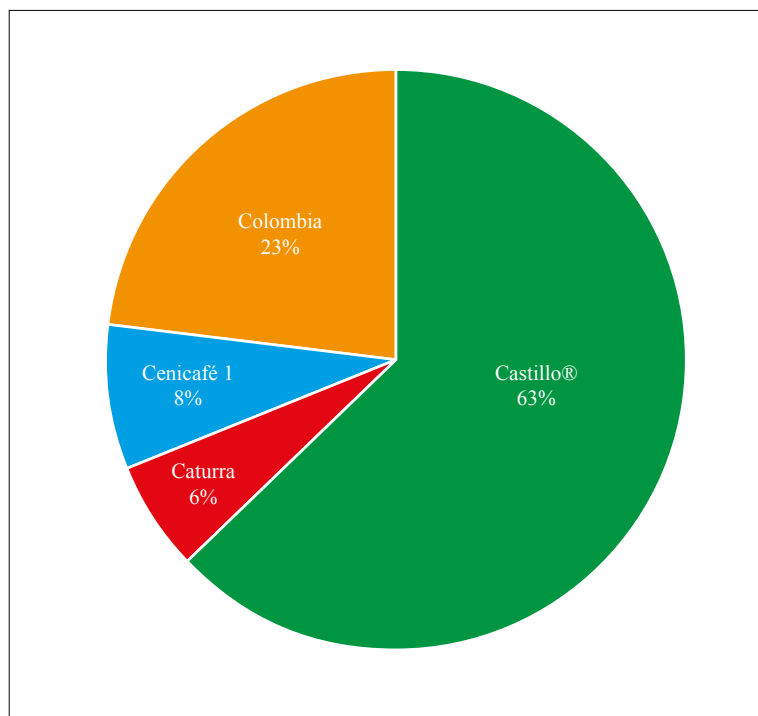


Figura 1. Porcentaje de variedades sembradas en las fincas seleccionadas por calidad sensorial.

En la Tabla 2 se presentan los promedios del tamaño y la edad del cultivo de café de las fincas que fueron seleccionadas. En general, el tamaño promedio de las fincas fue de 5,51 ha, con valores máximos de hasta 60 ha. En cuanto a la edad del cultivo, las fincas seleccionadas tuvieron en promedio 5,4 años, valores máximos de 13,7 y mínimo de 1,0 año. En el ecotopo 205B de los departamentos de Antioquia y Caldas, se encontraban las fincas con los cultivos con edades mayores a diez años.

En cuanto al área en café en las fincas, el 94,0% tenían menos de 5,0 ha de café, como se presenta en la Figura 2. Resaltan los ecotopos 101A y 206A, en los cuales había fincas de mayor tamaño, con 11,7 ha y 12,63 ha, respectivamente; excluyendo esos

dos ecotopos, los valores promedio del área de los predios fue de 1,36 ha.

El 87,5% de las fincas estaban ubicadas por encima de 1.400 metros de altitud (Tabla 3). En los ecotopos 101A, 105B, 204A, 305A y 308A, 100% de las fincas estaban ubicadas por encima de 1.600 m. En cuanto a la posición latitudinal, las fincas que participaron en el proyecto fueron seleccionadas de forma aleatoria en un rango latitudinal de 3° a 7°. El 59,18% de las fincas seleccionadas por calidad, están ubicadas en un rango latitudinal de 5° y 6°.

En la Figura 2, se presenta por rango altitudinal y por cada ecotopo, la ubicación de las 50 fincas seleccionadas.

Tabla 2. Valores promedio, máximo y mínimo de las áreas totales de las fincas y el área en café, por cada ecotopo.

Ecotopo	Área total (ha)			Edad del cultivo (años)		
	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
101A	16,85	60,00	2,00	4,4	5,7	2,8
102A	2,31	3,50	1,20	5,7	11,2	1,9
105B	3,75	5,50	2,00	4,1	4,2	4,0
106B	1,17	1,92	0,68	6,2	13,7	1,0
107B	1,55	2,42	0,64	4,9	5,7	4,2
108B	3,27	4,00	2,54	4,5	5,4	3,6
204A	5,95	10,89	1,00	7,2	9,5	4,9
205B	1,25	2,00	0,50	12,2	12,7	11,7
206A	15,43	27,92	2,93	2,6	2,8	2,5
206B	2,58	4,80	1,00	5,3	9,1	2,3
207A	7,81	24,93	1,55	3,7	4,7	2,2
302A	8,56	15,00	4,00	7,0	10,5	4,4
305A	3,73	4,00	3,20	5,1	6,0	4,1
305B	8,59	8,59	8,59	3,5	3,5	3,5
307A	0,73	1,00	0,45	7,5	10,4	4,7
308A	3,33	3,50	3,00	4,4	5,7	3,4
309A	3,67	5,00	3,00	4,5	5,5	3,5
310A	2,00	2,00	2,00	4,0	4,0	4,0
General	5,51	60,00	0,45	5,4	13,7	1,0

Tabla 3. Porcentaje de fincas según rango altitudinal (m).

Ecotopo	Departamento	Menor 1.000	1.001 – 1.200	1.201 – 1.400	1.401 – 1.600	1.601 – 1.800	Mayor 1.800
101A	Antioquia					75,0%	25,0%
102A	Chocó y Risaralda				66,7%	33,3%	
105B	Antioquia					50,0%	50,0%
106B	Caldas				33,3%	66,7%	
107B	Caldas y Risaralda			33,3%	33,3%		33,3%
108B	Valle del Cauca				50,0%		50,0%
204A	Caldas					50,0%	50,0%
205B	Antioquia y Caldas	25,0%		50,0%			
206A	Caldas				100,0%		
206B	Caldas y Tolima			25,0%	50,0%	25,0%	
207A	Caldas y Risaralda				50,0%	50,0%	
302A	Norte de Santander y Santander		20,0%	20,0%	40,0%	20,0%	
305A	Santander					66,7%	33,3%
305B	Casanare	25,0%					
307A	Santander		50,0%		50,0%		
308A	Santander					33,3%	66,7%
309A	Santander				66,7%	33,3%	
310A	Cundinamarca				100,0%		
General		4,1%	4,1%	8,2%	34,7%	32,7%	16,3%

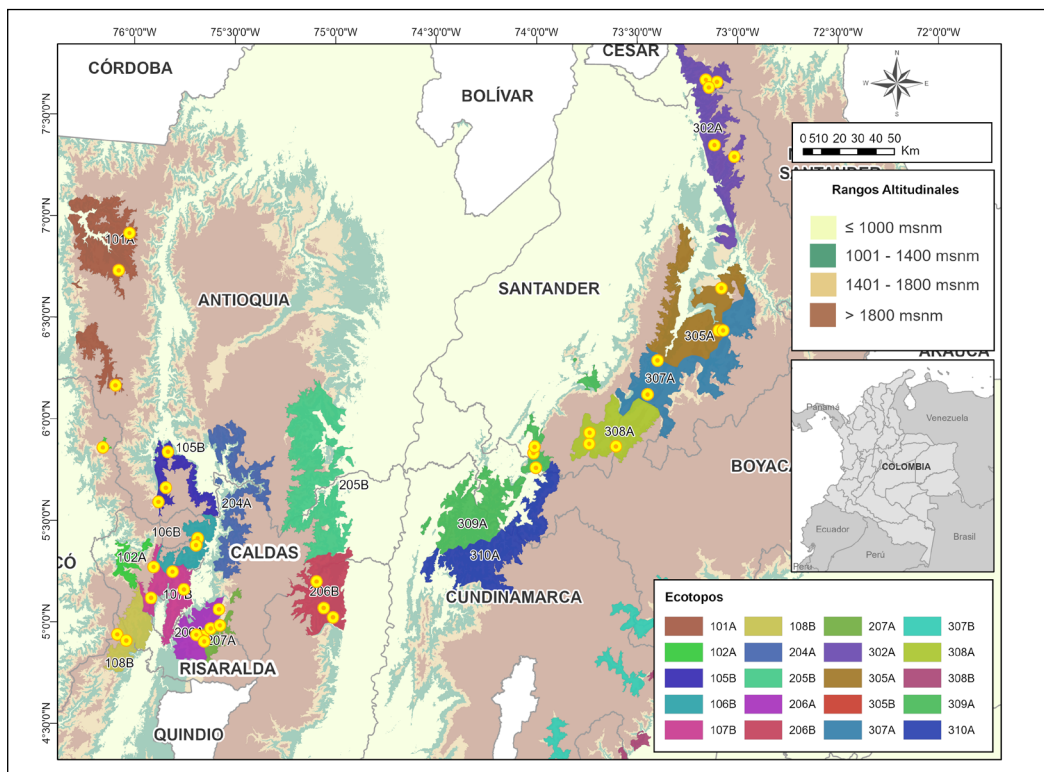


Figura 2. Ubicación de las fincas seleccionadas y los rangos altitudinales.

Condiciones climáticas de las fincas seleccionadas. Los muestreos se realizaron durante los años 2021, 2022 y 2023. En la Figura 3 se presentan los rangos de precipitación anual. Las fincas ubicadas en los departamentos de Antioquia y Caldas del ecotopo 205B, presentaron valores mayores a 4.330 mm. En general, en promedio la temperatura fue de 19,9°C con un mínimo de 15,7°C (Tabla 4).

En la Figura 4, se presenta la ubicación de las fincas y la temperatura media promedio de cada lugar y su ecotopo correspondiente.

Calidad sensorial. En la Tabla 5, se presentan los valores promedio del puntaje total SCA obtenido por las fincas por ecotopo, en los tres muestreos. En general, el promedio de

las muestras de café fue de 82,2 puntos, que según la escala SCA se clasifican como muy buenas. El máximo valor, 87 puntos SCA, se obtuvo en una finca del ecotopo 101A ubicada en el municipio de Urrea del departamento de Antioquia.

Con relación a los descriptores de los atributos de fragancia/aroma y sabor (Figura 5), se presentan los descriptores que las catadoras reportaron para las 1.110 muestras del proyecto (a) y los descriptores que se obtuvieron en las 50 fincas seleccionadas. Se evidencia que en los descriptores de las fincas seleccionadas por calidad sensorial (Figura 5b) se incrementa la frecuencia de los descriptores relacionados con frutales, frutos amarillos, frutos rojos y florales.

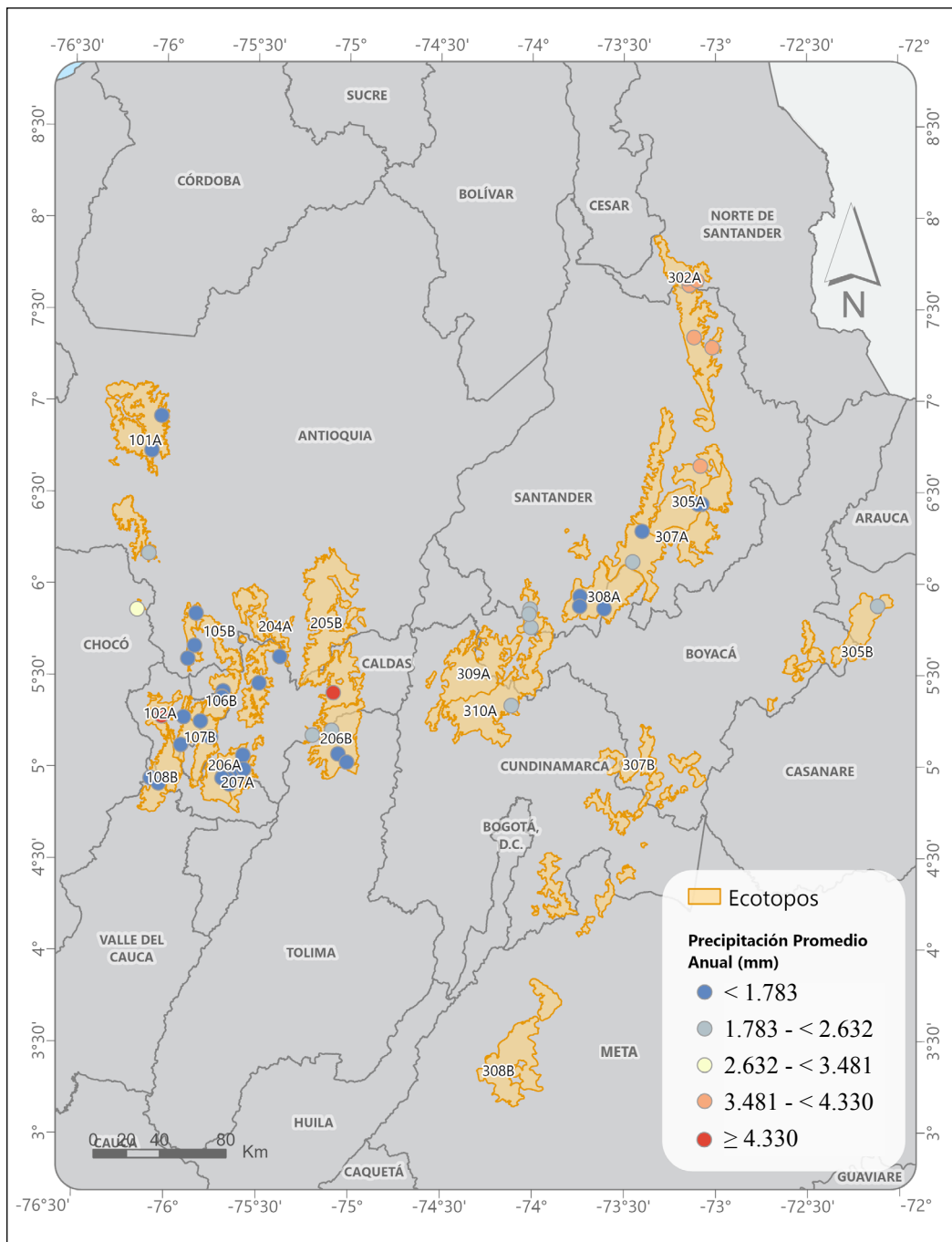


Figura 3. Rango de valores promedio anuales de la precipitación en las fincas seleccionadas.

Tabla 4. Valores promedio máximo y mínimo de las temperaturas anuales de las fincas seleccionadas.

Departamentos	Ecotopos	Temperatura (°C)		
		Promedio	Mínimo	Máximo
Antioquia	101A	19,4	14,5	24,2
Chocó y Risaralda	102A	19,6	15,5	24,0
Antioquia	105B	19,5	15,6	25,2
Caldas	106B	19,3	16,0	25,0
Caldas y Risaralda	107B	20,0	16,4	25,7
Valle del Cauca	108B	19,2	15,6	24,7
Caldas	204A	19,6	15,8	25,3
Antioquia y Caldas	205B	21,9	17,9	26,0
Caldas	206A	20,6	15,9	26,1
Caldas y Tolima	206B	20,1	16,3	24,8
Caldas y Risaralda	207A	19,7	15,8	25,3
Norte de Santander y Santander	302A	20,9	16,9	25,4
Santander	305A	18,9	14,0	25,3
Casanare	305B	22,8	18,8	27,9
Santander	307A	21,7	15,9	26,8
Santander	308A	17,6	12,9	23,8
Santander	309A	20,0	15,8	24,8
Cundinamarca	310A	20,5	16,3	25,6
	General	19,9	15,7	25,1

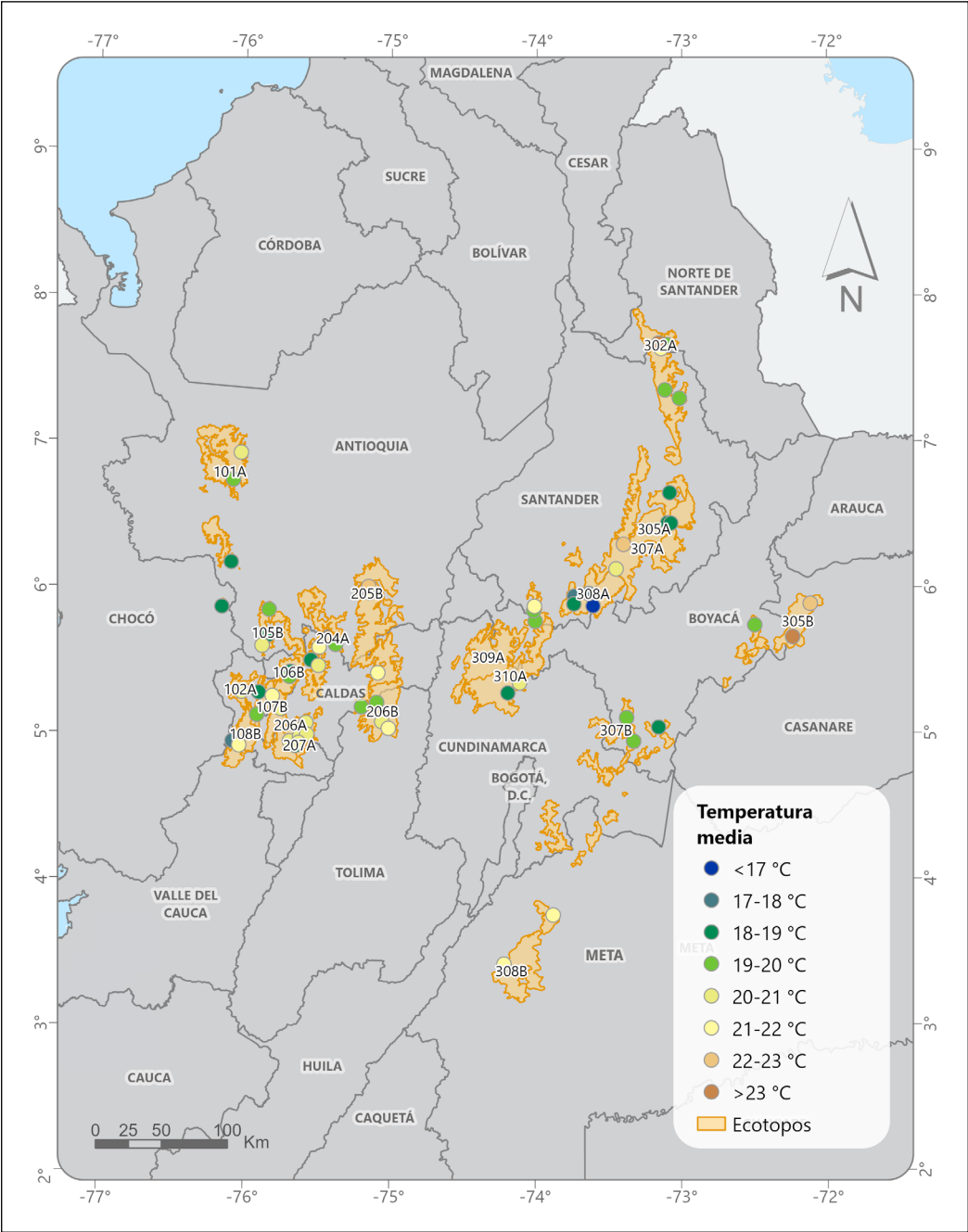


Figura 4. Valores de temperatura media de las fincas seleccionadas.

Tabla 5. Valores promedio, máximo y mínimo del puntaje total de las fincas seleccionadas.

Ecotopos	Departamentos	Promedio	Máximo	Mínimo
101A	Antioquia	82,66	87,00	80,50
102A	Chocó y Risaralda	81,93	86,05	80,33
105B	Antioquia	81,81	84,25	80,50
106B	Caldas	82,14	84,25	80,50
107B	Caldas y Risaralda	82,21	84,25	80,50
108B	Valle del Cauca	82,18	84,54	80,75
204A	Caldas	81,92	84,25	80,50
205B	Antioquia y Caldas	82,26	84,25	80,75
206A	Caldas	81,92	84,25	80,50
206B	Caldas y Tolima	82,31	85,00	80,25
207A	Caldas y Risaralda	83,00	84,30	80,50
302A	Norte de Santander y Santander	81,86	84,37	80,27
305A	Santander	81,94	84,75	80,50
305B	Casanare	82,06	85,00	80,25
307A	Santander	81,86	84,68	80,25
308A	Santander	82,12	85,25	80,27
309A	Santander	82,38	86,00	80,40
310A	Cundinamarca	82,74	85,05	80,44
General		82,20	87,00	80,25



Figura 5. Representación gráfica de los descriptores sensoriales de las muestras de café del proyecto (a) y, seleccionadas por calidad sensorial (b).

En la Figura 6 se presentan el porcentaje de muestras según las categorías de los descriptores sensoriales positivos y los cambios en estas según el objetivo de caracterización, es decir, el primer grupo corresponde al total de las 1.010 muestras participantes en ecotopos y el segundo grupo corresponde a las 50 muestras seleccionadas

por su desempeño sobresaliente en calidad sensorial. En la mayoría de categorías, los porcentajes fueron mayores en las muestras de café seleccionadas, y los descriptores de mayor frecuencia fueron: dulces (42,1%), chocolates (11,4%), frutos amarillos (10,6%), especias (9,9%), frutos rojos (4,0%), frutales (4,0%) y florales (3,7%).

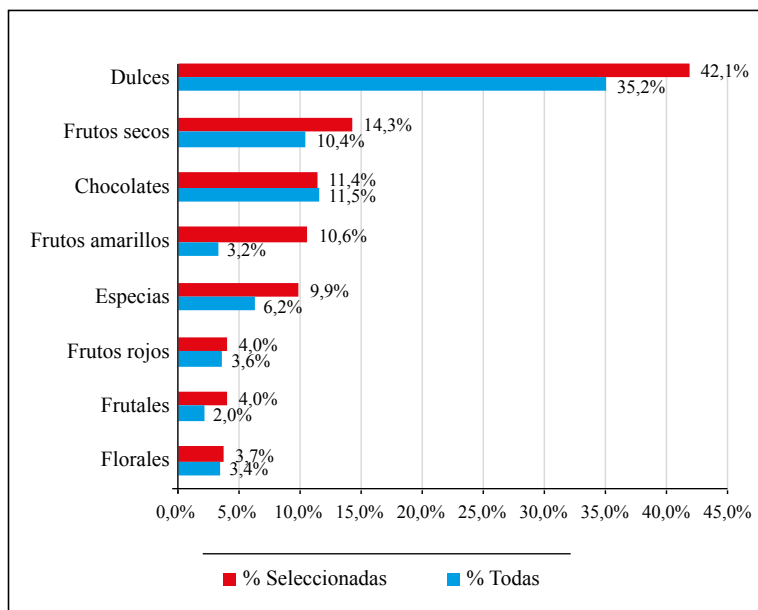


Figura 6. Porcentaje de frecuencia de los grupos de descriptores sensoriales para las muestras analizadas.

Calidad física. La humedad del café almendra de las muestras fue en promedio de 11,36% y todas estuvieron dentro del rango del 10% al 12%. Según el análisis de granulometría, las muestras provenientes de las fincas seleccionadas, el 87,3% se retuvo por encima de la malla 16. El grano supremo se identifica porque es retenido por encima de la malla 17. Se destacan las muestras de las fincas seleccionada ubicadas en los ecotopos: 105B, 106B, 207A, 302A y 307A, que obtuvieron muestras de café con más del 75% retenido por encima de la malla 17 (Tabla 6).

En la Tabla 7 se presentan los valores promedio de granos con defectos físicos que se denominan pasillas, así como la almendra sana. El promedio para las muestras seleccionadas de café fue de 77,29%; para clasificar el café como de buena calidad el valor mínimo de almendra sana debe ser de 75%. En promedio, todas las fincas seleccionadas obtuvieron valores mayores de

75% para esta variable, indicando además de buena calidad sensorial, la buena calidad física de las muestras seleccionadas. Las fincas ubicadas en el ecotopo 205B obtuvieron mayores valores de pasillas y de esta forma menores valores de almendra sana. Este ecotopo además presentó las fincas con cultivos de mayor edad (Tabla 2), en los cuales además de tener menores producciones (Rendón & Salazar, 2025), la calidad física es menor (Rendón, 2021).

Caracterización del procesamiento poscosecha. En todas las fincas seleccionadas se realiza el proceso de beneficio por vía húmeda. Sarmiento et al. (2025) reportaron que existe un impacto significativo del procesamiento poscosecha en la calidad del café, cuando identificaron que las muestras de café, despulpados o procesados por vía húmeda, obtuvieron puntuaciones superiores en calidad sensorial, en comparación con los procesados por vía seca.

Tabla 6. Valores promedio de los porcentajes de granos retenidos por cada malla y por cada ecotopo.

Ecotopos	Mayor a malla 17 (%)	Malla 16 (%)	Malla 15 (%)	Malla 14 (%)	Malla 13 (%)	Menor malla 12 (%)
101A	65,1%	18,6%	9,9%	4,6%	0,9%	0,9%
102A	65,6%	18,6%	10,1%	4,3%	0,7%	0,7%
105B	80,8%	11,7%	5,2%	1,5%	0,2%	0,4%
106B	75,7%	14,2%	6,4%	2,5%	0,4%	0,7%
107B	74,1%	14,4%	7,1%	2,7%	1,1%	0,6%
108B	73,3%	15,8%	7,1%	2,9%	0,3%	0,6%
204A	73,1%	16,4%	6,7%	2,8%	0,5%	0,6%
205B	67,0%	16,3%	10,4%	4,5%	0,6%	1,1%
206A	62,2%	20,0%	10,7%	5,2%	0,6%	1,2%
206B	66,5%	18,9%	9,4%	4,0%	0,6%	0,7%
207A	75,1%	15,6%	6,4%	2,3%	0,2%	0,4%
302A	77,4%	14,1%	6,1%	1,8%	0,3%	0,3%
305A	63,0%	22,2%	8,8%	4,3%	0,6%	1,0%
305B	61,5%	23,9%	11,0%	3,1%	0,2%	0,3%
307A	75,5%	15,7%	5,3%	2,7%	0,2%	0,6%
308A	61,9%	23,9%	9,3%	3,6%	0,3%	0,9%
309A	64,7%	18,7%	9,9%	5,0%	0,6%	1,0%
310A	72,1%	17,4%	7,2%	2,8%	0,3%	0,2%
General	13,8%	56,1%	17,4%	8,1%	3,4%	0,7%

Tabla 7. Valores promedio y desviación estándar de los granos pasilla, negros y vinagres, granos brocados y porcentaje de almendra sana, para las fincas seleccionadas por ecotopo.

Ecotopos	Pasilla (%)		Granos negros y vinagres (%)		Granos brocados (%)		Almendra sana (%)	
	Prom	Desvest	Prom	Desvest	Prom	Desvest	Prom	Desvest
101A	2,02	1,45	0,30	0,42	1,83	2,56	77,92	3,55
102A	3,12	1,91	0,35	0,53	2,96	2,77	76,21	3,23
105B	4,11	5,56	0,78	0,92	0,57	0,63	77,32	5,66
106B	2,84	1,74	0,66	0,55	3,16	2,80	77,24	3,42
107B	3,08	1,55	0,15	0,20	2,52	2,51	76,21	2,53
108B	2,27	1,60	0,29	0,46	1,67	1,17	78,11	1,54
204A	1,91	0,97	0,16	0,17	0,97	0,99	79,56	3,17
205B	3,46	2,14	1,29	1,46	1,53	1,56	75,41	4,79
206A	2,35	2,16	0,46	0,48	3,13	3,30	77,07	5,49
206B	2,59	1,98	1,00	1,87	1,25	1,09	74,90	5,81
207A	1,45	0,86	0,42	0,68	2,90	2,81	78,32	3,26
302A	1,88	2,64	0,77	1,39	0,82	0,83	79,86	3,13
305A	2,73	1,08	0,31	0,32	1,76	1,52	78,34	2,76
305B	2,08	0,96	0,73	1,09	1,81	1,62	81,34	1,00
307A	2,09	1,70	0,72	1,11	1,48	1,20	78,79	1,62
308A	3,32	2,31	0,59	0,76	2,29	4,20	75,99	4,21
309A	3,39	2,45	1,20	0,44	2,50	2,57	76,09	3,76
310A	1,41	0,13	0,33	0,31	1,54	0,13	78,76	0,92
General	2,56	2,12	0,59	0,91	1,96	2,29	77,51	3,83

En la visita técnica realizada en compañía del Servicio de Extensión de la FNC, se observó directamente el proceso y se aplicó la encuesta diseñada para tal fin. Con la consolidación de los datos de las 50 fincas pudo obtenerse la siguiente información, que se agrupó por etapa del beneficio.

Recolección. En las fincas con menos de 1,0 ha, que corresponden al 42,8%, los mismos propietarios con su grupo familiar se encargan de realizar el proceso de recolección, la cual realizan de forma manual y procurando recolectar únicamente frutos maduros. El 57,2% restante, contrata trabajadores en épocas de cosecha para realizar la recolección.

Clasificación de frutos. En cuanto a la clasificación de los frutos de café después de la recolección, el 68,4% de los productores realizan esta práctica. La mayoría lo hacen por medio de clasificación hidráulica, separando el material de menor densidad, como granos

brocados, granos vanos, hojas, entre otros. Solo dos productores realizan clasificación manual, separando los frutos por estado de madurez.

Despulpado. El 47,5% de los productores realizan el proceso de despulpado el mismo día de recolección, empleando máquinas despulpadoras que van desde 300 hasta 1.200 kg h⁻¹ de café cereza. Los productores que no hacen el despulpado el mismo día, realizan la práctica de reservar los frutos en la misma tolva de recibo o en estopas y los dejan hasta 24 horas antes de despulparlos.

Clasificación del café despulpado. En el 87,5% de las fincas realizan el proceso de clasificación por tamaño del café despulpado. De este grupo, el 62,86% poseen zaranda plana y el 37,14% tienen zaranda circular (Figura 7). Con estos sistemas se logra separar cáscara y frutos inmaduros y/o pintones que no se despulpan.



Figura 7. Sistemas de clasificación del café despulpado. a. Zaranda cilíndrica; b. Zaranda plana.

Remoción de mucílago. El 92,5% emplean la fermentación espontánea como método para remover el mucílago del café. Los que utilizan el desmucilaginado mecánico, corresponden también a las fincas de más de 10 ha de café. En la Figura 8 se presentan los desmucilagadores más usados; algunos con el sistema tipo DESLIM (Figura 8b) con agitadores de sección cuadrada y desmucilagadores con agitadores de varillas (Figura 8a). En una finca el proceso lo realizaban con un equipo de lavado mecánico (Figura 8c).

En las fincas que se practican el proceso de fermentación espontánea se utilizan tanques construidos en diferentes materiales, resaltan los tanques plásticos con el 26% (Figura 9). En cuanto al control de la duración del proceso de fermentación, dos productores empleaban el Fermaestro™. El 75,0%, aplican la práctica de mezclar lotes de café despulpado hasta tres días, antes de lavarlo. Los demás estiman el tiempo de fermentación, según la prueba del tacto,

en la cual se toma una muestra de la masa lavada y frotada, confirmando la ausencia de mucílago.

Lavado. El 92,5% hacen lavado de forma manual, agregando agua hasta que cubra la capa de café en punto de lavado y empleando paletas para agitarla, se descarta el agua y se repite de dos a tres veces este procedimiento hasta asegurar, tocando el café, que esté bien lavado. Todos emplean prácticas de clasificación: hidráulica, separando los granos vanos muy brocados que son de menor densidad, y por tamaño, empleando zarandas planas principalmente.

Secado. Los caficultores realizan el proceso de secado en sus fincas, empleando tecnologías para el secado solar y de secado mecánico. Las fincas cuentan con la infraestructura y equipos necesarios para desarrollar el proceso de secado y no presentan insuficiencias de tecnologías de secado, evitando demoras o interrupciones del proceso.

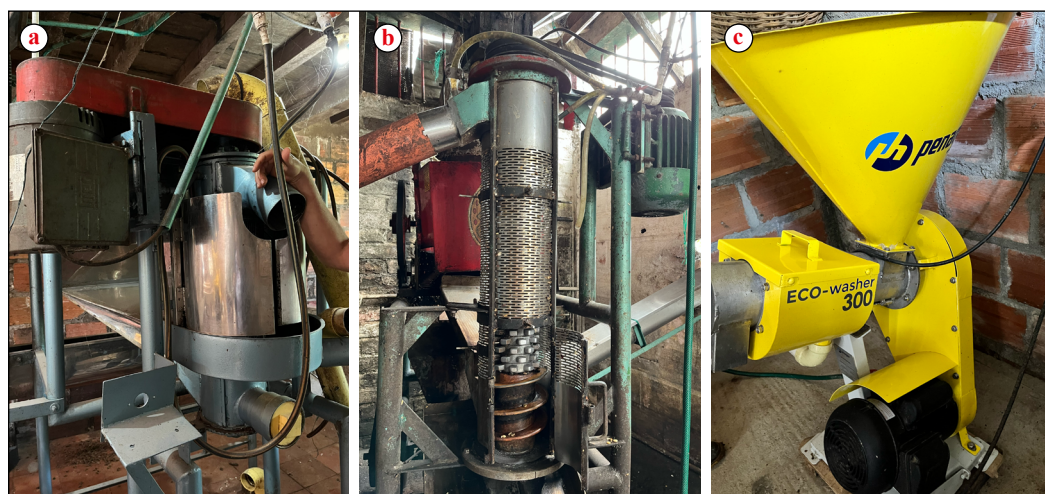


Figura 8. Desmucilagadores mecánicos para remover el mucílago del café. a. Desmucilagador de varillas; b. Desmucilagador tipo DESLIM; c. Lavador mecánico de café con mucílago degradado.



Figura 9. Tipos de tanques empleados para realizar la fermentación espontánea en las fincas seleccionadas. a. Plásticos (26%); b. Recubiertos con mayólica (20%); c. Acero inoxidable (5%); d. Recubierto con cerámica (26%); e. Tanque sin recubrimiento (23%).

El 70% de los caficultores utiliza el secado solar como alternativa para obtener los granos de café pergamino seco, empleando marquesinas (52,5%), casa heldas (22,5%), secadores parabólicos (20,0%) y patios (5,0%). (Figura 10).

Los que emplean el secado mecánico, usan silos de capa estática de 7,0 @ de cps, hasta silos de gran formato como de 600 @ de cps (Figura 11). La mayoría tienen silos de baja capacidad y realizan la práctica de secado combinado, que consiste en iniciar con secado solar con el café lavado con alto contenido de humedad, y finalizar con el secado mecánico.

Almacenamiento. En cuanto al almacenamiento del café pergamino seco, el 88% de productores en sus fincas tienen un área destinada para almacenar el café pergamino seco y evitan la entrada a animales que podrían contaminar el producto. Además, el 92,5% destinan este espacio o bodega únicamente para almacenar el café y no guardan productos químicos, como abonos y/o combustibles (Figura 12). El 72,5% de los productores tiene estibas que garantizan que el café no esté directamente sobre el piso, separados de la pared y en sacos de fique limpios.

Finalmente, en este estudio donde se caracterizaron 50 fincas cafeteras de alta calidad en la zona central de Colombia, se identificaron los factores clave que contribuyen a sus puntuaciones sensoriales superiores (puntuaciones SCA por encima de 84). Estas fincas realizan el proceso de beneficio por vía húmeda y el 92,5% utilizan fermentación espontánea para la remoción del mucílago. Los caficultores también demostraron un fuerte compromiso con el control de calidad mediante una clasificación minuciosa en varias etapas (despulpado, lavado, secado). El 98% contaba con capacidad y tecnología de secado óptimo, y el 75% utilizaba solo secado solar.

Estos hallazgos sugieren que una combinación de técnicas de procesamiento cuidadosas y tecnología avanzada contribuye significativamente a lograr una calidad de

café excepcional. Además, las características propias de las fincas, la selección de variedad y el tamaño de la finca, también desempeñaron un papel en la calidad general. El 25% de los productores poseen marca propia del café (o están en el proceso de obtenerla). Adicionalmente, las 50 fincas se seleccionaron con base en la calidad sensorial del café evaluada durante un periodo de tres años. Se resalta que estas fincas representaron el 90% de los ecotopos cafeteros de la región central de Colombia, a partir de la base de datos inicial de 400 fincas ubicadas en 20 ecotopos cafeteros. Finalmente, una característica común de los productores, es el compromiso que tienen con la calidad del café, lo que se evidenció en las clasificaciones en todas las etapas de procesamiento, orden y aseo de todas las instalaciones.



Figura 10. Tipos de secado empleados por los productores de las fincas seleccionadas.



Figura 11. Silos de capa estática con capacidad de 7,0 @ de cps y 600 @ de cps.



Figura 12. Bodegas de almacenamiento del café pergamino seco que se observaron en las fincas.

AGRADECIMIENTOS

Al doctor Gerardo Montenegro, de la Gerencia Técnica de la Federación Nacional de Cafeteros. A los Líderes de Extensión y Extensionistas de los departamentos de Antioquia, Caldas, Chocó, Norte de Santander, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca. En Cenicafé, al doctor Álvaro Gaitán y a los compañeros de Experimentación, Carlos

Gonzalo Mejía y Carlos Roberto Ariza; en la disciplina de Calidad: Claudia Gómez, Paola Calderón, Wilson Vargas y Víctor Castañeda. Especialmente a los caficultores que fueron seleccionados que permitieron la recolección de información y la visita a sus fincas. Esta Investigación fue financiada por el Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé (Crossref Funder ID 100019597), proyecto CAL101005.

Contribuciones de los autores: Conceptualización, Curación de datos, Redacción-borrador original: J.P.U.; Análisis formal, Metodología, Validación: J.P.U.;

V.O.P.; C.P.G. Redacción- revisión y edición: J.P.U.; V.O.P.; C.P.G. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Avelino, J., Barboza, B., Araya, J. C., Fonseca, C., Davrieux, F., Guyot, B., & Cilas, C. (2005). Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(11), 1869-1876. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2188>
- Cano, H. F., Ciro, H. J., & Arango, J. C. (2018). Efecto del secado y presecado mecánico previo al almacenamiento en la calidad del grano de café (*Coffea arabica* L.). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 439-448. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1068>
- Cao, X., Wu, H., Viejo, C. G., Dunshea, F. R., & Suleria, H. A. R. (2023). Effects of postharvest processing on aroma formation in roasted coffee – a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(3), 1007-1027. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16261>
- Echeverri, L. F., & Osorio, V. (2024). Compuestos del grano de café verde que determinan la acidez de la bebida. *Avances Técnicos Cenicafé*, 565, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0565>
- Gomez, L., Caballero, A., & Baldión, J. V. (1991). *Ecotopos cafeteros de Colombia*. Cenicafé. <http://hdl.handle.net/10778/818>
- Hameed, A., Hussain, S. A., Ijaz, M. U., Ullah, S., Pasha, I., & Suleria, H. A. R. (2018). Farm to Consumer: Factors Affecting the Organoleptic Characteristics of Coffee. II: Postharvest Processing Factors. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(5), 1184–1237. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12365>
- Oliveira, P. D., Borém, F. M., Isquierdo, E. P., Giomo, G. da S., Lima, R. R. de, & Cardoso, R. A. (2013). Aspectos fisiológicos de grãos de café, processados e secados de diferentes métodos, associados à qualidade sensorial. *Coffee Science*, 8(2), 211–220.
- Osorio, V. (2021). La calidad del Café. En Centro Nacional de Investigaciones de Café, *Guía más agronomía, más productividad, más calidad* (3a ed., pp. 219–234). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0014_12
- Osorio, V., Matallana Pérez, L. G., Fernandez-Alduenda, M. R., Alvarez Barreto, C. I., Gallego Agudelo, C. P., & Montoya Restrepo, E. C. (2023). Chemical Composition and Sensory Quality of Coffee Fruits at Different Stages of Maturity. *Agronomy*, 13(2), 341. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020341>
- Osorio, V., & Pabón, J. (2022). Efecto de las temperaturas y tiempos de tueste en la calidad sensorial del café. *Revista Cenicafé*, 73(1), e73102. <https://doi.org/10.38141/10778/73102>
- Osorio, V., Pabón, J., Calderón, P. A., & Imbachi, 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>
- Osorio, V., Pabón, J., & Echeverri, L. F. (2024). Fermentaciones prolongadas del mucilago y su relación con la calidad del café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 563, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0563>
- Osorio, V., Pabón, J., Shuler, J., & Fernández-Alduenda, M. R. (2022). Efecto de la combinación de procesos de secado en la calidad del café natural obtenido vía seca. *Revista Cenicafé*, 73(1), e73101. <https://doi.org/10.38141/10778/73101>
- Pabón, J. (2024). Aspectos fundamentales de la calidad del café cultivado en ecotopos cafeteros. *Memorias Seminario Científico Cenicafé*, 75(1), e750909. <https://doi.org/10.38141/10795/750909>
- Pabón, J., & Osorio, V. (2019). Factores e indicadores de la calidad física, sensorial y química del café. En *Aplicación de ciencia tecnología e innovación en el cultivo del café ajustado a las condiciones particulares del Huila* (Vol. 3, pp. 162-187). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0005_7
- Pabón, J., & Osorio, V. (2022). Efecto de la interrupción del secado mecánico en la calidad física y sensorial del café. *Revista Cenicafé*, 73(2), e73201. <https://doi.org/10.38141/10778/73201>

- Pabón, J., Osorio, V., & Imbachi, L. C. (2021). Calidad física, sensorial y composición química del café cultivado en el Oriente del departamento de Caldas. *Revista Cenicafé*, 72(2), e72202. <https://doi.org/10.38141/10778/72202>
- Pabón, J., & Peñuela, A. E. (2016). Efecto de la aplicación de agua ozonizada como técnica de conservación del café pergamino húmedo. *Revista Cenicafé*, 67(1), 63–72. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/679>
- Pabón, J. P., Sanz, J. R., & Oliveros, C. E. (2009). Manejo del café desmucilaginado mecánicamente. *Avances Técnicos Cenicafé*, 388, 1-8. <http://hdl.handle.net/10778/381>
- Peñuela, A., & Sanz, J. R. (2021). Obtenga café de calidad en el proceso de beneficio. En Centro Nacional de Investigaciones de Café, *Guía más agronomía, más productividad, más calidad* (3.ª ed., pp. 189-218). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0014_11
- Peñuela, A. E., Sanz, J. R., & Pabón, J. P. (2012). Método para identificar el momento final de la fermentación de mucilago de café. *Revista Cenicafé*, 63(1), 120–131. <http://hdl.handle.net/10778/517>
- Puerta, G. I. (2000) Influencia de los granos de café cosechados verdes, en la calidad física y organoléptica de la bebida. *Revista Cenicafé*, 51(2), 136–150. <http://hdl.handle.net/10778/65>
- Puerta, G. I. (2015). Buenas prácticas para la prevención de los defectos de la calidad del café: Fermento reposado fenólico y mohoso. *Avances Técnicos Cenicafé*, 461, 1–12. <http://hdl.handle.net/10778/675>
- Puerta, G. I., & Pabón, J. (2018). Calidad física y sensorial del café cultivado en el paisaje cultural cafetero de Colombia en Caldas. *Revista Cenicafé*, 69(1), 16–31. <http://hdl.handle.net/10778/1089>
- Rendón, J. R. (2021). Densidades, edades y renovación. En Centro Nacional de Investigaciones de Café, *Guía más agronomía, más productividad, más calidad* (3.ª ed., pp. 63-79). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0014_4
- Rendón, J. R., & Salazar, H. M. (2025). *Ciclos de renovación: Estrategia para la estabilización de la producción en la empresa cafetera*. Cenicafé. <https://doi.org/10.38141/cenbook-0059>
- Sarmiento, C. S. A. G., Lemos, O. L., Boffo, E. F., Matsumoto, S. N., Castro, I. T. P. D., & Alvarenga, Y. A. (2025). Relations between sensory quality and spectral indices in Brazilian arabica coffees. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 97(1), e20240921. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202520240921>
- Sarmiento, N., Espinosa-Osorio, J. C., Quiroga-Mosquera, A., Ramírez-Carabali, C., & García-López, J. C. (2022). Atlas Climatológico Cafetero Interactivo. *Avances Técnicos Cenicafé*, 540, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0540>
- SCA, Specialty Coffee Association. (2015). *Cupping Protocols*. <https://sca.coffee/sca-member-brochure-spanish>. <https://sca.coffee/research/protocols-best-practices>
- Taveira, J. H. D. S., Bor&em, F. M., Rosa, S. D. V. F. D., Oliveira, P. D., Giomo, G. S., Isquierdo, E. P., & Fortunato, V. A. (2015). Post-harvest effects on beverage quality and physiological performance of coffee beans. *African Journal of Agricultural Research*, 10(12), 1457–1466. <https://doi.org/10.5897/AJAR2014.9263>
- Tieghi, H., Pereira, L. de A., Viana, G. S., Katchborian-Neto, A., Santana, D. B., Mincato, R. L., Dias, D. F., Chagas-Paula, D. A., Soares, M. G., Araújo, W. G. de, & Bueno, P. C. P. (2024). Effects of geographical origin and post-harvesting processing on the bioactive compounds and sensory quality of Brazilian specialty coffee beans. *Food Research International*, 186, 114346. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114346>
- Yulianti, Y., Adawiyah, D. R., Herawati, D., Indrasti, D., & Andarwulan, N. (2024). Identification of antioxidant and flavour marker compounds in Kalosi-Enrekang Arabica brewed coffee processed using different postharvest treatment methods. *Journal of Food Science and Technology*, 61(6), 1165-1179. <https://doi.org/10.1007/s13197-024-05948-8>