

**Transformación y agroindustria**

Artículo de investigación científica y tecnológica

## Evaluación sensorial y de compuestos volátiles aromáticos del café (*Coffea arábica* var. Caturra Chiroso) de tres orígenes geográficos de Antioquia

Sensorial and Aromatic Volatile Compounds Evaluation of Coffee (*Coffea Arábica* Var. Caturra Chiroso) from Three Geographical Origins of Antioquia

 Jhonathan David Pazmiño-Arteaga <sup>1\*</sup>  Andrés Felipe Ruiz-Márquez <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Centro de los Recursos Naturales Renovables La Salada, Caldas, Antioquia, Colombia.

\*Autor de correspondencia: Jhonathan David Pazmiño Arteaga, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) Centro de los Recursos Naturales Renovables La Salada, km 6 vía La Pintada, Caldas, Antioquia, Colombia. [jdpazmino@sena.edu.co](mailto:jdpazmino@sena.edu.co)

Recibido: 30 de noviembre de 2021  
Aprobado: 09 de agosto de 2022  
Publicado: 15 de diciembre de 2022

Editor temático: Carlos Augusto Hincapié Llanos, Universidad Pontificia Bolivariana, Antioquia, Colombia.

Para citar este artículo: Pazmiño-Arteaga, J. D., & Ruiz-Márquez, A. F. (2023). Evaluación sensorial y de compuestos volátiles aromáticos del café (*Coffea arábica* var. Caturra Chiroso) de tres orígenes geográficos de Antioquia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(1), e2846. DOI [https://doi.org/10.21930/rcta.vol24\\_num1\\_art:2846](https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num1_art:2846)

**Resumen:** Ante el crecimiento de la demanda de cafés diferenciados, los productores han implementado nuevos procesos de poscosecha a modo de “receta”, sin considerar las variables internas y externas asociadas al proceso de transformación del café. El objetivo de este trabajo fue evaluar las diferencias en el perfil sensorial y de compuestos volátiles aromáticos del café de tres orígenes geográficos, procesado bajo el mismo protocolo poscosecha. Se utilizó café de la variedad caturra chiroso de cultivos ubicados en Urrao, Fredonia y el Peñol (Antioquia). El café se procesó por método húmedo, se evaluó sensorialmente y se usó cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas - HeadSpace para analizar los volátiles aromáticos del café tostado; los datos resultantes se analizaron usando pruebas de contraste y herramientas multivariadas. Esta evaluación sensorial permitió identificar mayor variación entre orígenes y menor entre lotes, donde el café del Peñol puntuó más alto y el de Fredonia más bajo. El perfil de volátiles permitió identificar 14 compuestos químicos, la mayoría asociados a los descriptores de café tostado y unos pocos diferenciadores del perfil sensorial. El perfil químico fue consistente entre los lotes de Fredonia y se observó una mayor variabilidad para Peñol y Urrao. Se destaca que la técnica instrumental puede potencialmente identificar variaciones más sutiles que la sola evaluación sensorial. Aun considerando la misma genética y el mismo proceso de poscosecha, las variables agroecológicas de cada región afectan de forma significativa la manifestación de las propiedades sensoriales y de calidad.

**Palabras clave:** café arábica, compuestos del sabor, cromatografía de gases, tostado, fermentación.

**Abstract:** Faced with the growth in demand for differentiated coffees, producers have implemented new postharvest processes as a "recipe", without considering the internal and external variables involved in the coffee transformation process. The aim of this work was to evaluate the differences in the sensory profile and aromatic volatile compounds of coffee from three geographical origins processed under the same post harvest protocol; we used caturra chiroso coffee from crops located in Urrao, Fredonia and El Peñol (Antioquia). The coffee was processed by the wet method, the sensory analysis was made, and gas chromatography coupled to mass spectrometry - HeadSpace was used to analyze the volatile compounds of roasted coffee; data was analyzed using contrast tests and multivariate tools. The sensory evaluation allowed to identify greater variation between origins and less between batches. Coffee from El Peñol scored higher and Coffee from Fredonia lowest. The aromatic volatile profile allowed the identification of 14 chemical compounds, most associated with descriptors of roasted coffee and a few differentiators of the sensory profile. The chemical profile was consistent between the Fredonia batches, and greater variability was observed for El Peñol and Urrao. The instrumental technique can potentially identify more subtle variations than sensory evaluation alone. Even considering the same genetics and the same post-harvest process, agroecological variables of each region significantly affect the manifestation of the sensory properties and quality of coffee.

**Key words:** arabica coffee, gas chromatography, flavour compounds, roasting, fermentation.



## Introducción

En Colombia, el café es mucho más que un producto de consumo masivo, es un estilo de vida, uno muy importante para las más de 540.000 familias que dependen de su cultivo y que participan en la cadena productiva que en 2020 significó el 11 % del producto interno bruto agropecuario (Consejo Nacional de Política Económica y Social [Conpes], 2021). En los últimos años se han generado cambios en el mercado del café que inciden en la volatilidad de los precios internacionales, algunos de ellos surgieron por la inevitable influencia del clima sobre la producción; además, el aumento en la severidad del impacto climático es un escenario probable en los años venideros (Ocampo & Alvarez-Herrera, 2017), por lo tanto, los productores buscan alternativas para la sostenibilidad del negocio en el futuro.

El café especial nació a comienzos de los 60 en Estados Unidos como respuesta a los consumidores de café que querían una bebida de mayor calidad (Ponte, 2004), mientras que en Colombia se han considerado los aspectos del mercado y las tendencias del consumo como alternativa para buscar sostenibilidad del negocio de café (Yepes Duque, 2018). Con este contexto, se presenta el negocio de cafés especiales como opción para la permanencia y diferenciación en el mercado.

Como resultado de algunas estrategias lideradas por el Clúster Café de Antioquia, en el departamento se cuenta con importantes casos de éxito en términos de comercialización de cafés especiales; en la última década se vendieron, a través de subastas derivadas de concursos de taza, cafés a precios más altos en comparación con el mercado regular de *commodities*. En el año 2014, Carmen Montoya Patiño obtuvo el primer lugar del concurso Taza de la Excelencia con > 91 puntos de la SCA (Asociación de Cafés Especiales por sus siglas en inglés) y recibió un precio de 45,7 dólares por libra de café verde (La Nación, 2014). Para 2020, el productor Felipe Henao ganó el mismo concurso con 90,03 puntos SCA (Vanegas, 2020) y en la última edición del concurso, Leonardo Henao Triana y José Arcadio Caso obtuvieron puntajes de > 87 puntos SCA (Cup of Excellence [COE], 2021).

Los casos reportados de los cuatro caficultores presentan un factor en común que generó una importante atención del mercado de cafés especiales: todos ellos provienen del municipio de Urrao (Antioquia) y participaron con una variedad de café diferenciado, una variedad que describen como “*Caturra Chiroso*” o simplemente “*Chiroso*”. Esta variedad no está reportada con rigor científico y aún no ha sido reconocida por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; su nombre es coloquial y ha sido acuñado por los productores del municipio. Un solo estudio lo referencia como material genético con identidad africana, siendo parte de las genéticas autóctonas que escaparon de Etiopía (Montagnon et al., 2021). Aún se requieren realizar diferentes tipos de estudios botánicos, genéticos, químicos y sensoriales que soporten y respalden la identidad de este varietal; este trabajo propende por contribuir en dicho aspecto.

La obtención de cafés diferenciados por su alta calidad en taza y su estandarización en finca obedece a la conexión y a la acción de variables de diferente naturaleza, siendo estas de tipo biológico (variedad genética del café), geográfico (altitud, nivel de precipitaciones, tipo de suelo), de manejo agronómico (uso de sombra y cosecha) y culturales según su manejo poscosecha (fermentación, secado, almacenamiento), tan intrínsecamente relacionadas y yuxtapuestas que es difícil separarlas, por eso se concluye que el manejo de la calidad del café es sitio-específica (Jha

et al., 2011; Kwon et al., 2015; Cheng et al., 2016; do Livramento et al., 2017; Guzmán Cano, 2021).

Por su parte, las características sensoriales asociadas al aroma y a la fragancia del café tostado están ligadas a una amplia gama de compuestos químicos. Los volátiles aromáticos del café se originan de una serie de reacciones y transformaciones que surgen al momento del tueste y que parten de los precursores del café verde (Mestdagh et al., 2014; Pazmiño-Arteaga et al., 2022). Así, la conexión entre los compuestos volátiles y los aspectos sensoriales ha sido investigada en diferentes escenarios de garantía de calidad (Toci & Farah, 2014; Caporaso et al., 2018; Toci et al., 2020) y extender esta metodología al reconocimiento de los diferenciadores en una posible nueva variedad de café en Colombia surge como una aproximación con potencial.

El estudio del café verde y del café tostado ha sido abordado tradicionalmente mediante métodos sensoriales, la dimensión química de estos productos se presenta como una ventana a la implementación de química instrumental y el análisis quimiométrico como estrategias para la evaluación de matrices complejas. El análisis de los datos cuantitativos de compuestos lipídicos como diterpenos se ha verificado para la discriminación de especies de café; los compuestos volátiles analizados por SPME/GC-MS se proponen como marcadores de defectos de calidad en café tostado; el perfil de espectroscopia de infrarrojo cercano del café verde se explora como herramienta para predecir la calidad del producto y la evaluación de la vida útil del café verde mediante MALDI-ToF-MS se presenta como una de las aplicaciones reportadas en la literatura científica (Toci & Farah, 2008; Tolessa et al., 2016; Pazmiño-Arteaga et al., 2019; Pazmiño-Arteaga et al., 2022)

Con ello en mente, el objetivo planteado en esta investigación fue evaluar el comportamiento de la calidad sensorial y el perfil de volátiles aromáticos en café tostado, en función de las variables agroclimáticas y de sitio específicas del café variedad *caturre chirosso*, bajo el mismo protocolo de poscosecha.

## Materiales y métodos

El café utilizado en este trabajo fue de la especie *Coffea arabica* variedad *caturre chirosso*, de tres orígenes geográficos diferentes, correspondientes a los municipios de El Peñol (P), Urrao (U) y Fredonia (F); el primero, ubicado en la subregión oriente y los otros dos en la subregión suroeste del departamento de Antioquia, Colombia. Estos municipios se encuentran situados sobre la cordillera de los Andes, en las vertientes central (P y F), donde predominan rocas sedimentarias y rocas de origen volcánico con suelos de tipo andosoles, y en la vertiente occidental (F) con presencia de rocas sedimentarias y rocas volcánicas marinas de suelos inceptisoles. Sus alturas medias sobre el nivel del mar son de 2100, 1830 y 1800 m, respectivamente, y tienen temperaturas promedio y nivel de precipitaciones durante los meses de cosecha de 17, 16 y 19 °C y 188, 290 y 238 mm, respectivamente (Servicio Geológico Colombiano & Cenicafé, 2019).

Todo el café para este estudio se recolectó en la misma temporada del año, durante la época de cosecha, entre septiembre y diciembre del 2020.

### Protocolo poscosecha estándar

Se definió un protocolo de fermentación que se replicó bajo las mismas condiciones en los tres municipios y se elaboró por duplicado, este consistió en las siguientes etapas:

- I) **Recolección:** se seleccionaron las cerezas en el punto óptimo de maduración basado en el color y la apariencia: “roja-morada, lisa y firme”, con un porcentaje de cereza sana superior al 99 %. Cada lote contó con 20 kg de cereza seleccionada, aunque para cada municipio y cultivo particular el momento de la cosecha fue diferente, tratándose de la misma variedad, se buscó que con los parámetros de recolección se obtuviera una muestra homogénea y representativa.
- II) **Flote:** se realizó una clasificación de calidad por flotación, descartando las cerezas denominadas “flotes” y se finalizó con el descarte de aquellas cerezas con daño mecánico o defectos físicos mediante selección manual.
- III) **Fermentación en cereza:** cada lote de cereza se colocó en un recipiente de plástico limpio de 20 l, garantizando ocuparlo por encima del 90 % de su capacidad, donde se realizó la fermentación durante 12 horas.
- IV) **Despulpado:** se realizó el despulpado de las cerezas en seco y se llevaron a otro recipiente de plástico limpio para su fermentación posterior.
- V) **Fermentación en seco:** el café despulpado se mantuvo durante 12 horas en el recipiente higiénico y con un llenado superior al 90 % para disminuir la incidencia del aire.
- VI) **Fermentación en agua:** posteriormente, el café se dejó inmerso en agua limpia durante 36 horas dentro de un recipiente desinfectado.
- VII) **Lavado:** se realizó el proceso de lavado acorde con la recomendación de la Federación Nacional de Cafeteros.
- VIII) **Secado:** el café se secó al sol sobre marquesinas en condiciones ambientales hasta obtener una humedad inferior al 12 %.

### Análisis de las muestras

La evaluación sensorial se realizó siguiendo el protocolo de tostado y catación de la Specialty Coffee Association (SCA, 2021), para lo cual se tostaron 100 g de café verde en un horno tostador de tambor rotatorio de escala laboratorio (Quantik®) y las muestras se llevaron hasta un nivel de tueste medio según la escala colorimétrica Agtron®.

Para la catación de la bebida, se prepararon cinco tazas (réplicas) por muestra de la siguiente manera: 12 g de café con molienda media fueron dispuestos en una taza de porcelana, se adicionaron 100 ml de agua a 90 °C y después de cuatro minutos de extracción se procedió a la evaluación de las muestras. Para la prueba se contó con tres catadores certificados, quienes describieron y calificaron de forma independiente características como aroma, fragancia, acidez, amargo y cuerpo, entre otras.

Los volátiles aromáticos se analizaron por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas con inyección de espacio de cabeza, utilizando un equipo Shimadzu (GC-2010) con detector de masas simple cuadrupolo (GCMS-QP2010S), en el Laboratorio de Servicios

Tecnológicos La Salada. El análisis se realizó de forma independiente y por triplicado para cada muestra de café partiendo de los granos tostados.

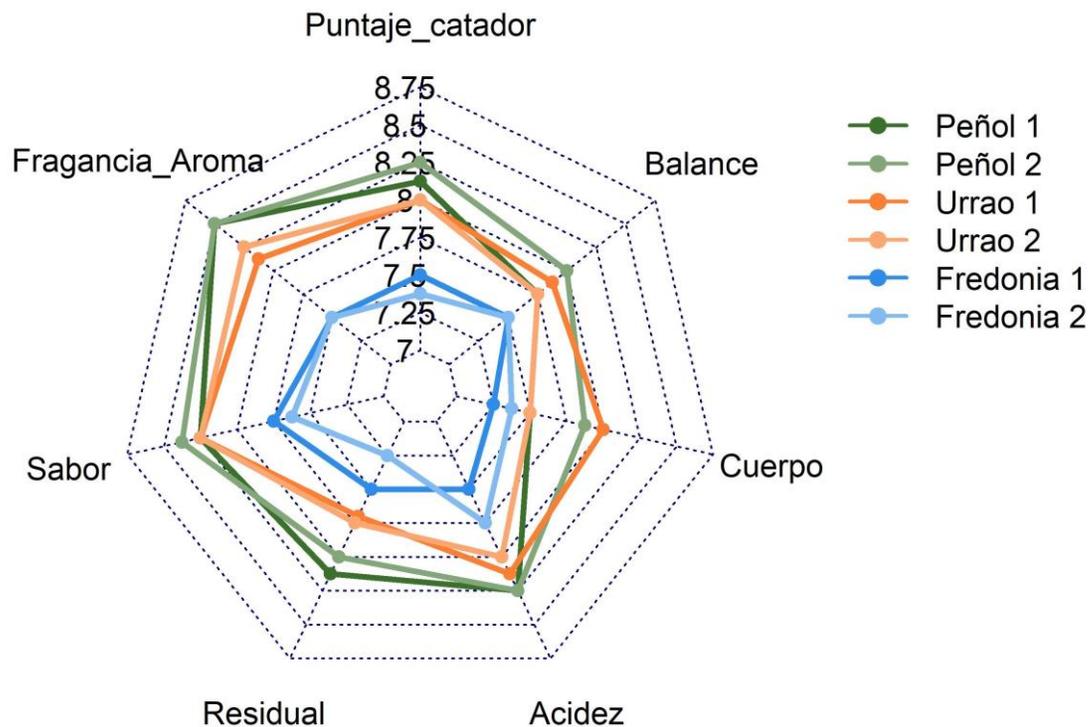
Así, se molieron 20 g de café utilizando un molino de cuchillas IKA (A11 basic), posteriormente se pesaron 2,0 g de café y se dispusieron en un vial de vidrio de 20 ml. El vial se selló herméticamente utilizando un tapón de goma y una tapa de aluminio. La configuración del programa del auto muestreador (HTA HT2800T) se realizó iniciando con incubación a 80 °C durante 30 minutos y, después, utilizando una jeringa de 2,5 ml a 82 °C para tomar e inyectar 1,0 ml del aire contenido en el espacio de cabeza del vial.

La separación de los compuestos de interés utilizó una columna Carbowax de 20M (30m x 0,25mm x 0,25µm), el programa de temperatura del horno se estableció en: 30 °C durante 6 minutos para después incrementar a 15 °C/min hasta 200 °C y permanecer ahí durante 12 minutos. La inyección se hizo a 175 °C en modo *split* 10:1; se utilizó como gas de arrastre helio grado 5,0 a 32 cm/s. Para la integración de los picos y su identificación se utilizó el *software* del equipo GCMSsolution y la librería de espectros de masas NIST 2017, edición 11. Todos los análisis estadísticos y las figuras asociadas se desarrollaron utilizando el *software* y el lenguaje de programación R (versión 4.1.0) y el entorno de desarrollo integrado RStudio (versión 1.4.1717).

## Resultados y discusión

### Evaluación sensorial de café tostado

La perfilación realizada por los catadores permitió distinguir que todas las muestras evaluadas presentaron el perfil característico y diferencial que se ha descrito de este producto en los diferentes entornos comerciales (La Nación, 2014; Vanegas, 2020; Cup of Excellence [COE], 2021). Los descriptores relacionados indican que el café chiroso presenta un perfil dulce, con acidez cítrica, de cuerpo jugoso y con notas aromáticas y florales; los resultados cuantitativos para los diferentes atributos evaluados se presentan en la figura 1.



**Figura 1.** Gráfico radial de la evaluación sensorial de las seis muestras de café (lote 1 y 2 para cada municipio) con los puntajes asociados a los siete parámetros calificados por los catadores

Fuente: Elaboración propia

De manera general, las seis muestras evaluadas fueron descritas con el perfil característico de un café de la variedad de interés, sin embargo, la diferencia que los catadores indicaron se relacionó con la intensidad de dicho perfil, expresando que “a algunas de las muestras les faltaba carácter”, o que “el perfil chiroso estaba presente, pero muy bajo”.

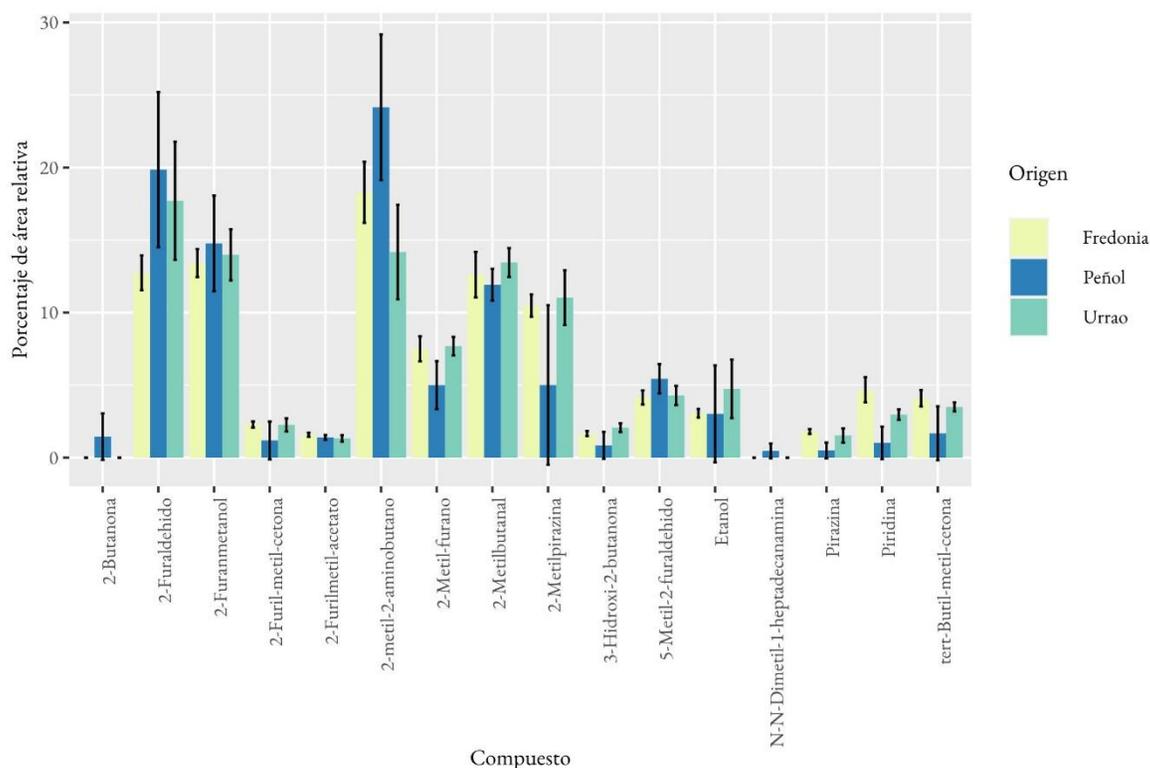
Desde el aspecto cuantitativo de la evaluación sensorial se lograron identificar tres grupos asociados a los tres orígenes geográficos, es decir, el nivel de variabilidad dentro del mismo lote asociado al origen geográfico (finca de café) es menor al nivel de variabilidad observado entre los cafés de los tres municipios, algo que en suma permite evaluar que el protocolo de poscosecha fue bien diseñado e implementado en las fincas, lo que se denomina en el mercado del café como la “consistencia” entre lotes de diferentes momentos de la poscosecha.

La puntuación conseguida por los dos lotes del café del municipio de Fredonia permitió soportar las observaciones realizadas por los catadores, quienes describieron este café como el menos potente. Las muestras de café de este origen puntuaron más bajo para atributos como sabor residual y fragancia-aroma. La evaluación para los cafés de Urrao y El Peñol fue muy similar para atributos como sabor, balance y acidez, que obtuvieron valores  $p$  de 0,423; 0,698 y 0,0955 respectivamente en prueba de comparación de medias, superiores al valor  $p > 0,05$ . Otros

atributos como sabor residual y fragancia-aroma se mostraron un poco más variables entre los dos orígenes (valor  $p$   $0,0377 < 0,05$  en prueba de comparación de medias).

### Determinación del perfil de compuestos volátiles aromáticos

La evaluación cromatográfica de los analitos reveló en promedio para cada muestra 14 picos claramente diferenciados, cada uno asociado a un compuesto volátil presente en el café tostado. En la figura 2 se pueden visualizar los resultados del área promedio relativa del perfil de compuestos identificados.



**Figura 2.** Porcentaje del área promedio de cada compuesto volátil aromático encontrado en las muestras de café tostado evaluadas

Fuente: Elaboración propia

El eje vertical expresa la abundancia de cada uno de los compuestos como porcentaje del total en cada muestra y los valores relativos permiten realizar comparaciones entre las diferentes muestras evaluadas. Hay algunas observaciones particulares que resaltan, como que el perfil general es similar entre los tres orígenes y presenta cierta consistencia entre las diferentes evaluaciones del perfil de volátiles en café tostado, debido a que corresponde a los componentes que constituyen la fracción más amplia, tanto en abundancia como en aporte al perfil de fragancia que define el olor a “café tostado”. Compuestos como el 2-furaldehído (CAS 98-01-1), el 2-furanmetanol (CAS 98-00-0), el 2-metil-2-aminobutano (CAS 594-39-8) y el 2-metilbutanal (CAS

96-17-3) son compuestos que se reportan en las bases de datos con notas en fragancia y aroma asociadas a los descriptores café tostado, caramelo, quemado, pan horneado y almendra dulce (Bröhan et al., 2009; Petisca et al., 2013; Garg et al., 2018)

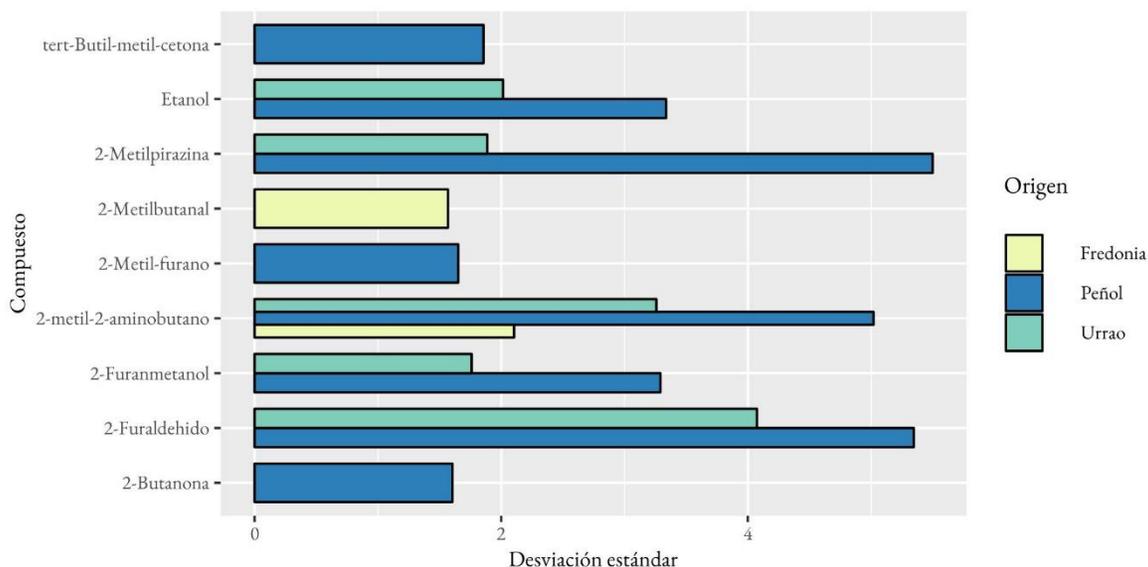
Compuestos que se manifiestan en cantidades menores a los antes mencionados suelen estar relacionados con aquellas notas sensoriales diferenciadoras, debido a que, a pesar de sus pequeñas cantidades, presentan una intensidad sensorial suficiente para establecer aspectos diferenciadores en un producto cuya calidad sensorial determina el precio en el comercio. Compuestos como la 2-butanona (CAS 78-93-3) y la 3-Hidroxi-2-Butanona (CAS 513-86-0) con notas sensoriales a fresco, frutal, mantecilloso y lácteo, aportan aspectos que marcan diferencias en la taza (Ochiai et al., 2014; Garg et al., 2018).

Los resultados representados en la figura 2 también permiten establecer que el desarrollo de los métodos instrumentales, el análisis de datos y la articulación con catadores expertos, prometen una forma eficiente y objetiva para realizar el control de calidad en el café (Toci & Farah, 2008; Ongó et al., 2020). Métodos analíticos como la espectroscopia de infrarrojo, la espectrometría de masas y la resonancia magnética nuclear han sido utilizadas para determinar algunas propiedades del café verde y del café tostado con resultados importantes (Wang et al., 2011; Monakhova et al., 2015; Pazmiño-Arteaga et al., 2019).

La evaluación del perfil de volátiles aromáticos es un reto tecnológico si se contemplan los más de mil compuestos que se han reportado en este producto (Mestdagh et al., 2014), la determinación analítica de tal cantidad de sustancias requiere equipos y métodos con un alto grado de sofisticación y, por ahora, involucra altos costos operativos. Los resultados presentados en este trabajo mostraron la identificación de apenas una pequeña porción de los compuestos volátiles del café tostado, sin embargo, demuestran el potencial de esta herramienta para discriminar entre tipos de café tostado.

La evaluación analítica de los compuestos volátiles también permitió observar las diferencias asociadas a los momentos de poscosecha, es decir, las diferencias intra-finca: procesamiento realizado bajo protocolos con las mismas condiciones, pero en tiempos diferentes y con porciones de cereza de café recolectadas de manera independiente. Las diferencias sensoriales y en calidad asociadas a distintos “lotes” de poscosecha suelen indicarse por los actores de la cadena productiva como el nivel de “consistencia” del café.

Las diferencias mayores a 1,5 veces la desviación estándar entre los dos lotes de cada origen pueden verse en la figura 3. Destaca que el de origen El Peñol es el que analíticamente mostró una mayor variabilidad entre los dos lotes evaluados; las barras color verde indican que para este café la cantidad relativa de los compuestos evaluados por cromatografía presentó valores más altos en comparación con los otros dos orígenes. Este resultado no se relaciona con lo reportado por los catadores, ya que el atributo fragancia y aroma fue puntuado con los mismos valores para los dos lotes de café de El Peñol.



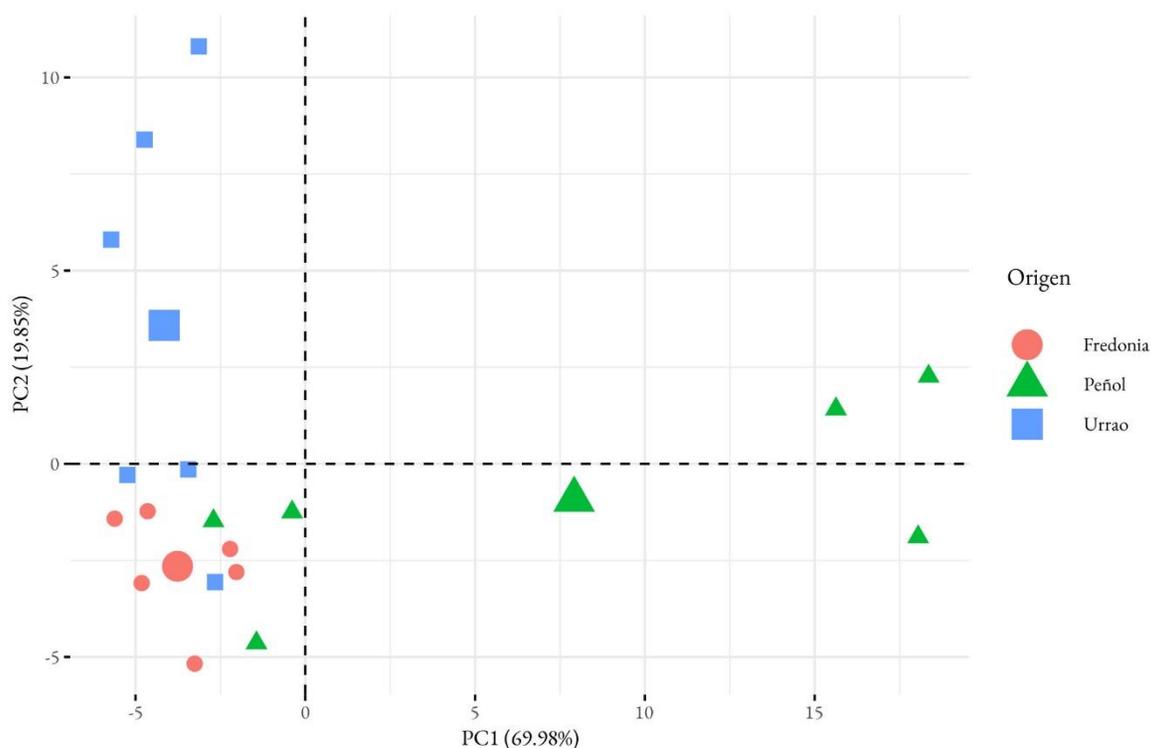
**Figura 3.** Desviación estándar del porcentaje del área relativa de los compuestos volátiles aromáticos del café tostado para las muestras asociadas a los dos lotes experimentales de cada origen geográfico

Fuente: Elaboración propia

La figura 4 es una representación gráfica de los valores obtenidos para los dos primeros componentes principales de los datos de los componentes volátiles del café tostado. En esta figura se resalta la reducción de los 16 compuestos volátiles en dos nuevas variables no correlacionadas con un valor acumulado de variabilidad del 89,83 %. Los grupos de las tres réplicas de analíticas para cada muestra de café tostado se encuentran cercanos entre sí, lo que indica la baja variabilidad asociada al método de preparación de la muestra y al análisis cromatográfico.

Además, se resalta la separación intra-lote de poscosecha de café para los orígenes El Peñol y Urrao, y destaca también la mayor concentración de los puntos de los seis análisis asociados a las muestras de Fredonia. De este municipio puede establecerse que fue el que presentó una menor variabilidad entre lotes y, por tanto, podría asociarse con una mayor consistencia en el perfil sensorial que se logra entre diferentes momentos de cosecha y poscosecha.

La mayor parte de las variables que tienen efecto sobre el perfil sensorial del café para estos casos son aquellas que pueden controlarse en la finca, por ejemplo, el proceso de recolección y clasificación de la cereza de café; la calidad del agua utilizada en los procesos asociados; la relación de café y agua, el tiempo y la temperatura de fermentación; la mayoría asociadas con aspectos como el tiempo climatológico y el lugar/recipiente/contenedor donde se realizan los procesos.



**Figura 4.** Análisis de componentes principales de los compuestos volátiles aromáticos del café tostado

Nota aclaratoria: los símbolos de mayor tamaño corresponden al centroide de cada grupo X de Origen.

Fuente: Elaboración propia

La mayor separación desde el punto de vista de los componentes volátiles se dio entre los tres orígenes geográficos. Lo indicado es la principal observación que plantea resaltar este trabajo, aun cuando se usó la misma variedad vegetal y se diseñó y ejecutó un protocolo de poscosecha estandarizado, se observaron diferencias importantes en el perfil sensorial en taza y en el perfil de compuestos volátiles aromáticos. Lo anterior permite establecer un acercamiento a los procesos del café en el departamento de Antioquia, donde la manifestación de la calidad sensorial puede verse afectada de manera importante por aquellos factores agroecológicos sobre los cuales se tiene poco o nulo control, factores como los tipos y la frecuencia de vientos y lluvias, las características de los suelos, el clima, las horas de luz solar y fundamentalmente las dinámicas de la poblaciones microbianas que están asociadas al proceso de fermentación y poscosecha del café.

Los resultados presentados en este trabajo permiten generar una herramienta más que soporta la diferenciación del café de la variedad *caturreo chiroso*. Las perspectivas de esta investigación contemplan ampliar los estudios a nuevos orígenes del departamento, donde se ha extendido la

semilla original y se ha reconocido que se mantiene el perfil sensorial característico. Futuras investigaciones de interés para el equipo contemplan el apoyo de botánicos expertos que puedan generar un registro y un soporte en herbario a la vez que se plantean estudios de tipo genético y taxonómico. El potencial económico, social y cultural de este tipo de café destaca como una línea de investigación que amerita aunar esfuerzos.

## Conclusiones

El uso de técnicas instrumentales y analíticas se presenta como respaldo y fortalecimiento del análisis sensorial del café, de hecho, la técnica de olfatometría que combina en un solo análisis la identificación y cuantificación instrumental, así como la descripción y la valoración sensorial, se perfilan como las mejores herramientas para el análisis profundo y con un sólido rigor científico del café y sus procesos.

Las evaluaciones realizadas en este trabajo relacionan los diferentes factores del proceso, en donde el efecto de las variables controlables y no controlables de la poscosecha pueden establecerse con dos propósitos: 1) con las primeras es posible estandarizar un protocolo que contribuya a obtener lotes de calidad consistente y 2) con las segundas se puede optimizar para aprovechar los diferenciales agroecológicos y, de esta manera, establecer perfiles de calidad representativos de cada región geográfica.

## Contribución de los autores

Jhonathan David Pazmiño Arteaga: diseño experimental, análisis instrumental, limpieza, análisis estadísticos e interpretación de datos, construcción de las gráficas y figuras, escritura y revisión del artículo. Andres Felipe Ruíz Márquez: concepción de la idea experimental, diseño del protocolo de poscosecha, análisis sensorial, escritura y revision del artículo.

## Implicaciones éticas

No existen implicaciones éticas.

## Conflicto de interés

Los autores manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

## Financiación

El trabajo fue realizado con recursos destinados a la investigación por el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA y por su Centro de los Recursos Naturales Renovables La Salada, regional Antioquia.

## Referencias

- Bröhan, M., Huybrighs, T., Wouters, C., & Van der Bruggen, B. (2009). Influence of storage conditions on aroma compounds in coffee pads using static headspace GC-MS. *Food Chemistry*, 116, 480-483. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.072>
- Caporaso, N., Whitworth, M. B., Cui, C. & Fisk, I. D. (2018). Variability of single bean coffee volatile compounds of Arabica and robusta roasted coffees analyzed by SPME-GC-MS. *Food Research International*, 108, 628-640. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.077>
- 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://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224416302035>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social [Conpes] (2021). *Política para la Sostenibilidad de la Caficultura colombiana*. Conpes. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4052.pdf>
- Cup of Excellence [COE]. (2021). *Colombia 2021*. COE. <https://cupofexcellence.org/colombia-2021/>
- Servicio Geológico Colombiano & Cenicafé. (2019). *De la geología al café*. Publicaciones Geológicas Especiales, 41. <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/21>
- do Livramento, K. G., Borém, F. M., José, A. C., Santos, A. V., do Livramento, D. E., Alves, J. D., & Paiva, L. V. (2017). Proteomic analysis of coffee grains exposed to different drying process. *Food Chemistry*, 221, 1874-1882. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.069>
- Garg, N., Sethupathy, A., Tuwani, R., NK, R., Dokania, S., Iyer, A., Gupta, A., Agrawal, S., Singh, N., Shukla, S., Kathuria, K., Badhwar, R., Kanji, R., Jain, A., Kaur, A., Nagpal, R., & Bagler, G. (2018). FlavorDB: a database of flavor molecules. *Nucleic Acids Research*, 46, D1210-D1216. <https://doi.org/10.1093/nar/gkx957>
- Guzmán Cano, D. S. (2021). Potencial tecnológico de cepas nativas de levaduras aisladas en procesos de fermentación natural de café para la producción de cafés especiales [tesis de especialización], Universidad de Antioquia. <http://hdl.handle.net/10495/21397>
- Jha, S., Bacon, C. M., Philpott, S. M., Rice, R. A., Méndez, V. E., & Läderach, P. (2011). A Review of Ecosystem Services, Farmer Livelihoods, and Value Chains in Shade Coffee Agroecosystems. En: Campbell W., & Lopez Ortiz S. (eds). *Integrating Agriculture, Conservation and Ecotourism: Examples from the Field*. (pp 141-208). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1309-3\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1309-3_4)
- Kwon, D. J., Jeong, H. J., Moon, H., Kim, H. N., Cho, J. H., Lee, J. E., Hong, K. S., & Hong, Y. S. (2015). Assessment of green coffee bean metabolites dependent on coffee quality using a <sup>1</sup>H NMRbased metabolomics approach. *Food Research International*, 67, 175-182. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.010>
- La Nación. (2014, octubre 22). Superan récord en subasta electrónica mundial. *La Nación*. <https://www.lanacion.com.co/superan-record-en-subasta-electronica-mundial/>
- Mestdagh, F., Davidek, T., Chaumonteuil, M., Folmer, B., & Blank, I. (2014). The kinetics of coffee aroma extraction. *Food Research International*, 63, 271-274. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.011>
- Monakhova, Y. B., Ruge, W., Kuballa, T., Ilse, M., Winkelmann, O., Diehl, B., & Lachenmeier, D. W. (2015). Rapid approach to identify the presence of Arabica and Robusta species in coffee

- using  $^1\text{H}$  NMR spectroscopy. *Food Chemistry*, 182, 178-184. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.132>
- Montagnon, C., Mahyoub, A., Solano, W., & Sheibani, F. (2021). Unveiling a unique genetic diversity of cultivated *Coffea arabica* L. in its main domestication center: Yemen. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68, 2411-2422. <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01139-y>
- Ocampo López, O. L., & Alvarez-Herrera, L. M. (2017). Tendencia de la producción y el consumo del café en Colombia. *Apuntes del Cenec*, 36(64), 139-165. <https://doi.org/10.19053/01203053.v36.n64.2017.5419>
- Ochiai, N., Tsunokawa, J., Sasamoto, K., & Hoffmann, A. (2014). Multi-volatile method for aroma analysis using sequential dynamic headspace sampling with an application to brewed coffee. *Journal of Chromatography*, 1371, 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2014.10.074>
- Ongo, E. A., Montevecchi, G., Antonelli, A., Sberveglieri, V., & Sevilla III, F. (2020). Metabolomics fingerprint of Philippine coffee by SPME-GC-MS for geographical and varietal classification. *Food Research International*, 134, 109227. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109227>
- Pazmiño-Arteaga, J. D., Chagolla, A., Gallardo-Cabrera, C., Ruiz-Márquez, A. F., González-Rodríguez, A. T., Camargo-Escalante, M. O., Tiessen, A., & Winkler, R. (2019). Screening for Green Coffee with Sensorial Defects Due to Aging During Storage by MALDI-ToF Mass Fingerprinting. *Food Analytical Methods*, 12(7), 1571-1576. <https://doi.org/10.1007/s12161-019-01485-9>
- Pazmiño-Arteaga, J., Gallardo, C., González-Rodríguez, T., & Winkler, R. (2022). Loss of sensory cup quality: physiological and chemical changes during green coffee storage. *Plant Foods for Human Nutrition*, 77, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11130-022-00953-8>
- Petisca, C., Pérez-Palacios, T., Farah, A., Pinho, O., & Ferreira, I. (2013). Furans and other volatile compounds in ground roasted and espresso coffee using headspace solid-phase microextraction: Effect of roasting speed. *Food and Bioprocess Processing*, 91, 233-241. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2012.10.003>
- Ponte, S. (2004). Estándares y sostenibilidad en el sector cafetero: una aproximación global a la cadena de valor. *Ensayos sobre economía cafetera* (pp. 31-83). Instituto Danés de Estudios Internacionales. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/18851>
- SCA. (2021). *Protocols & Best Practices*. Specialty Coffee Association. <https://sca.coffee/research/protocols-best-practices/>
- Toci, A. T., & Farah, A. (2008). Volatile compounds as potential defective coffee beans' markers. *Food Chemistry*, 108(3), 1133-1141. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.064>
- Toci, A. T., & Farah, A. (2014). Volatile fingerprint of Brazilian defective coffee seeds: corroboration of potential marker compounds and identification of new low quality indicators. *Food Chemistry*, 153, 298-314. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.040>
- Toci, A. T., Azevedo, D. A., & Farah, A. (2020). Effect of roasting speed on the volatile composition of coffees with different cup quality. *Food Research International*, 137, 109546. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109546>
- Tolessa, K., Rademaker, M., De Baets, B., & Boeckx, P. (2016). Prediction of specialty coffee cup quality based on near infrared spectra of green coffee beans. *Talanta*, 150, 367-374. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2015.12.039>
- Vanegas, F. (16 de octubre de 2020). Felipe Henao con Café de Antioquia gana del concurso Taza de Excelencia 2020. *Coffee media*.

<https://www.yoamoelcafedecolombia.com/2020/10/16/felipe-henao-de-antioquia-ganador-del-concurso-taza-de-excelencia-2020/>

Wang, N., Fu, Y., & Lim, L. T. (2011). Feasibility Study on Chemometric Discrimination of Roasted Arabica Coffees by Solvent Extraction and Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(7), 3220-3226. <https://doi.org/10.1021/jf104980d>

Yepes Duque, M. (2018). *El Papel de las políticas públicas y las estrategias sectoriales en la transición del Café como commodity hacia cafés especiales. El caso del Suroeste Antioqueño* [tesis de maestría], Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/64744>