

Efecto del beneficio y la fermentación en *Coffea arabica* sobre atributos sensoriales en Huila, Colombia

Effect of processing method and fermentation on sensory attributes of *Coffea arabica* in Huila, Colombia

Claudia Mercedes Ordoñez-Espinosa¹ , Claudia Parra-Cortes^{1*} , Alexandra Ceron-Endo¹ 

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA. Carrera 15 # 8 - 06, Barrio Altico, CP. 410010. Neiva, Huila, Colombia.

*Autor de correspondencia: claudia.parraco@unad.edu.co

Nota científica

Recibida: 05 de noviembre 2025

Aceptada: 28 de julio 2026

RESUMEN. El beneficio de café por métodos semihúmedo y seco constituye una alternativa al beneficio tradicional por vía húmeda y puede influir en la calidad sensorial de la bebida. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tiempo de fermentación y del método de beneficio sobre atributos sensoriales. Se usó café variedad Colombia recolectado en abril y noviembre de 2024, sometido a fermentaciones de 72, 130 y 150 h para el proceso semihúmedo y de 48, 72 y 96 h para el proceso por vía seca. La evaluación sensorial se realizó siguiendo el protocolo SCA. En el beneficio semihúmedo, el tratamiento con 72 h obtuvo un puntaje de 85.00 y el beneficio seco con 72 h alcanzó el mayor puntaje (86.25). Los resultados indican que tiempos de fermentación intermedios favorecen la calidad sensorial, y que incrementos adicionales en la duración del proceso no garantizan mejoras en la clasificación en taza.

Palabras clave: Procesamiento del café, café especial, evaluación sensorial.

ABSTRACT. Coffee processing using semi-wet and dry methods represents an alternative to the traditional wet processing method and may influence the sensory quality of the beverage. The aim of this study was to evaluate the effect of fermentation time and processing method on sensory attributes. Colombia variety coffee harvested in April and November 2024 was used and subjected to fermentation times of 72, 130, and 150 h for the semi-wet process, and 48, 72, and 96 h for the dry process. Sensory evaluation was conducted following the SCA protocol. In the semi-wet process, the 72 h treatment achieved a score of (85.00), while the dry process with 72 h obtained the highest score (86.25). The results indicate that intermediate fermentation times favor sensory quality, whereas additional increases in fermentation duration do not necessarily guarantee improvements in cup classification.

Keywords: Coffee Processing, specialty coffee, sensory evaluation.

Como citar: Ordoñez-Espinosa CM, Parra-Cortes C, Ceron-Endo A (2026) Efecto del beneficio y la fermentación en *Coffea arabica* sobre atributos sensoriales en Huila, Colombia. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 13(3): e4921. DOI: 10.19136/era.a13n3.4921.

INTRODUCCIÓN

Colombia es reconocida por la producción de café suave y se ubica entre los principales productores a nivel mundial (ICO 2023). El cultivo de café se distribuye en diversas regiones del país, donde el departamento del Huila se destaca por su relevancia productiva y por la adopción de prácticas de cosecha y poscosecha orientadas a la obtención de cafés diferenciados, con características sensoriales valoradas en mercados especializados (Vanegas 2021, FNC 2023).

Tradicionalmente, el café en Colombia se ha procesado mediante el beneficio por vía húmeda, históricamente promovido para la obtención de cafés lavados con perfiles limpios y homogéneos (ICO 2023). No obstante, en los últimos años se ha incrementado el interés de los caficultores por métodos de beneficio alternativos como el semihúmedo (café honey) y el beneficio por vía seca (café natural), los cuales presentan una adopción aún limitada en Colombia, pero son ampliamente utilizados en otros países productores de café a nivel internacional, como Brasil, Etiopía y Perú, donde han mostrado un impacto positivo en la diferenciación sensorial y la calidad en taza (Borém *et al.* 2024, Valenzuela-Antezana y Luna-Mercado 2023, Aswathi y Murthy 2024). Estos procesos difieren en el manejo del mucílago y en la dinámica de fermentación, lo cual influye directamente en el desarrollo de los atributos sensoriales de la bebida. En particular, el tiempo de fermentación constituye una etapa crítica, ya que puede modificar características como acidez, dulzor, cuerpo y complejidad aromática del café (Aswathi y Murthy 2024).

Durante la fermentación ocurren transformaciones bioquímicas en la pulpa y el mucílago que pueden modificar atributos como aroma, acidez, dulzor, cuerpo y balance en taza. En este sentido, los procesos de beneficio por vía seca (natural) y semihúmeda (honey) han sido asociados con perfiles diferenciados y mayor diversidad sensorial, características valoradas en mercados de cafés especiales (Aswathi y Murthy 2024). No obstante, la respuesta sensorial del café depende no solo del tipo de beneficio, sino también del tiempo de fermentación aplicado en cada proceso. Un manejo inadecuado de esta etapa puede disminuir la calidad final del producto, mientras que tiempos controlados podrían potenciar atributos deseables en taza. En consecuencia, es necesario generar información técnica específica para cada zona cafetera e incluso para cada finca, que permita ajustar estas variables según las condiciones ambientales locales, el manejo agronómico del cultivo, las prácticas de poscosecha, el tipo de beneficio empleado y los requisitos del mercado objetivo.

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tiempo de fermentación en métodos de beneficio por vía semihúmeda y seca sobre los atributos sensoriales del café *Coffea arabica* producido en el departamento del Huila, Colombia, con el fin de generar información técnica que contribuya a optimizar los procesos de poscosecha y la diferenciación de cafés especiales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y material vegetal

La investigación se desarrolló en una finca cafetera ubicada en el departamento del Huila, Colombia, zona reconocida por la producción de cafés especiales. Se utilizaron frutos maduros de

café arábigo (*Coffea arabica* L.) variedad Colombia, cosechados manualmente durante dos meses de cosecha (abril y noviembre de 2024). La recolección se realizó seleccionando únicamente cerezas en estado óptimo de madurez.

Recepción y selección del café cereza

Los frutos cosechados fueron trasladados lugar de beneficio de la finca, donde se efectuó el proceso de selección inicial. Se realizó balseo, técnica que consiste en la separación por densidad en agua, con el fin de retirar impurezas, frutos secos, brocados o defectuosos. Posteriormente, se complementó la selección de forma manual, eliminando frutos verdes, pintones y sobremaduros, para homogeneizar la materia prima utilizada en los tratamientos experimentales.

Diseño experimental

Se evaluaron dos métodos de beneficio del café: vía semihúmeda y seca, cada uno con diferentes tiempos de fermentación definidos a partir de pruebas preliminares realizadas en la finca y de los rangos comúnmente empleados por productores locales.

En el proceso semihúmedo se evaluaron fermentaciones de 72, 130 y 150 horas, mientras que en el proceso por vía seca se evaluaron 48, 72 y 96 h. Las diferencias en los tiempos obedecen a la dinámica propia de cada método de beneficio, ya que la presencia o ausencia de pulpa y mucílago modifica la velocidad de fermentación y la actividad microbiana durante el proceso. La unidad experimental fue de 25 kilos de café cereza variedad Colombia. El café cereza recolectado fue distribuido según los tratamientos descritos en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos con método de beneficio de café y tiempos de fermentación.

Tratamiento	Método de beneficio	Descripción del beneficio	Tiempo de fermentación (h)
T1	Vía Semihúmedo	40 horas de fermentación en café cereza.	72
		90 horas de fermentación del café en baba.	
T2	Vía Semihúmedo	50 horas de fermentación en café cereza.	130
		100 horas de fermentación del café en baba.	
T3	Vía Semihúmedo	24 horas de fermentación del café cereza.	150
		48 horas de fermentación del café en baba.	
T1	Vía Seca	96 horas de fermentación del café cereza.	48
T2	Vía Seca	72 horas de fermentación del café cereza.	72
T3	Vía Seca	48 horas de fermentación del café cereza.	96

Proceso de beneficio

Las unidades experimentales se dispusieron en recipientes plásticos herméticos con capacidad de 30 L, provistos con válvula de fermentación tipo airlock, con el fin de permitir la salida de CO₂ y evitar el ingreso de oxígeno. En los tratamientos del método de beneficio por vía semihúmeda, el café cereza fue despulpado sin uso de agua y el mucílago se conservó adherido al pergamino. Posteriormente, el café se sometió a fermentación durante el tiempo correspondiente sin remoción de mucílago ni lavado final. En los tratamientos por vía seca, los frutos se fermentaron completos, conservando cáscara, pulpa y mucílago durante todo el proceso.

Secado y almacenamiento

Finalizados los tiempos de fermentación en cada tratamiento, las muestras fueron llevadas a secado en secador solar parabólico tipo marquesina hasta alcanzar una humedad entre 10 y 11.5%. Posteriormente, el café seco se empacó en bolsas plásticas nuevas y se almacenó durante 30 días en condiciones ambientales controladas antes del análisis sensorial.

Evaluación sensorial

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la empresa Plop Coffee, ubicado en Pitalito, Huila, Colombia. El análisis sensorial se realizó con un panel sensorial de tres catadores QGrader, siguiendo el protocolo oficial de la Specialty Coffee Association (SCA). Se evaluaron los atributos: fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, uniformidad, taza limpia, dulzor, puntaje del catador y defectos. Con base en la puntuación final, las muestras se clasificaron según la escala SCA vigente para cafés especiales.

Análisis estadístico

Se empleó un diseño factorial con dos factores: método de beneficio (semihúmedo y seco) y tiempo de fermentación (3 niveles por método). Las variables de respuesta correspondieron a los atributos sensoriales y al puntaje total en taza.

Los datos de la evaluación sensorial fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Cuando se detectaron diferencias estadísticas ($p < 0,05$), se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan para comparar las medias de los atributos sensoriales. Esta prueba fue seleccionada por su amplia utilización en estudios agroalimentarios y su capacidad para establecer grupos homogéneos entre tratamientos con adecuada sensibilidad estadística. Todos los análisis se realizaron con un nivel de confianza del 95 % utilizando el software estadístico InfoStat y la elaboración gráfica se efectuó en Microsoft Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró resultados significativos ($p \leq 0.05$) del método de beneficio, del tiempo de fermentación y de su interacción entre ambos factores sobre el puntaje final en taza; lo que indica que la respuesta sensorial del café dependió no solo de cada factor, sino igualmente de la combinación entre tipo de proceso y duración de la fermentación. Estos resultados concuerdan con investigaciones de Hernández *et al.* (2026) quienes encontraron que la duración de la fermentación y su interacción con el método de beneficio modifican significativamente la calidad sensorial del café, quienes indican que los hallazgos pueden orientar la selección del método de procesamiento y la duración de la fermentación para lograr resultados específicos, como perfiles afrutados con mayor acidez o con notas de caramelo y chocolate.

Se presenta en la Tabla 2 la comparación de medias del puntaje sensorial obtenido para los tratamientos evaluados, donde todas las muestras registraron valores superiores a 84 puntos, lo que los clasifica en la categoría de cafés especiales según la escala actual de la Specialty Coffee Association (SCA). También se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos. Estudios

recientes hechos por Matias *et al.* (2025) han demostrado que los métodos de procesamiento poscosecha influyen de forma significativa en la composición química, los compuestos volátiles y la calidad sensorial del café, y que los procesos natural y honey favorecen atributos como el dulzor, el cuerpo, la complejidad aromática y la persistencia en taza, lo que explica las diferencias observadas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 2. Puntaje promedio en taza de café (*Coffea arabica*) según método de beneficio y tiempo de fermentación.

Método de beneficio	Fermentación (h)	Puntaje SCA (media $\pm$ EE)	Clasificación SCA	Duncan
Vía seca	72	85.88 $\pm$ 0.21	Excelente	A
Vía seca	96	85.38 $\pm$ 0.18	Excelente	AB
Vía seca	48	84.88 $\pm$ 0.24	Muy bueno	AB
Vía semihúmeda	72	84.63 $\pm$ 0.19	Muy bueno	AB
Vía semihúmeda	130	84.38 $\pm$ 0.17	Muy bueno	B
Vía semihúmeda	150	84.13 $\pm$ 0.22	Muy bueno	B

Letras iguales dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (Duncan alfa = 0,05).

Se encontró que el café procesado por vía seca (natural) con 72 h de fermentación (85.88 $\pm$ 0.21) obtuvo el mayor puntaje, tratamiento que difirió estadísticamente de los procesos semihúmedo (honey) con 130 y 150 h de fermentación. Los tratamientos por vía seca con 96 h (85.38 $\pm$ 0.18), 48 h (84.88 $\pm$ 0.24) y 72 h (84.63 $\pm$ 0.19) presentaron valores intermedios, sin diferencias estadísticas respecto al tratamiento de mayor puntaje. Los menores valores promedio se encontraron en los tratamientos del proceso semihúmedo con 130 h (84.38 $\pm$ 0.17) y 150 h (84.13 $\pm$ 0.22).

El proceso de beneficio por vía seca presentó mejor respuesta sensorial cuando la fermentación se realizó durante 72 h, mientras que fermentaciones prolongadas en el método de beneficio por vía semihúmeda tendieron a reducir la calificación final en taza. Se puede explicar en base a lo reportado por Liang *et al.* (2026) quienes indican que la suavidad de la sensación en boca se atribuye a un aumento en metabolitos como glicerol y polisacáridos, entre otros. Además, se ha demostrado que el tratamiento Honey reduce la aspereza, mejora el dulzor y aumenta la suavidad debido a la retención de pectina y sacáridos solubles. En conjunto, estos mecanismos explican las diferencias sensoriales observadas entre los tratamientos y resaltan la importancia de optimizar el tiempo de fermentación según el método de beneficio empleado.

La puntuación total se encuentra en la Tabla 3, con la clasificación según la SCA y la descripción cualitativa de los cafés evaluados en función del tipo de beneficio y el tiempo de fermentación. El proceso por vía seca (natural) con 72 horas de fermentación obtuvo el mayor puntaje (86.25), lo que lo ubicó en la categoría excelente, con un perfil sensorial caracterizado por notas limpias, tropicales, especiadas, cítricas y vínicas, acidez cítrica, cuerpo medio y un residual a maderas finas y frambuesa. Este comportamiento concuerda con Soares *et al.* (2025), quienes indican que la fermentación controlada en cafés naturales favorece la formación de metabolitos y compuestos volátiles que son responsables del incremento en sus atributos sensoriales. También se sabe que al optimizar el tiempo de fermentación y la disponibilidad de oxígeno, se potencializan los atributos frutales, vínicos y de mayor complejidad, contribuyendo a incrementos significativos en la puntuación de la Specialty Coffee Association (SCA).

Tabla 3. Puntaje total, clasificación de calidad y descripción del café por tipo de beneficio.

Tipo de beneficio	Puntaje	Clasificación-Calidad	Descripción
Honey 72 horas	85.00	Excelente	Chocolate, miel de panela, cítrico, toronja, áspero, herbal suave.
Honey 130 horas	84.00	Muy bueno	Caña, caramelo, cítrico naranja, áspero, herbal
Honey 150 horas	84.50	Excelente	Miel de caña, caramelo, cítrico naranja, cuerpo delicado, áspero, herbal.
Natural 48 horas	85.25	Excelente	Especiado a pimienta, cítrico, vino, acidez cítrica, cuerpo medio, residual a maderas finas, mora seca.
Natural 72 horas	86.25	Excelente	Taza limpia, tropical, especiado pimienta, cítrico, vino, acidez cítrica, cuerpo medio, residual a maderas finas, frambuesa.
Natural 96 horas	85.75	Excelente	Taza limpia, especiado pimienta, cítrico, vino, acidez cítrica, cuerpo medio, residual a maderas finas, mora

El mismo proceso con 48 horas de fermentación alcanzó un puntaje de 85.25, también clasificado como excelente, con atributos similares, aunque con menor complejidad, destacándose notas especiadas, cítricas, vínicas y de mora seca. Por su parte, el beneficio semihúmedo (honey) con 72 horas de fermentación registró un puntaje de 85.00, clasificado como excelente, con un perfil sensorial diferenciado respecto a los procesos por vía seca, con notas de chocolate, miel de panela, cítrico toronja y carácter herbal suave. El menor puntaje (84.00) correspondió al proceso semihúmedo con 130 horas de fermentación, el cual fue clasificado como café de calidad muy bueno según la SCA.

El mayor puntaje correspondió al café procesado por vía seca (natural) con 72 horas de fermentación. En este método, el grano permanece en contacto con la pulpa, cáscara y mucílago durante el proceso, lo que favorece mayor disponibilidad de azúcares, pectinas y compuestos precursores del aroma. Durante la fermentación, levaduras y bacterias ácido-lácticas transforman estos sustratos en alcoholes, ácidos orgánicos, ésteres y otros metabolitos volátiles que pueden intensificar notas frutales, mayor dulzor percibido y complejidad aromática. Por ello, un periodo intermedio de fermentación, como el observado a las 72 h, pudo representar un equilibrio adecuado entre transformación bioquímica y conservación de la limpieza en taza. Esta tendencia coincide con estudios recientes de Soares *et al.* (2025) que muestran que el proceso de beneficio y el tiempo de fermentación modifican significativamente el perfil aromático y la calidad en taza, estos resultados sugieren que el tiempo óptimo de fermentación es dependiente del proceso que determina la calidad sensorial.

Al revisar el puntaje total del análisis sensorial para el proceso de beneficio por vía seca con 96 horas de fermentación se encontró que disminuyó ligeramente, lo que indica que las fermentaciones prolongadas no necesariamente incrementan la calidad sensorial del café. Si el tiempo de fermentación sobrepasa un intervalo óptimo, puede aumentar la actividad microbiana indeseable, lo cual propicia una acumulación excesiva de alcoholes superiores, compuestos fenólicos y ácidos orgánicos. Esta situación causa un desequilibrio en la bebida, así como la aparición de notas sensoriales no deseadas y sensaciones ásperas. Esta conducta concuerda con investigaciones anteriores que indican que la fermentación controlada es crucial para conservar la calidad sensorial, mientras que las fermentaciones en exceso pueden dar lugar a fallas relacionadas

con la sobrefermentación y a una disminución de la complejidad aromática (Shen *et al.* 2023, Borém *et al.* 2024, Silva *et al.* 2024).

En los tratamientos de beneficio semihúmedo, las puntuaciones sensoriales más altas se observaron a las 72 horas de fermentación; en cambio, los periodos de 130 y 150 horas mostraron puntuaciones más bajas. Los periodos de fermentación prolongados pueden favorecer la acumulación de metabolitos no deseados, acelerar el deterioro del mucílago remanente y generar fallas sensoriales relacionadas con la fermentación avanzada. Por lo tanto, se necesita un control más exacto de la temperatura, el tiempo y la aireación para mantener el balance sensorial de la bebida. Esto ha sido documentado en investigaciones sobre fermentación y procesamiento semihúmedo (Aswathi y Murthy 2024, Borém *et al.* 2024, Silva *et al.* 2024).

Los resultados encontrados son consistentes con estudios que explican la complejidad sensorial en cafés procesados por vía seca, particularmente cuando se controla la fermentación del fruto. En estos sistemas, el contacto prolongado entre la pulpa y el grano favorece que se transfieran azúcares, ácidos orgánicos y precursores volátiles, lo cual resulta en notas de frutas, vino y frutos rojos. Estos son característicos de cafés naturales con buena calidad (Palumbo *et al.* 2024, Silva *et al.* 2024). Investigaciones sobre el beneficio semihúmedo (café honey) señalan que este método puede producir tazas dulces y limpias; sin embargo, si la fermentación del mucílago se extiende más de lo debido, los procesos microbianos pueden alterarse y los componentes estructurales pueden degradarse rápidamente y avinagrarse; reduciendo la estabilidad sensorial e incrementando el riesgo de defectos vinculados a una fermentación avanzada (Hu *et al.* 2025, Neyra-Vergara *et al.* 2025). Desde el punto de vista productivo, los hallazgos tienen relevancia para los caficultores del Huila y otras zonas productoras con enfoque de cafés especiales. Modificar el tiempo de fermentación permite mejorar la calidad sin necesidad de realizar grandes inversiones, solo con el cambio del beneficio del café a nivel de finca. Los procesos de beneficio por vía seca (cafés naturales) y de procesos semihúmedos (café honey) son una opción para tener menor consumo de agua frente al beneficio tradicional, lo permite obtener ventajas ambientales y comerciales.

El estudio realizado evidenció que no existe una relación lineal entre mayor tiempo de fermentación y mejor calidad en taza. El efecto depende del método de beneficio y de la interacción entre sustrato, microbiota y condiciones de proceso. Por ello, la definición de tiempos óptimos debe establecerse para cada zona cafetera e incluso para cada finca, considerando clima, variedad cultivada, madurez del fruto y mercado objetivo. Los resultados permiten concluir que la optimización del tiempo de fermentación debe considerar el tipo de beneficio, ya que mayores duraciones no garantizan una mejor calidad sensorial. La información generada aporta elementos técnicos para el manejo poscosecha del café bajo las condiciones evaluadas en cada zona de estudio.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por el financiamiento del proyecto “Efecto de los procesos de fermentación sobre los atributos sensoriales en taza de café especial en el Municipio de Algeciras, Huila”, con código: PGI1601ECAPMA2024; aprobado en la convocatoria 12.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

- Aswathi KN, Murthy PS (2024) Pulped natural/honey coffee process: An innovative approach. *Food and Humanity* 2: 100287. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100287>
- Borém FM, Salvio L, Corrêa J, Alves A, Santos C, Haeberlin L, Cirillo M, Schwan R (2024) Influence of fermentation time and inoculation of starter culture on the chemical composition of fermented natural coffee followed by depulping. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 96(suppl 1): e20240083. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420240083>
- FNC (2023) Informe del gerente. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. <https://federaciondefcafeteros.org/app/uploads/2023/11/IG-92-CNC-DIGITAL.pdf>. Fecha de consulta: 29 de julio de 2025.
- Hernández-Alcántara G, Alarcón-Gutiérrez E, Ronzón-Soto S, García-Pérez JA, Filete CA, Guarçoni RC, Da-Silva-Oliveira EC, Pereira LL (2026) Impact of fermentation duration and processing techniques on the multidimensional quality of *Coffea arabica* beans. *Journal of Food Composition and Analysis* 153: 109102. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2026.109102>
- Hu F, Yu H, Fu X, Li Z, Dong W, Li G, Li Y, Bi X (2025) Characterization of volatile compounds and microbial diversity of *Coffea arabica* in honey processing based on different mucilage retention treatments. *Food Chemistry X* 25: 102251. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102251>
- ICO (2023) Coffee report and outlook December 2023. International Coffee Organization. https://icocoffee.org/documents/cy2023-24/Coffee_Report_and_Outlook_December_2023_ICO.pdf. Fecha de consulta: 29 de julio de 2025.
- Liang Y, Yuan Y, Wang J, Chen W, Chen W, Zhong Q, Pei J, Chen C, Fu X, He R, Chen H (2026) Analysis of changes in taste characteristics of coffee at different primary processing methods using E-Tongue, untargeted metabolomics and WGCNA. *Foods* 15(9): 1475. <https://doi.org/10.3390/foods15091475>
- Matias GC, Borém FM, Alves APC, Haeberlin L, Santos CMD, De-Andrade ET (2025) Impact of initial sensory quality of specialty natural coffee during storage. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 97(2): e20241042. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202520241042>
- Neyra-Vergara TJ, Melendrez-Mauriola O, Cubas-Heredia BY, Contreras-Ocupa GN, Herrera-Salazar DM, Diaz-Mundaca EE, Rivera-Botonares RS, Hernández-Martínez E (2025) Coffee fermentation from traditional to controlled and its impact on sensory quality: a review. *Coffee Science* 20: e202355. <https://doi.org/10.25186/v20i.2355>
- Palumbo JMC, Martins PMM, Salvio LGA, Batista NN, Ribeiro LS, Borém FM, Dias DR, Schwan RF (2024) Impact of different fermentation times on the microbiological, chemical, and sensorial profile of coffees processed by self-induced anaerobiosis fermentation. *Brazilian Journal of Microbiology* 55(3): 2253-2266. <https://doi.org/10.1007/s42770-024-01370-6>
- Shen X, Zi C, Yang Y, Wang Q, Zhang Z, Shao J, Zhao P, Liu K, Li X, Fan J (2023) Effects of different primary processing methods on the flavor of *Coffea arabica* beans by metabolomics. *Fermentation* 9(8): 717. <https://doi.org/10.3390/fermentation9080717>
- Silva LCF, Pereira PVR, Cruz MAD, Costa GXR, Rocha RAR, Bertarini PLL, Amaral LR, Gomes MS, Santos LD (2024) Enhancing sensory quality of coffee: The impact of fermentation techniques on *Coffea arabica* cv. Catiguá MG2. *Foods* 13(5): 653. <https://doi.org/10.3390/foods13050653>

- Soares CL, De-Alencar ER, Chiarello MD, De-Lacerda-De-Oliveira L (2025) Unraveling the impact of coffee fermentation: Interactions among processing variables and their effects on sensory quality. *Trends in Food Science & Technology* 163: 105151. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.105151>
- Valenzuela-Antezana RN, Luna-Mercado GI (2023) Effect of processing methods (washed, honey, natural, anaerobic) of Catimor coffee on physical and sensory quality in Alto Inambari, Peru. *Coffee Science* 18: e182078. <https://doi.org/10.25186/v18i.2111>
- Vanegas F (2021) Ranking departamentos productores de café 2021. *Coffee Media*. <https://www.yoamoelcafedecolombia.com/2021/11/18/ranking-departamentos-productores-de-cafe-2021/>. Fecha de consulta: 19 de junio de 2025.