



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,
Volumen 9, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

EFFECTOS DE LA COMBINACIONES DE TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE TUESTE DEL CAFÉ (COFFEA ARABICA) SOBRE SU PERFIL SENSORIAL EN JAMA

**EFFECTS OF TEMPERATURES AND ROASTING TIMES OF
COFFE (COFFEA ARABICA) ON ITS SENSORY PROFILE
IN JAMA**

Alexander Edu Morales Carrera

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador

Zagda Nycolle Casanova Coba

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador

Francisco Manuel Demera Lucas

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19458

Efectos de la Combinaciones de Temperaturas y Tiempos de Tueste del Café (*Coffea Arabica*) sobre su Perfil Sensorial en Jama

Alexander Edu Morales Carrera¹Edumorales656@gmail.com<https://orcid.org/0009-0000-4824-8388>Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de
Manabí Manuel Félix López
Ecuador**Zagda Nycolle Casanova Coba**zagdanycolle08@gmail.com<https://orcid.org/0009-0001-9926-3286>Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de
Manabí Manuel Félix López
Ecuador**Francisco Manuel Demera Lucas**Francisco.demera@espam.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-3446-7771>Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de
Manabí Manuel Félix López
Ecuador

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de las temperaturas y tiempos de tueste en la calidad sensorial del café arábigo variedad (*Sachimor*) en el cantón Jama, ubicado en la provincia de Manabí-Ecuador. Para este estudio, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos (T1:200°C-12min; T2:210°C-10min; T3:220°C-8min) con cuatro réplicas, teniendo 12 unidades experimentales y tres curvas de tostado. Se analizó el perfil sensorial del café tostado mediante catadores entrenados, siguiendo el protocolo de la Specialty Coffee Association (SCA). Como resultado se obtuvo que la mejor curva de tostado fue el T3, registrado por una temperatura de 220°C por 8:10 minutos, con un punto de equilibrio térmico en un rango entre 2 a 3 minutos y el color de grano 55-65 en la escala AGTRON/SCA para el grado de tostado. Cabe indicar que en el perfil sensorial no mostraron efectos significativos en la taza de café, pero si se evidencia que la altitud incide en el desarrollo de los atributos antes mencionados.

Palabras clave: tueste de café, calidad sensorial, *coffea arabica*, taza de café

¹ Autor principal.

Correspondencia: Edumorales656@gmail.com

Effects of Temperatures and Roasting Times of Coffe (Coffea Arabica) on its Sensory Profile in Jama

ABSTRACT

The present investigation aimed to evaluate the effects of roasting temperatures and times on the sensory quality of Arabica coffee variety (Sachimor) in the Jama canton, located in the province of Manabí, Ecuador. For this study, a completely randomized design (DCA) was used with three treatments (T1: 200 ° C-12 min; T2: 210 ° C-10 min; T3: 220 ° C-8 min) with four replicates, having 12 experimental units and three roasting curves. The sensory profile of roasted coffee was analyzed by trained tasters, following the Specialty Coffee Association (SCA) protocol. As a result, the best roasting curve was T3, recorded by a temperature of 220 ° C for 8:10 minutes, with a thermal equilibrium point in a range between 2 to 3 minutes and the bean color 55-65 on the AGTRON / SCA scale for the degree of roasting. It should be noted that the sensory profile did not show significant effects on the coffee cup, but it is evident that altitude affects the development of the aforementioned attributes.

Keywords: coffee roasting, sensory quality, coffee arabica, cup of coffee

Artículo recibido 20 julio 2025

Aceptado para publicación: 20 agosto 2025



INTRODUCCIÓN

El cultivo de café en la provincia de Manabí, Ecuador, ha alcanzado una notable importancia, consolidándose como el principal centro de producción de café en el país, con una producción de 2.152 toneladas en el año 2022 (MAG, 2022). Dentro de las variedades cultivadas, el café arábigo (*Coffea arabica*) se destaca por su resistencia a plagas y enfermedades, alta productividad, adaptabilidad a zonas de baja y media altitud, y sus atributos sensoriales, los cuales son el resultado de un manejo postcosecha adecuado (Velásquez, 2019).

Sin embargo, la calidad del café y su perfil sensorial pueden verse afectados por diversos factores, siendo el estado de madurez del fruto y el proceso de tueste factores determinantes. Investigaciones previas, como la de Mendoza et al. (2023), han demostrado que el uso de frutos inmaduros en la producción de café reduce significativamente la calidad de la taza, generando notas indeseadas en aroma y sabor, como aromas herbáceos, astringentes, agrios y matices a vinagre. Por el contrario, el uso de frutos en su punto óptimo de maduración, definido por un rango de 15 a 24 grados Brix (Vidal, 2014), permite obtener cafés con atributos sensoriales más agradables, incluyendo notas frutales, achocolatadas y cítricas. Quintero (2012) también observó diferencias en el contenido de grados Brix entre el café pintón, maduro y sobremaduro, lo que subraya la importancia de la madurez en la calidad del café. Además del estado de madurez, el proceso de tueste juega un papel crucial en la definición del perfil sensorial del café. Durante el tueste, se generan compuestos volátiles (ácidos, alcanos, alcoholes, aldehídos, alquenos, cetonas y pirazinas) que influyen directamente en el aroma y sabor de la bebida (Salazar, 2020).

En Jama, provincia de Manabí, la falta de estandarización en el proceso de tueste representa un desafío para la calidad y competitividad del café especial (Sabando, 2024). Esta situación se agrava por la disminución de la superficie dedicada al cultivo de café en la región, que ha pasado de 300 hectáreas en 2013-2014 a solo 30 hectáreas en la actualidad, lo que ha representado una disminución del 90% de la producción en la última década (Sabando, 2024). La falta de control en variables como la temperatura y el tiempo de tueste contribuye a la variabilidad en la calidad del café (Osorio et al. 2022).

El control adecuado del tueste es esencial para evitar defectos que alteran la fragancia, el cuerpo y la acidez del café (SCA, 2024).



El aroma y el sabor son características sensoriales fundamentales que determinan la aceptación y el reconocimiento del café como producto de excelencia (Mendoza et al. 2023). Temperaturas de tueste entre 170 y 200 °C se sugieren como adecuadas para desarrollar sabores balanceados y fragancias complejas, mientras que el exceso de calor puede afectar negativamente la calidad de la bebida (Chancos, 2023).

En este sentido, la presente investigación se enfoca en evaluar el efecto de la temperatura y el tiempo de tueste en la calidad sensorial del café de Jama, con el objetivo de obtener un producto más competitivo en el mercado. Se plantea la hipótesis de que al menos una temperatura y un tiempo de tueste tiene efecto sobre la curva de tostado y el perfil sensorial en taza del café arábigo (variedad *Sarchimor*).

METODOLOGÍA

La siguiente investigación se desarrolló en el laboratorio de Química de la carrera de Veterinaria en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicado en la ciudad de Calceta, perteneciente al cantón Bolívar, provincia de Manabí, con coordenadas latitud 0.8190460745299822, y longitud -80.18141022775345.

Las muestras de café utilizadas en este estudio fueron recolectadas en el sitio "Tigre" ubicado en el cantón Jama (300 msnm), provincia de Manabí, Ecuador, con coordenadas latitud -0.232313, y longitud -80.169145.

Curva de tostado

Se realizó la curva de tostado de acuerdo con el manual básico de catador de café volumen 5 según el comité europeo para la formación y la agricultura (García et al., 2020). Se consideraron dos variables independientes: temperatura y tiempo. Además, se procedió a la representación gráfica de las curvas de tueste (figura 2). Para la elaboración de un perfil de tueste, fue necesario registrar las temperaturas alcanzadas en intervalos de un minuto, desde el inicio del proceso hasta la obtención del producto final.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 3 combinaciones de temperatura y tiempo, con cuatro réplicas, teniendo 12 unidades experimentales, para todas las unidades se utilizarán 100 gramos de muestra de café de la variedad *Sarchimor*, dando un total de 1,2 Kg para todas las unidades



experimentales. Según la investigación realizada por la SCA (2024) los rangos óptimos de temperaturas para el tostado están entre los 170-230°C. A continuación, se describen los tratamientos en la tabla 1:

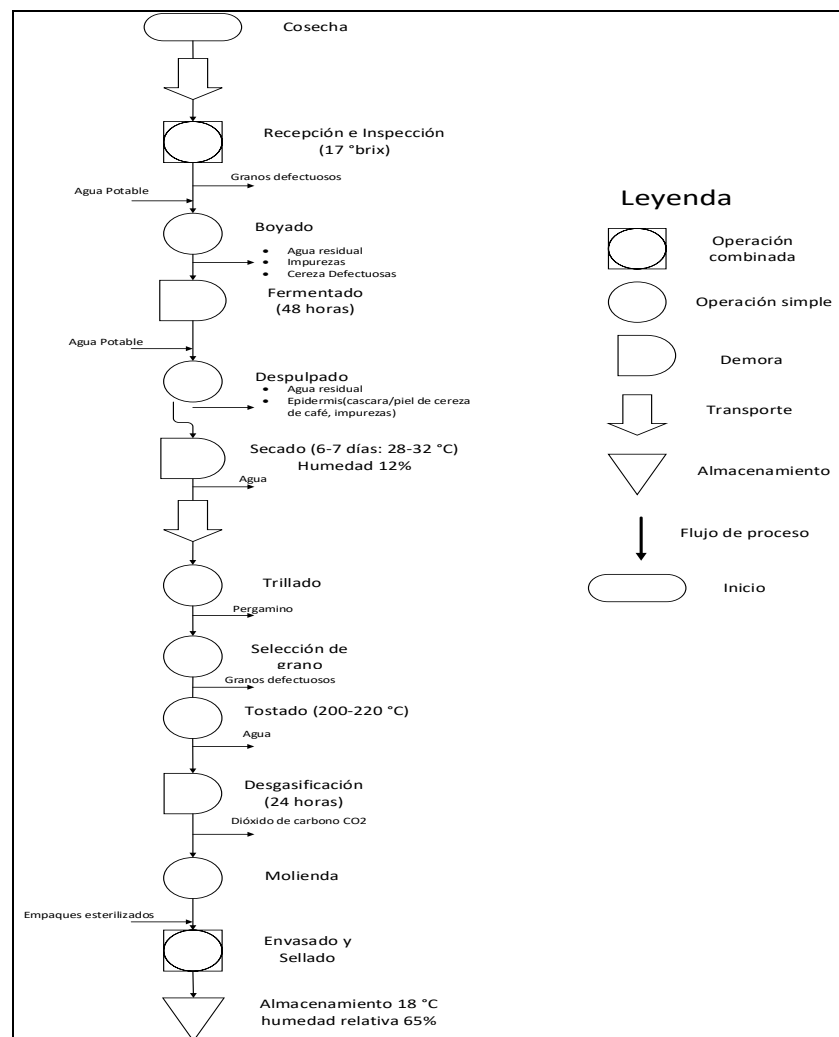
Tabla 1. Detalle de tratamientos con sus respectivos niveles

Tratamientos	Combinaciones	Temperaturas de tostado (°C)	Tiempos de tostado (min)
1	a ₁ b ₁	200	12
2	a ₂ b ₂	210	10
3	a ₃ b ₃	220	8

Manejo del experimento

A continuación, se detalla el diagrama de proceso para tostado de café en la figura 1.

Figura 1. Diagrama de procesos para la producción de café tostado-molido



Beneficiado del café

Cosecha: Se realizó la recolección de cerezas que ya se encontraban en estado maduro (17 °brix), debido a que estas cerezas estaban listas para ser recogidas, este proceso se lo realizó de manera manual con la ayuda de recolectores de la zona.

Recepción e inspección: Después del proceso de cosecha, se transportaron las cerezas de café a la planta de procesamiento denominada La tigresa, en el cantón Jama-Manabí, para realizar una inspección del fruto y verificar que estos se encontraran en buen estado según la norma INEN 285, 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%, aquí se eliminaron de los frutos defectuosos y verdes de manera manual, así mismo con la ayuda de un refractómetro OTR modelo 90, donde se tomaron los grados brix en un promedio de 17 °Brix.

Boyado: En este proceso se sumergieron las cerezas de café en un recipiente de polietileno con una capacidad de 200 litros de agua potable durante 15-20 minutos a temperatura de 25°C, pasado este tiempo las cerezas de café defectuosas se evidenciaron en la superficie del agua, lo que pudo deberse a su baja densidad, problemas de madurez y contenido de humedad. Este proceso facilitó la eliminación de estas cerezas defectuosas para mejorar la calidad del producto.

Fermentado: Se colocaron las cerezas seleccionadas en recipientes de polietileno de la marca de Provex con una capacidad de 200 litros por un tiempo de 48 horas.

Despulpado: Con la ayuda de una máquina despulpadora marca Jotagallo Ref 3 ½ con una capacidad de despulpado por hora de 700kg, se realizó el despulpado para separar la piel y la pulpa del grano del café, dentro de este proceso se eliminó el agua residual.

Secado: Luego del despulpado se llevaron los granos al proceso de secado, mismo que se realizó sobre una marquesina artesanal elaborada de madera y malla de polietileno, la cinética de secado se realizó a una temperatura entre 28-32°C; el tiempo de secado varió en función a las condiciones climáticas con un intervalo de tiempo entre 6-7 días. El grano alcanzó un porcentaje de humedad 12% de acuerdo con lo establecido por el INEN 285 (2006).

Trillado: Este proceso se desarrolló en una máquina trilladora de la marca Jotagallo con una capacidad de 40 kilos por hora, aquí se realizó la separación del pergamino sobre la almendra de café.



Selección de grano: Los granos de café se seleccionaron con el propósito de asegurar que los mismos estuvieran en buen estado. Este proceso se realizó con una zaranda 16 ($6.30\text{mm}\pm 0.08$), para separar el grano de acuerdo con su tamaño.

Tostado y enfriado: Se procedió a colocar a los granos seleccionados dentro de la tostadora de la marca ROASTER modelo BR01 con una capacidad de 100 gramos por Batch de 8 a 12 minutos, con temperaturas que variaron entre 200 a 220°C, después de la fase de tostado se enfriaron los granos dentro del mismo equipo, hasta a una temperatura ambiente entre 28-32°C por alrededor de 3-5 minutos con un ventilador portátil de la marca SWEETFULL modelo SWEETFULL 5V. El grado de tueste se ajustó acorde a los establecido por el INEN 1123 (2016), utilizando un colorímetro de la marca Konica Micolta modelo CR-400 en la escala de luminosidad de CIELAB.

Desgasificación: Se reposaron los granos de café en un recipiente de polietileno oscuro, por un periodo de tiempo de 24 horas con el propósito de liberar los gases y evitar burbujas en la preparación del café en taza.

Molienda: Este proceso se realizó para reducir el tamaño de partícula del grano del café, mediante el uso de un molino de la marca DAEWOO modelo DCG362, teniendo partículas entre 500-700 μm según lo establecido en la norma INEN 1123 (2016).

Envasado y sellado: El café molido se lo introdujo en fundas doypack con válvula desgasificadora de la marca florempaque con capacidad de 200 gramos.

Almacenamiento: Se almacenó el producto en ambiente oscuro, temperatura de 18°C y humedad relativa del 65%.

Análisis sensorial

Las características sensoriales del café fueron evaluadas siguiendo los lineamientos establecidos en la Guía de Evaluación Sensorial de la SCA (2024). El análisis fue realizado por dos panelistas entrenados, quienes poseen certificación Q-Grader como catadores de café. Los panelistas contaban con amplia experiencia y entrenamiento formal en cata sensorial, lo que aseguró la confiabilidad de los resultados obtenidos. El protocolo de la SCA (2024) estableció que cada muestra se compondría de 5 tazas de café, servida en tazas de porcelana de 200 mL (SCA, 2024). El análisis estadístico fue realizado mediante el empleo del software SPSS versión libre.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta investigación se evaluaron los efectos de las temperaturas y tiempos de tueste en el perfil sensorial del café, valorado por el protocolo de análisis sensorial (SCA, 2024). Se generaron 3 curvas de tostado, con el grado de tueste definido por el color del grano 55-65 en la escala AGTRON/SCA, para asegurar el desarrollo del grano y evitar inconsistencias de defectos del proceso.

Curvas de tostado

Se aplicaron 3 combinaciones con temperaturas iniciales de 200°C, por 12 minutos, 210°C por 10 minutos y 220°C por 8 minutos. Se evidenciaron en la tabla 2, las temperaturas (°C) y promedios de tiempo en minutos y para el punto de equilibrio termico se registró un rango de entre 2 y 3 minutos, esto se debe a las diferentes temperaturas en la que se encontraban la tostadora y el grano de café.

Tabla 2. Temperaturas y tiempos promedios de la curva de tueste del café arábigo variedad *Sarchimor* del cantón Jama-Manabí

Tiempo Promedio (min)	Temperaturas (°C)		
	T1	T2	T3
0	200	210	220
2	174	178	190
4	163	171	191
6	176	184	212
8	193	202	224
10	214	220	-
12	221	-	-
Tiempo Final (min)	12:10	10:05	8:10

Nota: La codificación de los tratamientos se interpreta de la siguiente manera: T1=200°C;12min ; T2= 210°C;10min ; T3=220°C; 8min

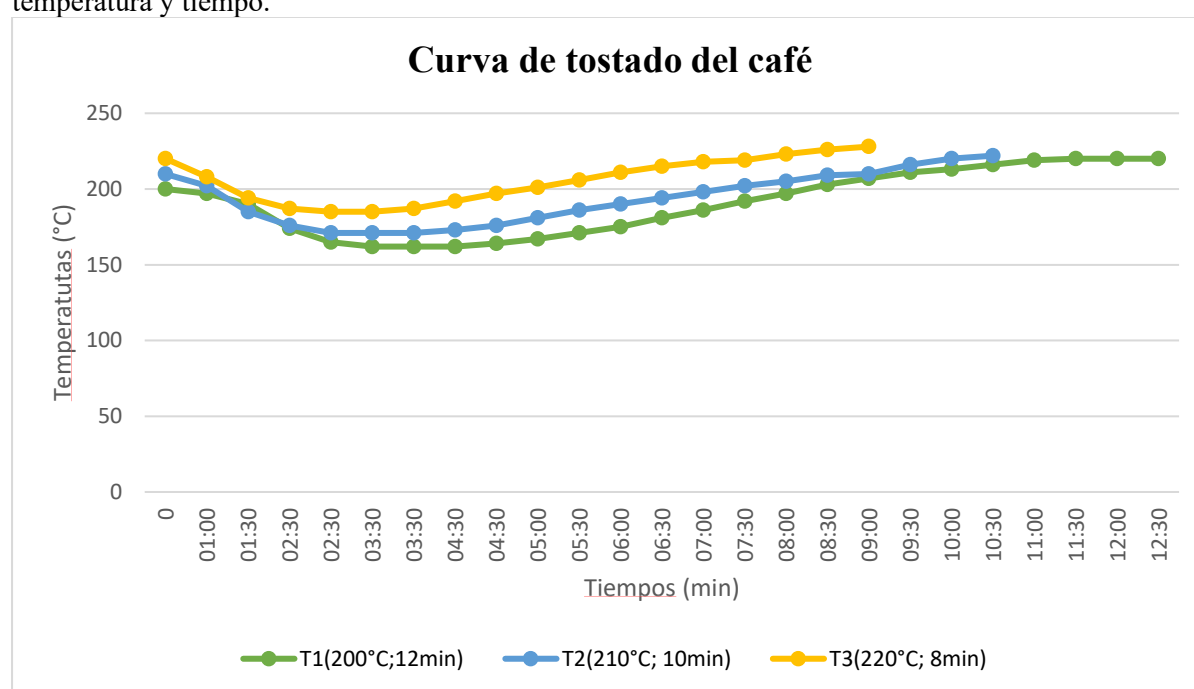
El mayor tiempo de tostado fue el T1 (200°C) con un promedio de tostado de 12:10 minutos y el menor tiempo de tostado fue el T3 (220°C) con un promedio de 08:10 minutos, la temperatura inicial repercute directamente en el tiempo de tostado, indicando así una correlación directa que indica que entre mayor es la temperatura, el tiempo de tostado es menor; sumado a esto Osorio et al. (2022) mencionó que los tiempos de tueste no solo se ven afectados por la temperatura, sino también por la variedad de café.

De manera similar a lo expuesto por Sánchez et al. (2020) en su investigación se menciona que el tiempo de tueste idóneo es de 10 minutos con 13 segundos el cual, obtuvo mejores resultados en cuanto a su perfil sensorial de tal manera que, se alinea con los resultados expuestos en el tratamiento T2(210°C) con un promedio de tueste de 10 minutos con 5 segundos como se muestra en la figura 2.



Para la determinación de la curva de tostado se registraron de manera sistemática las temperaturas con intervalos de tiempos de 30 segundos, hasta el primer crack, según Morales y Naranjo (2023) en este punto se da la libreación de vapores como el dióxido de carbono, vapor de agua y otros compuestos volátiles lo que ocasiona que la presión interna del grano aumente, teniendo como resultado el ruido característico de crack, para este estudio se consideraron datos relevantes como: origen (Jama), densidad del grano verde (650 g/L), tipo de café (*arábigo* variedad *Sarchimor*), porcentaje de humedad (12%), peso inicial de 100 gramos por batch y número de grado de tueste en escala Agtron.gg (55-65).

Figura 2. Curva de tostado del café arábigo variedad Sarchimor en función de combinaciones de temperatura y tiempo.



Los resultados de las 3 curvas evaluadas (T1, T2, T3) permiten mantener un perfil sensorial uniforme, la elección de la curva de tostado adecuada puede sustentarse en criterios de optimización de la eficiencia operativa y reducción del consumo energético como en la investigación de Tsai et al. (2025) los cuáles argumentaron que, a mayor tiempo de tostado se obtiene menor rentabilidad y hasta un aumento del 33% en consumo de energía. En este sentido, la curva de 220 °C durante 08:10 minutos es la adecuada. Los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis para muestras independientes de las nueve variables sensoriales (Fragancia, Sabor, Sabor residual, Acidez, Cuerpo, Uniformidad, Balance, Taza limpia, Dulzor) evaluadas indicaron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos analizados ($p > 0.05$), como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la prueba de Kruskal–Wallis para los atributos sensoriales del café arábigo variedad Sarchimor

Atributo sensorial	T1	T2	T3	Sig. (p)	Interpretación
Fragancia/Aroma	7,53 ^a	7,44 ^a	7,46 ^a	0,131	No significativo ($p > 0,05$)
Sabor	7,31 ^a	7,37 ^a	7,56 ^a	0,214	No significativo ($p > 0,05$)
Sabor Residual	7,31 ^a	7,37 ^a	7,56 ^a	0,289	No significativo ($p > 0,05$)
Acidez	7,18 ^a	7,37 ^a	7,5 ^a	0,171	No significativo ($p > 0,05$)
Cuerpo	7,25 ^a	7,40 ^a	7,59 ^a	0,071	No significativo ($p > 0,05$)
Uniformidad	10,00 ^a	10,00 ^a	10,00 ^a	1,000	No significativo ($p > 0,05$)
Balance	7,18 ^a	7,37 ^a	7,53 ^a	0,063	No significativo ($p > 0,05$)
Taza limpia	10,00 ^a	10,00 ^a	10,00 ^a	1,000	No significativo ($p > 0,05$)
Dulzor	10,00 ^a	10,00 ^a	10,00 ^a	1,000	No significativo ($p > 0,05$)

Nota: Los valores de significancia corresponden a la comparación simultánea de las tres combinaciones (T1, T2, T3) mediante la prueba de Kruskal–Wallis ($p > 0,05$).

En relación a estudios como el de Espinoza et al. (2024) señalan que cuando la uniformidad del proceso es alta y los granos presentan características físicas homogéneas y sin defectos, las variaciones de temperatura tienden a no generar cambios sensoriales detectables para los catadores entrenados. Lo anterior concuerda con los resultados de este estudio en relación con los atributos de uniformidad, taza limpia y dulzor los cuales, obtuvieron la puntuación máxima (10 puntos) en las tres combinaciones de tueste.

Los resultados de esta investigación contrastan con lo reportado por Duicela et al. (2017), quienes encontraron variaciones sensoriales significativas que pueden estar relacionadas a cambios de temperatura y altitudes superiores a los 550 msnm en distintas variedades de café arábigo en Ecuador. Asimismo en la investigación de Rosario et al. (2020) se señalaron que factores como la altitud y las características edáficas pueden incrementar los efectos de la temperatura de tueste sobre la calidad sensorial en base a lo anterior, la no variación de los atributos sensoriales se debe a que el café empleado en esta investigación estuvo por debajo de 350 msnm.

CONCLUSIONES

La curva de tueste T3 (220°C, 8min) fue la más rápida dado que, a mayor grado de temperatura, menor tiempo de tostado, en este sentido, si el perfil sensorial se mantuvo estable en todas las combinaciones, el manejo de la temperatura es relevante para la optimización de los recursos en el proceso de tueste.



La determinación del perfil sensorial del café arábigo variedad Sarchimor mediante catadores entrenados, evidenció que las combinaciones aplicadas (T1, T2, T3) no generaron diferencias estadísticamente significativas en los atributos sensoriales evaluados. La consistencia en puntajes como uniformidad, taza limpia y dulzor indica que esta variedad presenta estabilidad sensorial frente a cambios moderados en las condiciones de tueste, evidenciándose que el desarrollo del perfil sensorial de la taza de café depende de factores como la altitud, sustentado en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Chancos, T. (2023, febrero 13). *Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en la calidad sensorial de café de tres variedades producidos en el Vraem*. [Tesis. Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga Facultad De Ingeniería Química Y Metalurgia]. <https://acortar.link/GaKi12>
- Duicela, L., Velásquez Cedeño, S., y Farfán Talledo, D. (2017). Calidad organoléptica de cafés arábigos en relación a las variedades y altitudes de las zonas de cultivo, Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 18(1), 67-77. <https://acortar.link/b8ZSOB>
- Espinoza, V., Figueroa Camacho, V., y Aldunate Flores, S. (2024). Análisis de atributos sensoriales que influyen en la percepción de calidad del café mediante la técnica multivariada de componentes principales. *Acta Nova*, 11(2), 353–369. <https://doi.org/10.35319/acta-nova.202425>
- García, J., Scotto, F., Cianferoni, A., Loor, A., Benalcázar Collaguazo, H., Lanchi Sarango, E., y López Álvarez, A. (2020). *Manual básico del catador de café. Volumen 5: Tueste del café*. <https://acortar.link/qdtmN1>
- INEN 285. (2006). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 285:2006. Café verde en grano*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado de: <https://acortar.link/gxulod>
- INEN 1123. (2016). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1123:2016. Café tostado en grano o molido*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado de: <https://acortar.link/NAJxhz>
- Rosario, F., Quispe, P., Molleapaza, N., Cabrera, S., y Peña, J. (2020). Relación entre las características del suelo y altitud con la calidad sensorial de café cultivado bajo



- sistemas agroforestales en Cusco, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 529-536.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.08>
- Mendoza, B., Pincay Menéndez, J., Merchán García, W., y Narváez Campana, W. (2023). Evaluación sensorial del café (*coffea arabica* L.) en cuatro rangos altitudinales en Jipijapa-Ecuador. *Conocimiento Global*, 8(2), 58-67.
<https://doi.org/10.70165/cglobal.v8i2.320>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG. (2022). *Boletín Situacional Cultivo de Café*.
<https://acortar.link/2FPMsJ>
- Morales, D., y Naranjo Forero, Ó. (2021). *Efecto de la altura sobre el nivel del mar a la cual se lleva a cabo la tostión del café sobre las características sensoriales para dos tipos de café de origen colombiano* (Trabajo de grado, Universidad de Los Andes). Repositorio Institucional Uniandes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/51724>
- Osorio, V., Pabón, J., y Echeverri, L. (2025). Curvas de tueste: efecto en la calidad y la composición química del café (Avances Técnicos Cenicafé No. 573, pp. 1–8). Cenicafé.
<https://doi.org/10.38141/10779/0573>
- Osorio, V., y Pabón, J. (2022, junio 1). Efecto de las temperaturas y tiempos de tueste en la calidad sensorial del café. *Revista Cenicafé*. <https://doi.org/10.38141/10778/73102>
- Quintero, G. (2012). *Factores, procesos y controles en la Fermentación del café*. Fondo Nacional del Café: <https://acortar.link/JbCnFJ>
- Sabando, E. (2024, octubre 28). *Producción del Café arábigo*. (Z. Casanova, Entrevistador)
- Salazar, W., Fernández, J., Ruíz, I., y Salazar, J. (2020, octubre 15). *Identificación De Compuestos Volátiles En El Café Verde Del Municipio Sucre Del Estado Portuguesa Venezuela*. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ, Centro de Creación Intelectual para la Seguridad Alimentaria:
<https://acortar.link/wh14S4>
- Sánchez, I., del Ángel Zumaya, J., y Juárez Rivera, O. (2020). Influencia de la temperatura de tostado de diversas mezclas de café *Coffea* Arábica y café *Coffea* Robusta. *Revista electrónica Sobre Tecnología, Educación Y Sociedad*, 7(14), 237–255.



<https://ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/728>

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). Nte Inen 1123-2: *Café Tostado En Grano O Molido*.

Requisitos. <https://acortar.link/NAJxhz>

SCA. (2024). *Un nuevo sistema para evaluar el valor del café*. Speciality Coffee Association:

<https://acortar.link/h0DgR1>

Tsai, W., Lee, K., y Huang, C. (2025). Energy efficiency and carbon emission reduction in coffee roasting: Approach of activity-based costing (ABC) methodology. *Energies*, 18(5), 1018.

MDPI. <https://doi.org/10.3390/en18051018>

Velásquez, R. (2019, marzo). *Guía de variedades de café Guatemala*. Asociación Nacional del Café (Anacafé). <https://acortar.link/bTvE1d>

Vidal, M. (2014). *Rango ideal de concentración de sólidos solubles durante la maduración del café y su influencia sobre la calidad de taza en dos variedades y tres niveles altitudinales*. [Tesis. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. 46 p]. <https://acortar.link/AGVeTg>

