

Artículo Original

Análisis de la cinética de secado del grano de café (*Coffea arabica*) y su relación con la calidad en taza

Analysis of the drying kinetics of coffee beans (coffea arabica) and its relation to cup quality

Ricardo Maldonado Godoy
Facultad de Ciencias Tecnológicas, Universidad Nacional de Agricultura
Catacamas, Olancho, Honduras

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3313-4668>

Keisy Peralta Matute
Facultad de Ciencias Tecnológicas, Universidad Nacional de Agricultura
Catacamas, Olancho, Honduras

 ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3520-3859>

Carlos Amador Zelaya
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Agricultura
Catacamas, Olancho, Honduras

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4173-4046>

Hesler Peñalva Morales
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Agricultura
Catacamas, Olancho, Honduras

 ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7123-8461>

Brandy Nathaly Turcios Matute
Facultad de Ciencias Tecnológicas, Universidad Nacional de Agricultura
Catacamas, Olancho, Honduras

 ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1948-4418>

Jhuniar Marcía Fuentes*
Facultad de Ciencias Tecnológicas, Universidad Nacional de Agricultura
Catacamas, Olancho, Honduras

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8169-4523>

*Autor correspondiente: jmarcia@unag.edu.hn

Recepción: abril de 2026. **Aceptación:** mayo de 2026. **Publicación:** junio de 2026.

Como citar: Maldonado Godoy, R., Peralta Matute, K., Amador Zelaya, C., Peñalva Morales, H., Turcios Matute, B. N., & Marcía Fuentes, J. (2026). Análisis de la cinética de secado del grano de café (*Coffea arabica*) y su relación con la calidad en taza. TATASCÁN, 34 (1), 63–76. <https://doi.org/10.5377/tatascn.v34i1.22940>

Resumen: El objetivo de esta investigación fue implementar la cinética del secado del grano de café para obtener una mejor calidad en taza. En este estudio se llevaron a cabo 18 tratamientos diferentes, utilizando dos variedades de café, Catuai y Catimor, estas variedades fueron sometidas a diversos procesos de beneficiado, que incluyeron el proceso natural, lavado y melado. Luego de ello, se aplicaron diferentes métodos de secado, como el secado solar en domo, en gaveta y en patio, una vez completados estos procesos las muestras se sometieron a una evaluación sensorial realizada por catadores especializados, utilizando los estándares de la Asociación Americana de Cafés Especiales. Los datos fueron analizados en el programa SPSS versión 27 con una confianza del 95%. Los resultados indicaron que, el secado solar en domo es el método más rápido de secado, destacando la calidad en taza, asimismo la muestra correspondiente a la variedad Catimor (T11) y sometida al proceso de secado en domo con beneficiado natural, obtuvo la puntuación más alta con 86 puntos. Al contrario, las muestras de variedad Catuai no superaron un puntaje de 84 puntos, en los diferentes procesos de secado y beneficiado. En términos de calidad en taza, podemos determinar que esta, no solamente está ligada con la variedad, sino que también depende del tipo de método y tiempos de secado.

Palabras clave: evaluación sensorial, variedad de café, calidad en taza, café especial y beneficiado.

Abstract: The objective of this research was to implement the drying kinetics of coffee beans to obtain a better quality in cup. In this study, 18 different treatments were carried out using two coffee varieties, Catuai and Catimor. These varieties were subjected to various beneficiation processes, which included the natural process, washing and molting. After this, different drying methods were applied, such as solar drying in dome, drawer and patio, once these processes were completed the samples were submitted to a sensory evaluation by specialized tasters. Using the standards of the American Association of Specialty Coffees. Data was analyzed in SPSS version 27 with 95% confidence. The results indicated that solar drying in a dome is the fastest method of drying, highlighting the quality in cups, also the sample corresponding to the variety Catimor (T11) and subjected to the process of drying in a dome with natural benefit, obtained the highest score with 86 points. On the contrary, the samples of Catuai variety did not exceed a score of 84 points in the different drying and treated processes. In terms of cup quality, we can determine that the cup is not only related to the variety but also depends on the type of method and drying times.

Keywords: sensory evaluation, coffee variety, cup quality, special and benefited coffee.

INTRODUCCIÓN

El café, es la bebida estimulante y aromática más difundida por el mundo, encuentra su origen en las tierras de Etiopia (Figuerola, et al., 2015). El café es uno de los productos agrícolas de mayor consumo a nivel mundial, del cual dependen más de 75 millones de caficultores, pertenecientes, en su mayoría, a países en vía de desarrollo (Velásquez & Trávez, 2019). El café tiene una participación de 20.7% en las exportaciones agrícolas, demostrando ser el principal producto de exportación de Honduras. La caficultura ha sido y es una de las actividades económicas con mayor relevancia en el aporte del PIB nacional del país (Romero, et al., 2016).

El secado del café es un proceso de manejo postcosecha durante el cual, generalmente se preserva la calidad del café en lugar de mejorarla, los cafés lavados, naturales y de proceso honey se deben secar en alguna etapa del proceso, asimismo, hay dos factores principales que contribuyen a la manera en la cual se seca el café: la temperatura y el flujo de aire, con el tiempo, estos reducen la humedad dentro del café, a lo largo del proceso de secado, de igual manera, es importante tener en cuenta los límites de temperatura para cada tipo de método de procesamiento (Mejía et al., 2021; Cascos et al., 2024).

Un buen secado del grano de café no solo impacta positivamente sobre su calidad en taza, también lo hace en su composición funcional y nutricional, mejorando su actividad antioxidante y por su contenido de moléculas bioactivas, puede considerarse como un nutraceutico (Maddela & García, 2021; Marcía et al., 2021).

Los nutraceuticos son productos derivados de los alimentos que ofrecen beneficios para la salud, más allá de la nutrición básica, contienen compuestos bioactivos que ayudan en la prevención de enfermedades, entre ellos se encuentran suplementos alimenticios y extractos de plantas como el carao, teosinte y café (Fuentes et al., 2020; Fuentes et al., 2021; Del Arca et al., 2023; Fuentes et al., 2024).

Alrededor del mundo existen diversos estudios que buscan mejorar la calidad en taza del café o el encubrimiento de los defectos sensoriales a partir del uso de enzimas pectolíticas, sin embargo, su uso puede ser considerado un fraude alimentario, si se detecta mediante metodologías sensibles como sensores olfativos conocidos como nariz electrónica (Montero et al., 2022; Cascos et al., 2023; Cascos et al., 2024). Sin embargo, el correcto manejo agrícola y la postcosecha del cultivo del café, es una técnica tradicional que no solo se considera inocua, sino que también es una práctica que ayuda a controlar y mejorar la calidad en taza del café, sin afectar su composición fitoquímica y nutricional (Osorio, 2020).

Por lo anterior, este estudio permite implementar la cinética del secado del grano de café para mejorar la calidad en taza, además, resalta los factores influyentes para la obtención de los resultados, como la temperatura, tiempo y humedad en los diferentes tipos de secado y procesos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la investigación se hizo uso de dos variedades de *Coffea arabica*; Catuai y Catimor, las cuales fueron obtenidas de los productores de la empresa APROCAL (Asociación de Productores de Café de lo Alto). Para el desarrollo de la investigación, se empleó el método descriptivo-cuantitativo en un orden transversal a escala de laboratorio. La investigación se desarrolló en el laboratorio experimental del café de la Universidad Nacional de Agricultura, implementando cinética de secado, en el cual se evaluaron los diferentes procesos de beneficiado natural, melado y lavado en diferentes métodos de secado, como ser secado en domo, gaveta y patio, tomando en cuenta el tiempo, temperatura y humedad, para determinar la calidad en taza.

La metodología se desarrolló en dos etapas, descrito a continuación:

Etapa I. Procesos de beneficiado de café en los diferentes métodos de secado

Se evaluaron cada uno de los procesos de beneficiado como ser lavado, natural y melado en los diferentes tipos de secados, secado en domo, secado en patio y secado en gaveta, realizando monitoreo de tiempo, temperatura y humedad. Para estos procesos se trabajó como materia prima dos variedades, café Catuai y café Catimor, para iniciar con la investigación se hizo la recolecta de los frutos maduros y se seleccionaron las mejores bayas de café. Luego se procedió a obtener las diferentes muestras para los tratamientos, cada muestra consto de 1 kg patrón, para el desarrollo de la investigación a nivel de laboratorio, las primeras 9 muestras pertenecen a la variedad de café Catuai y los 9 restantes pertenecen a la variedad de café Catimor, a cada tratamiento se le realizaron 3 réplicas teniendo en total 54 unidades experimentales.

En los procesos que a continuación se describen se utilizó la metodología empleada por Rivera Sánchez, (2019):

Natural: este proceso inicio con la recolección del fruto de café maduro, seleccionando las mejores cerezas de café, se tomaron las muestras y se llevaron a los diferentes tipos de secados tomando en cuenta que a este proceso, el secado es el fruto como tal, no se le extrae nada de sus partes, no pasa por procesos de despulpado ni fermentación, pasa de manera natural a los tipos de secado, una vez estando en los diferentes secadores se realizaron movimientos para que haya un secado uniforme en el café, esto en un tiempo que comprenda entre 30 min o 1 hora, se debe de monitorear el tiempo en llegar a una humedad entre 10% a 12% para posteriormente ser evaluada su calidad en taza.

Melado: este proceso inicia con la recolección del fruto de café maduro, seleccionando las mejores cerezas de café, luego se llevó a la despulpadora, se conserva su mucilago, este proceso no conlleva el lavado, seguidamente, se tomaron las muestras y se llevaron a los diferentes tipos de secado, una vez estando en los diferentes secadores se llevó a cabo el monitoreo constante, para determinar el tiempo en que tardó en llegar a una humedad entre 10% a 12% para posterior mente ser evaluada su calidad en taza.

Lavado: este proceso inicia con la recolección del fruto de café maduro, seleccionando las mejores cerezas de café, luego se llevó a la despulpadora, seguido de esto se deja en reposo, luego se prosiguió con el lavado, eliminando todo el mucilago y dejando los mejores granos ya limpios, posterior a esto se tomaron las muestras y se llevaron a los diferentes tipos de secado, una vez estando en los diferentes secadores se monitoreo el tiempo en que tardó en llegar a una humedad entre 10% a 12% para posterior mente ser evaluada su calidad en taza.

Etapa II. Evaluación sensorial del café para la determinación de su calidad en taza

La catación es el método usado para conocer el aroma, el sabor y la sanidad del café. El análisis también se llama evaluación sensorial de la calidad del café y prueba en taza, por medio de esta técnica se pueden identificar los defectos presentes en la bebida de café (Puerta, 2013). En esta etapa se llevó a cabo la evaluación de las diferentes muestras de café que se describían en el desarrollo en la primera etapa, se realizó el análisis sensorial o catación para la selección de la calidad en taza, y así poder determinar qué proceso obtuvo la mejor puntuación en los diferentes atributos con mayor aceptación.

A continuación, se describirán los atributos que se evaluaron al momento de la catación:

Fragancia/aroma: la fragancia es el olor que emanan el café tostado y molido sin que haya entrado en contacto con el agua. El aroma es el olor que libera el café una vez se agrega el agua hervida.

Sabor: se puede identificar una vez que el catador ha probado la bebida y se refiere a la impresión general de fragancia, aroma, acidez y cuerpo.

Acidez: es una característica deseable del café que se expresa en tonos cítricos como toronja, lima, mandarina, limón.

Cuerpo: es la expresión que se manifiesta en la densidad de la bebida debido a la presencia de aceites. Se pueden distinguir cuerpo cremoso, mantequilloso, liso, suave, delgado, medio.

Uniformidad: se refiere a la consistencia del sabor en las diferentes tazas probadas.

Taza limpia: se refiere a la ausencia de impresión negativa en las distintas tazas a catar.

La catación la realizaron dos catadores certificados, los cuales dieron la nota final para cada una de las muestras, para poder determinar la mejor calidad en taza con relación al mejor proceso de beneficiado y tipo de secado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Procesos de beneficiado de café en los diferentes métodos de secado

Para Puerta & Echeverry (2015); después de la cosecha, los frutos de café se someten inmediatamente a uno de tres procesos: seco natural, húmedo o semiseco, elección y duración del método dependen de varios factores, incluida la disponibilidad de recursos, las condiciones climáticas y la calidad deseada de los productos finales. En esta investigación se implementó los diferentes procesos de beneficiados, en dos variedades de café, Catuai y Catimor, sometidos a diferentes métodos de secado solar.

Las dos variedades de café fueron sometidas a los diferentes procesos de beneficiados, y métodos de secado, los tratamientos de café lavado fueron sometidos a un proceso de despulpado en una maquina despulpadora, y a una fermentación biológica natural por 16 horas para desintegrar el mucilago y al momento del lavado se desprendiera más rápido, mientras que, el beneficiado melado se sometió al proceso de despulpado sin someter a fermentación, ya que este necesita el mucilago para poder ser un café de beneficiado melado.

El beneficiado natural no fue sometido a ningún proceso mecánico, ya que pasa directamente al método de secado sin remover la pulpa, los tratamientos se sometieron a los diferentes métodos de secado solar, tomando en cuenta un espesor de 4 cm, para que hubiera un secado homogéneo en todas las muestras de café.

En la Tabla 1, se muestra la media en días para los métodos de secado solar en domo, patio y gaveta, se observa que hubo diferencia estadísticamente entre los métodos de secado solar, siendo el secado en domo el más bajo con 3.5 días aproximadamente, en comparación con los demás métodos, lo que significa que este tipo de secado requiere de menor tiempo para alcanzar un porcentaje humedad aceptable entre las variedades de prueba. Estos resultados coinciden con lo expresado por Pérez & Real Moreno (2012); quienes determinaron que el secado en domo no solo es la mejor técnica de secado en diferentes variedades de café, sino también es una alternativa eficiente para las fincas de pequeños productores.

Tabla 1
Tiempos de secado solar en días

Métodos de secado	Media en días (d)
Domo	3.52 ^C
Patio	4.38 ^A
Gaveta	4.19 ^B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes. Los valores medios en una misma columna seguidos de letras diferentes son significativamente diferentes a partir de pruebas de Tukey ($p < 0.05$).

Otros autores como Prada et al., (2019); sugieren que secado solar en domo puede volverse mucho más eficiente si se incluye flujo convectivos de aire caliente a partir de energía fotovoltaica, que reducen los tiempos de secado. Además, el sistema de secado solar en domo permite controlar las cualidades sensoriales del grano y de la pulpa de café, expresando mejor sus atributos para el desarrollo de nuevos productos (Fuentes et al., 2019; Marcía et al., 2020; Mejía et al., 2021).

La Tabla 2 muestra el lugar de procedencia de las muestras, en la cual las precipitaciones durante el verano son significativamente superiores a del invierno, según la clasificación de Köppen y Geiger (Cwb). Este tipo de clima se caracteriza por poseer temperaturas moderadas y una estación lluviosa predominante en verano (Gardi et al., 2014). Además, los datos obtenidos determinaron que la temperatura máxima es de 25 ± 1 °C y una mínima de 15 ± 1 °C, con una precipitación de 0.3 ± 0.2 mm por día y unas horas de sol entre 8.4 y 9.5. Este tipo de clima se encuentra en altitudes intermedias de regiones tropicales y subtropicales,

donde las lluvias son marcadamente estacionales, favoreciendo la actividad agrícola y la biodiversidad (Peel, Finlayson & McMahon, 2007).

Tabla 2
 Temperatura, precipitación y horas de sol del mes de marzo en Intibucá

Fecha	Temperatura máx. (°C)	Temperatura mín. (°C)	Precipitación (mm)	Horas de sol
12/03/23	26 °C	14 °C	0.1 mm	9.5
13/03/23	25 °C	15 °C	0.1 mm	8.9
14/03/23	24 °C	15 °C	0.1 mm	8.4
15/03/23	25 °C	16 °C	0.1 mm	8.7
16/03/23	25 °C	15 °C	0.2 mm	8.9
17/03/23	25 °C	15 °C	0.2 mm	9.1
18/03/23	26 °C	14 °C	0.1 mm	8.8
19/03/23	26 °C	14 °C	0.3 mm	9.3
20/03/23	26 °C	15 °C	0.5 mm	9.3
21/03/23	25 °C	15 °C	0.2 mm	8.8
22/03/23	25 °C	15 °C	0.3 mm	8.4

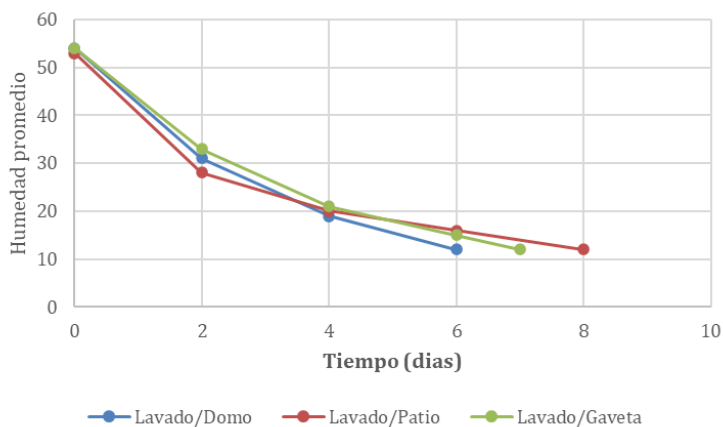
Nota. Base de datos AccuWeather (2023).

Curvas de secado

La estandarización de las curvas de secado se llevó a cabo para las dos variedades de café en los diferentes tratamientos, tomando en cuenta el porcentaje inicial de humedad, datos que fueron tomados mediante un tester de humedad y el tiempo en día, que tardaron en llegar al rango establecido de un 12 % de humedad, como se observa en las diferentes figuras de curvas de secado, se clasificaron por variedad de café según el proceso de beneficiado sometidas a los métodos de secado solar.

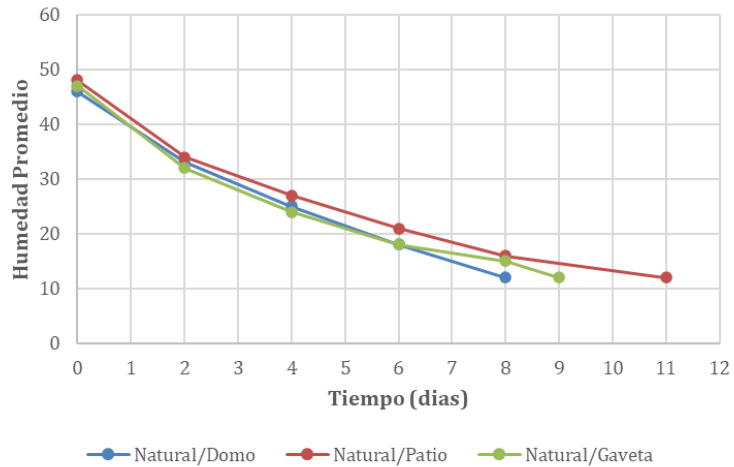
En la Figura 1, se observa que el método de beneficiado de café lavado para el secado en domo tardó 6 días en alcanzar el rango de humedad aceptable del 12 %, siendo el método más rápido de secado, mientras que las muestras en gaveta tardaron 7 días y el secado en patio 8 días. Estos resultados coinciden con lo planteado por Peralta et al. (2011), quienes expresan que el secado en domo para el café lavado es un método óptimo para reducir los tiempos de secado en las diferentes variedades de café, manteniendo sus cualidades sensoriales.

Figura 1
 Curva de secado beneficiado lavado variedad Catuai



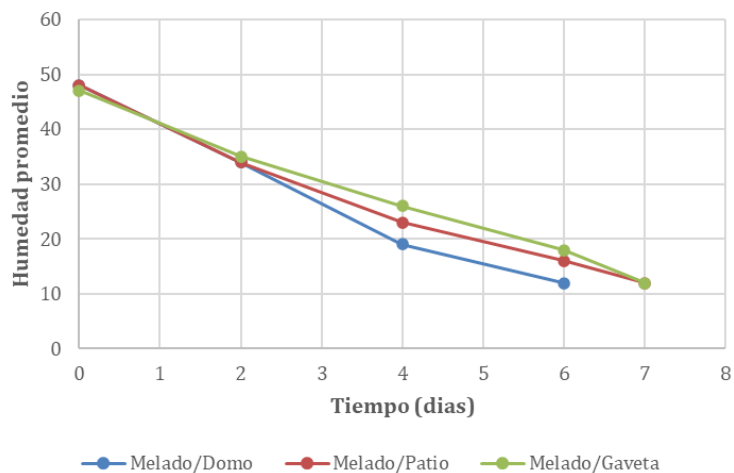
En la Figura 2, se observa que el beneficiado natural de la variedad Catuai el secado en domo requirió de menos tiempo en alcanzar el rango de humedad aceptable con 8 días, demostrando ser el método con menor tiempo en secado, seguido del método de secado en gaveta con 9 días y el método de secado en patio que necesito de 11 días, hasta alcanzar una humedad del 12%.

Figura 2
 Curva de secado beneficiado natural variedad Catuai



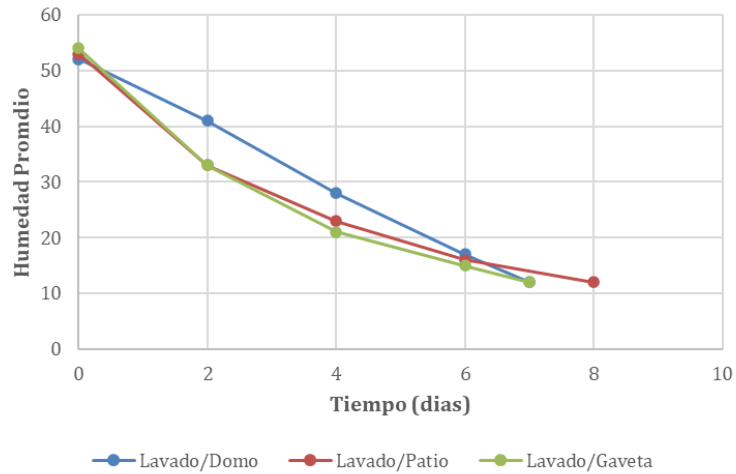
La Figura 3 muestra que la curva de secado para el proceso de beneficiado melado de la variedad Catuai, el método de secado en domo fue el que menor tiempo requirió para alcanzar el rango de humedad aceptable (12%) tardando 6 días, mientras que, las muestras sometidas en secado en gaveta y patio tardaron 7 días, demostrando para este proceso de beneficiado un menor tiempo con el método de secado en domo con relación a los otros métodos.

Figura 3
 Curva de secado beneficiado melado variedad Catuai



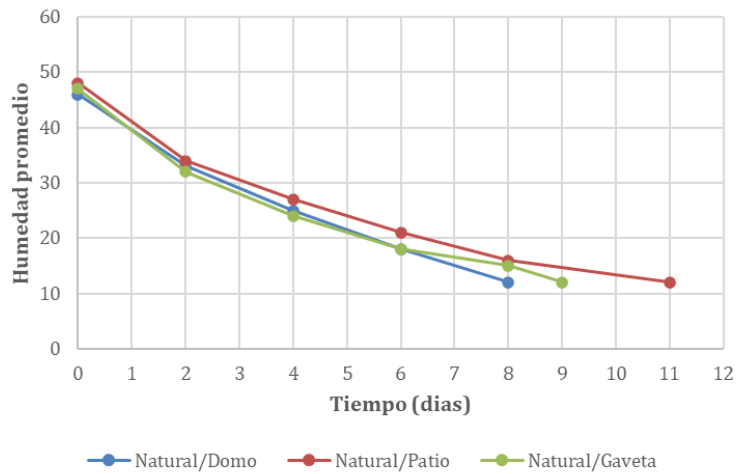
En la Figura 4, se puede observar que el método de beneficiado de café lavado para secado en domo y gaveta requirieron de 7 días, ambos métodos tardaron el mismo tiempo en alcanzar el rango de humedad aceptable (12%), mientras que, el secado en patio tardó 8 días.

Figura 4
Curva de secado beneficiado lavado variedad Catimor



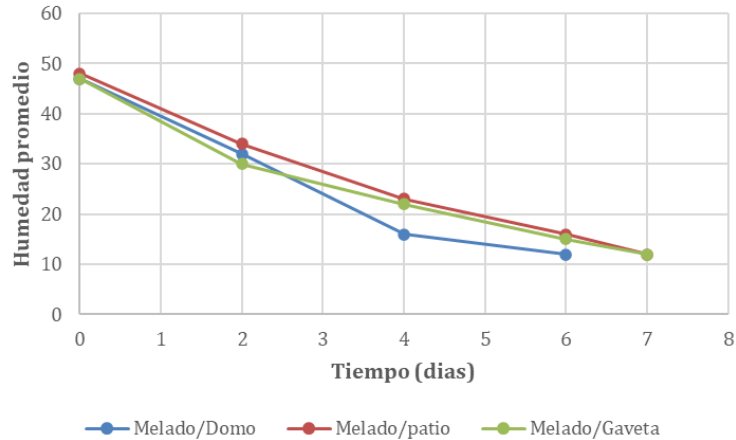
Como se muestra en la Figura 5, el método de beneficiado natural para el secado en domo tardo menor tiempo en alcanzar el rango aceptable de 12 % de humedad, seguido el secado en gaveta con 9 días, por último, el método de secado en patio tardo 11 días en alcanzar el rango aceptable.

Figura 5
Curva de secado beneficiado natural variedad Catimor



El secado en domo demostró ser el método en requerir menor tiempo en días en reducir el porcentaje de humedad hasta alcanzar el 12 %, como se muestra en la Figura 6, mientras que los métodos de secado en patio y gaveta necesitaron de 7 días, ambos métodos demostraron alcanzar el rango aceptable en el mismo tiempo.

Figura 6
Curva de secado beneficiado melado variedad Catimor



Se demostró que el método de secado en domo fue el método que requirió de menor tiempo en alcanzar el rango aceptable de un 12% de humedad, la humedad es uno de los factores que influyen en la calidad del grano, para Duque Dussan, et al. (2023), mencionan que el café pergamino húmedo suele tener un contenido de humedad promedio de 53 a 55 % después del lavado, el secado suele ser el paso más desafiante ya que debe reducirse hasta un 12 % para cumplir con el almacenamiento y requisitos de comercialización, evitando el crecimiento de microorganismos, hongos o micotoxinas, preservando la calidad e inocuidad del grano.

Evaluación sensorial del café para la determinación de la calidad en taza

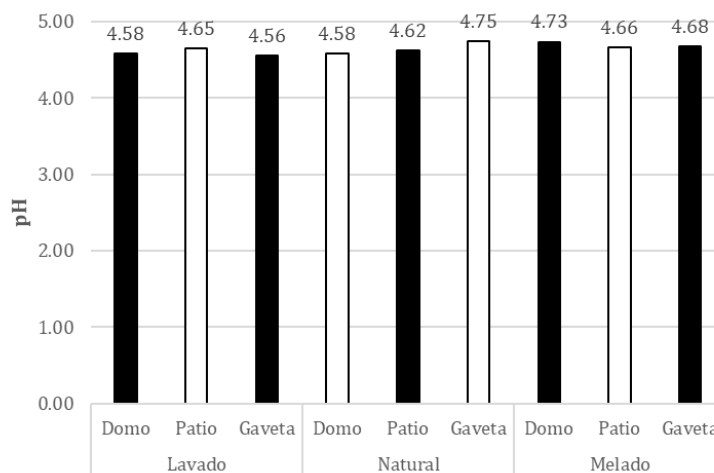
Obtenidas las muestras de café de la primera etapa, se llevó a cabo el procedimiento de la evaluación sensorial, donde se perciben los atributos del café y los defectos que pudieron generarse en alguno de los procesos anteriores, se realizó un tueste medio con un tiempo de 7 a 8 min, utilizando un tostador de muestras PaliniAlves, para el molido se utilizó un Urbanic Molinillo de Café Eléctrico 070s (110-220 V), con un tamaño de partícula de 13 μm , en la simulación también se realizó análisis de pH y sólidos solubles utilizando la metodología de Lara (2016).

Análisis de pH

Se analizó el café tostado por tratamiento durante una simulación de evaluación sensorial, los datos fueron tomados cada 10 minutos durante 44 minutos, haciendo uso de un pH metro, los resultados se muestran en las Figuras 7 y 8, correspondientes a la clasificación de las dos variedades de café.

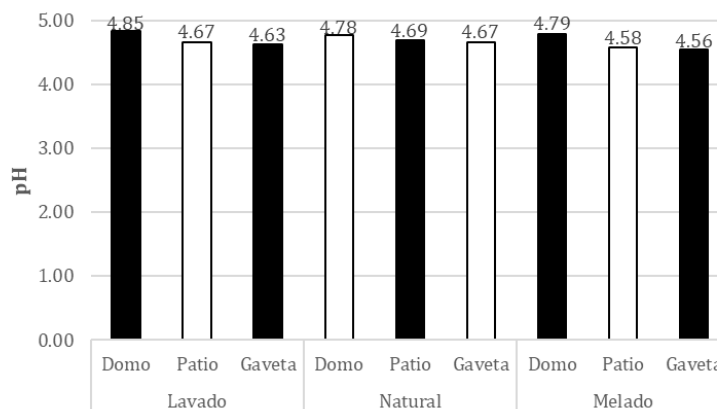
La muestra de café T6 que corresponde a la variedad de café Catuai beneficiado natural método de secado en gaveta, como se describe en la Figura 7, obtuvo un pH de 4.75 se asemejó al pH promedio de 4.89 a los resultados obtenidos por Puertas (2013), mientras que las demás muestras se mantuvieron en un rango de 4.58 a 4.73 en esta variedad de café.

Figura 7
 pH variedad de café Catuai



En la Figura 8, se puede observar que la variedad de café Catimor obtuvo mejores resultados respecto al pH en comparación al pH de la variedad Catuai que se muestra en la Figura 7, los resultados del pH de la variedad Catimor la mayoría se asemejan al pH promedio de 4.89 resultados obtenido por Puertas (2013), la muestra T10 alcanzo un pH promedio de 4.85 que corresponde al proceso de beneficiado lavado secado en domo, todas las muestras en conjunto presentaron una distribución uniforme manteniendo un rango de 4.63 a 4.85.

Figura 8
pH variedad de café Catimor

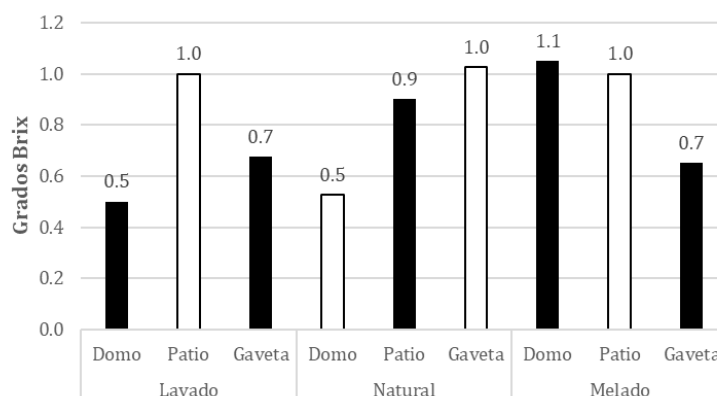


Análisis sólidos solubles

Se llevó a cabo durante una simulación de evaluación sensorial, se tomaron datos cada 10 minutos durante 44 minutos, haciendo uso de un refractómetro para la obtención de los grados Brix, los resultados se muestran en las Figuras 9 y 10 que corresponden a las dos variedades de café.

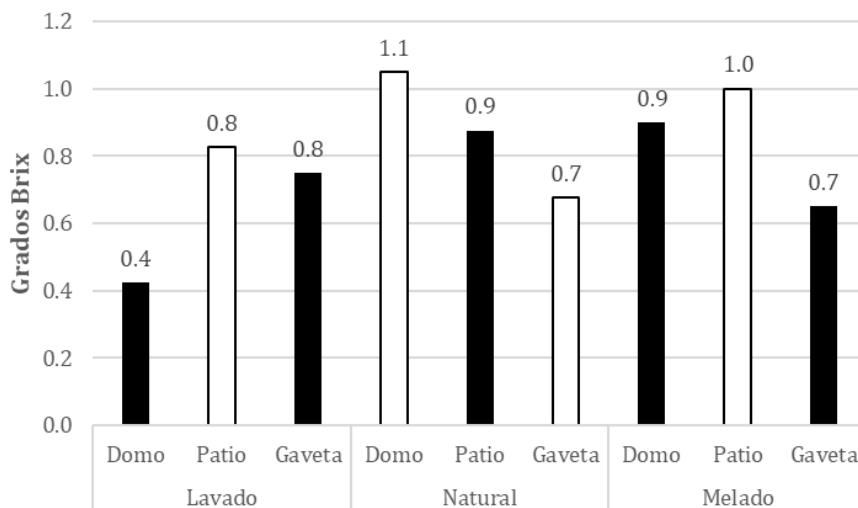
En la Figura 9, se muestran los sólidos solubles para la variedad de café Catuai donde se observa que la muestra T7 que corresponde al beneficiado melado secado en domo obtuvo 1.1°Bx que se asemejan a los resultados obtenidos por Puertas (2013), sin embargo, las demás muestras presentaron un puntaje inferior en un rango de 0.5 a 1°Bx, un café con más de 1.35 ° Bx es considerada una bebida fuerte.

Figura 9
Sólidos solubles variedad de café Catuai



En la Figura 10, se muestran los sólidos solubles de la variedad de café Catimor, la muestra T11 presentó el mayor puntaje con 1.1°Bx, corresponde al beneficiado natural secado en domo, mientras que las demás muestras se mantienen en rangos de 0.4 a 1°Bx.

Figura 10
 Sólidos solubles variedad de café Catimor



Análisis sensorial

En Tablas 3 y 4, se observan los resultados del análisis sensorial de las muestras de café para la variedad Catuai, mientras que en Tablas 5 y 6, se observan los resultados del análisis sensorial de las muestras de café para la variedad Catimor.

En las Tablas 3 y 4, se pueden observar los atributos sensoriales evaluados en la variedad de café Catuai, donde se observa una diferencia estadísticamente significativa en el atributo de sabor residual en las muestras T2 y T3, obteniendo un mayor puntaje la muestra T3, mientras que en los demás atributos no presentaron diferencias estadísticamente significativas. Para Alexandre, et al. (2022), los atributos fragancia/aroma y sabor puede sugerir que su eventual cambio se ve menos afectado por las diferencias de tostado y más afectado por la calidad del grano verde y las diferentes condiciones postcosecha.

Tabla 3
 Análisis sensorial variedad de café Catuai: sabor, fragancia, acidez y cuerpo

Tratamiento	Sabor residual	Sabor	Fragancia /aroma	Acidez	Cuerpo
T1	7.29±0.29 ^{AB}	7.75±0.31 ^A	7.88±0.408 ^A	7.54±0.24 ^A	7.41±0.25 ^A
T2	7.08±0.20 ^B	7.33±0.31 ^A	7.58±0.58 ^A	7.50±0.44 ^A	7.58±0.37 ^A
T3	7.91±0.20 ^A	7.91±0.37 ^A	7.75±0.27 ^A	7.70±0.33 ^A	7.87±0.20 ^A
T4	7.41±0.49 ^{AB}	7.62±0.30 ^A	7.79±0.33 ^A	7.87±0.49 ^A	7.54±0.40 ^A
T5	7.41±0.37 ^{AB}	7.50±0.44 ^A	7.66±0.40 ^A	7.66±0.40 ^A	7.58±0.49 ^A
T6	7.41±0.37 ^{AB}	7.50±0.27 ^A	7.75±0.27 ^A	7.41±0.37 ^A	7.41±0.49 ^A
T7	7.55±0.46 ^{AB}	7.63±0.38 ^A	7.71±0.40 ^A	7.63±0.38 ^A	7.80±0.24 ^A
T8	7.50±0.44 ^{AB}	7.58±0.37 ^A	7.91±0.20 ^A	7.75±0.27 ^A	7.83±0.25 ^A
T9	7.50±0.44 ^{AB}	7.41±0.49 ^A	7.33±0.51 ^A	7.58±0.37 ^A	7.41±0.37 ^A

Nota. Los resultados están expresados en media ± desviación. Letras diferentes en una misma columna, indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) según la prueba de comparaciones múltiples Tukey B.

Tabla 4
Análisis sensorial variedad de café Catuai: uniformidad, balance, dulzor y puntaje

Tratamiento	Uniformidad	Balance	Taza limpia	Dulzor	Puntaje catador
T1	10±0.00 ^A	7.37±0.20 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.62±0.58 ^A
T2	10±0.00 ^A	7.50±0.44 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.87±0.86 ^A
T3	10±0.00 ^A	7.62±0.44 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	6.95±0.74 ^A
T4	10±0.00 ^A	7.70±0.45 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	6.91±0.73 ^A
T5	10±0.00 ^A	7.58±0.37 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.41±0.37 ^A
T6	10±0.00 ^A	7.33±0.40 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.16±0.68 ^A
T7	10±0.00 ^A	7.41±0.49 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.41±0.37 ^A
T8	10±0.00 ^A	7.83±0.25 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.50±0.44 ^A
T9	10±0.00 ^A	7.41±0.49 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.25±0.41 ^A

Los resultados del análisis sensorial en la variedad de café Catimor se muestran en las Tablas 5 y 6. Se observa que hubo diferencia estadísticamente significativa en el atributo fragancia/aroma en el tratamiento T15, en comparación con los tratamientos T11, T12, T13 y T18, presentaron un mayor puntaje para este atributo, mientras que para el puntaje catador hubo diferencia significativa entre el tratamiento T11 y T16, demostrando un mejor puntaje para el tratamiento T11, en los atributos restantes no hubo diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 5
Análisis sensorial variedad de café Catimor: sabor, fragancia, acidez y cuerpo

Tratamiento	Sabor residual	Sabor	Fragancia /aroma	Acidez	Cuerpo
T10	7.58±0.58 ^A	7.25±0.41 ^A	7.75±0.52 ^{AB}	7.58±0.37 ^A	7.58±0.37 ^A
T11	7.83±0.25 ^A	7.91±0.20 ^A	8.08±0.37 ^A	7.83±0.25 ^A	7.91±0.20 ^A
T12	7.41±0.37 ^A	7.87±0.30 ^A	7.79±0.33 ^A	7.41±0.37 ^A	7.66±0.40 ^A
T13	7.33±0.40 ^A	7.75±0.41 ^A	7.83±0.25 ^A	7.50±0.54 ^A	7.58±0.49 ^A
T14	7.33±0.40 ^A	7.33±0.40 ^A	7.37±0.37 ^{AB}	7.50±0.44 ^A	7.58±0.37 ^A
T15	7.33±0.40 ^A	7.41±0.37 ^A	7.00±0.54 ^B	7.50±0.44 ^A	7.58±0.49 ^A
T16	7.75±0.27 ^A	7.80±0.24 ^A	7.80±0.24 ^A	7.58±0.37 ^A	7.33±0.40 ^A
T17	7.75±0.41 ^A	7.58±0.49 ^A	7.50±0.44 ^{AB}	7.66±0.51 ^A	7.83±0.40 ^A
T18	7.83±0.25 ^A	7.91±0.20 ^A	8.04±0.40 ^A	7.91±0.20 ^A	7.91±0.20 ^A

Tabla 6
Análisis sensorial variedad de café Catimor: uniformidad, balance, dulzor y puntaje

Tratamiento	Uniformidad	Balance	Taza limpia	Dulzor	Puntaje catador
T10	10±0.00 ^A	7.83±0.51 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.70±0.24 ^{AB}
T11	10±0.00 ^A	7.83±0.25 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	8.16±0.75 ^A
T12	10±0.00 ^A	7.91±0.20 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.41±0.37 ^{AB}
T13	10±0.00 ^A	7.50±0.44 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.50±0.44 ^{AB}
T14	9.66±0.81 ^A	7.58±0.37 ^A	9.66±0.81 ^A	9.66±0.81 ^A	7.58±0.49 ^{AB}
T15	10±0.00 ^A	7.41±0.49 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.58±0.49 ^{AB}
T16	10±0.00 ^A	7.58±0.37 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.08±0.58 ^B
T17	10±0.00 ^A	7.75±0.41 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.41±0.49 ^{AB}
T18	10±0.00 ^A	7.83±0.25 ^A	10±0.00 ^A	10±0.00 ^A	7.66±0.40 ^{AB}

Para Febrianto & Zhu (2023), el análisis caracteriza las preparaciones de café en función de varios parámetros de sabor, incluidos la fragancia, el sabor residual, la acidez, el cuerpo, el regusto, el dulzor, el equilibrio, la limpieza y la uniformidad en los granos de café con ciertos grados de tostado y preparación. Por lo tanto, siempre debemos tener en cuenta la influencia de todos los atributos que se obtienen en el análisis, ya que estos influyen directamente en la calidad en taza.

SumatoriA total del puntaje de los tratamientos para las dos variedades

Como se observa en la Tabla 7, los catadores asignan medias de puntajes específicos a cada atributo evaluado en las muestras de café de ambas variedades. Estos resultados permitieron calcular un puntaje final, presentado en las Figuras 11 y 12, lo cual facilita la identificación del tratamiento óptimo para la obtención de café de mejor calidad en taza.

Tabla 7
 Medias para las variedades de café

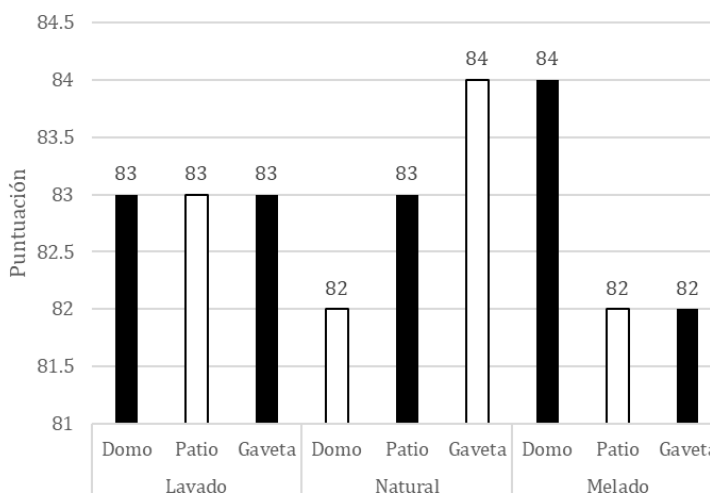
Variedad	Media
Catuai	82.89 ^B
Catimor	83.44 ^A

En la tabla 7, se muestra la media para las variedades de café Catuai y Catimor, se observa que hubo diferencia estadísticamente significativa entre las variedades, demostrando un mejor puntaje la variedad de café Catimor. Estas diferencias observadas en los puntajes entre las variedades de café Catuai y Catimor refleja variaciones en sus atributos sensoriales y calidad percibida. Estudios previos han señalado que las características genéticas y las condiciones agroclimáticas influyen en el perfil de sabor y la aceptación sensorial de cada variedad de café. Por ejemplo, investigaciones han destacado que la variedad Catimor, gracias a su resistencia a enfermedades como la roya y su capacidad de adaptarse a diversas altitudes, puede desarrollar perfiles sensoriales únicos cuando se cultiva en condiciones óptimas, logrando una calidad destacable en taza (Lanuza et al., 2023).

Por otro lado, la diferencia en puntajes también podría estar relacionada con la interacción de las variedades con los métodos de procesamiento, que afectan atributos como el cuerpo, la acidez y el dulzor, factores cruciales en la evaluación por parte de catadores (Muschler, 2001).

En la Figura 11, se puede observar que las muestras de café T3 y T8 que corresponden a la variedad de café Catuai proceso de beneficiado natural, método de secado solar en gaveta y el proceso de beneficiado melado, método de secado en domo fueron las que obtuvieron el mayor puntaje con 84 puntos, mientras que los demás tratamientos se mantuvieron en un puntaje de 82 y 83 puntos.

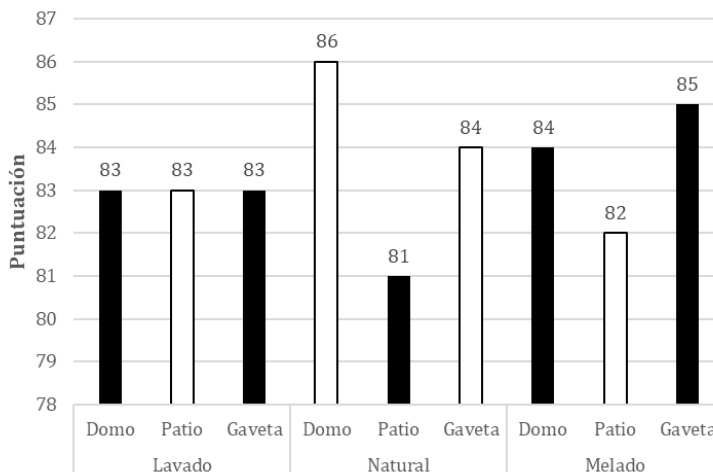
Figura 11
 Puntaje final variedad de café Catuai



En la Figura 12, se muestra que el tratamiento T11, correspondiente a la variedad Catimor proceso de beneficiado natural método de secado en domo, obtuvo un puntaje de 86 puntos, siendo el tratamiento mejor evaluado seguido el tratamiento T18

proceso de beneficiado melado secado en gaveta con 85 puntos, demostrando ser los tratamientos con mejor puntaje para ambas variedades.

Figura 12
Puntaje final variedad de café Catimor



CONCLUSIONES

Los parámetros fisicoquímicos evaluados tras el secado del café, como el contenido de humedad, el pH y los sólidos totales, son esenciales para determinar la calidad en taza. Estos indicadores permiten establecer estándares de calidad que reflejan la composición química del café, asegurando que el producto final cumpla con las expectativas de sabor y consistencia. La similitud de los resultados obtenidos con estudios previos refuerza la relevancia de estas variables en la evaluación de los granos y la importancia de su monitoreo.

La estandarización de las curvas de secado para las variedades de café Catuai y Catimor es crucial para garantizar la calidad del grano. Este proceso permite asegurar una humedad constante dentro del rango óptimo del 12 %, preservando así las características organolépticas y sensoriales del café. Además, contar con una curva de secado estandarizada mejora la eficiencia y productividad del proceso, facilitando un control riguroso de la calidad en taza y optimiza los resultados finales.

En términos de calidad en taza, se identificó que la muestra T11, que correspondía a la variedad Catimor proceso de secado en domo, beneficiado natural, obtuvo la puntuación más alta con 86 puntos, por otra parte, las muestras T3, correspondiente a la variedad Catuai proceso de secado en domo, beneficiado melado y la muestra T8, proceso de secado en gaveta, beneficiado natural obtuvieron una puntuación de 84 puntos, esto subraya la importancia de la elección adecuada de los métodos de secado y beneficiado en la producción de café de alta calidad.

Contribución de los autores

Todos los autores participaron en los análisis, revisión, preparación del manuscrito y aprobación de la versión final.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés de ningún tipo.

Financiamiento

Fondos propios

Uso de inteligencia artificial (IA)

No se realizó uso de IA en el artículo.

REFERENCIAS

- Alexandre A. C. (2022). Variables del tueste de café asociadas con perfiles orgánicos volátiles y evaluación sensorial mediante análisis multivariado. Investigación alimentaria aplicada. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100211>
- Cascos, G., Lozano, J., Montero-Fernández, I., Marcía-Fuentes, J. A., Aleman, R. S., Ruiz-Canales, A., & Martín-Vertedor, D. (2023). Electronic Nose and Gas Chromatograph Devices for the Evaluation of the Sensory Quality of Green Coffee Beans. *Foods*, 13(1), 87. <https://doi.org/10.3390/foods13010087>
- Cascos, G., Montero-Fernández, I., Marcía-Fuentes, J. A., Aleman, R. S., Ruiz-Canales, A., & Martín-Vertedor, D. (2024). Electronic Prediction of Chemical Contaminants in Aroma of Brewed Roasted Coffee and Quantification of Acrylamide Levels. *Foods*, 13(5), 768. <https://doi.org/10.3390/foods13050768>
- Delarca Ruiz, F., Aleman, R. S., Kazemzadeh Pournaki, S., Sarmiento Madrid, M., Muela, A., Mendoza, Y., Marcia, J. ... & King, J. M. (2023). Development of Gluten-Free Bread Using Teosinte (Dioon mejiae) Flour in Combination with High-Protein Brown Rice Flour and High-Protein White Rice Flour. *Foods*, 12(11), 2132. <https://doi.org/10.3390/foods12112132>
- Duque Dussan, J. R. (2023). Diseño y evaluación de un secador solar híbrido para el procesamiento poscosecha de café pergamino. *Energía renovable*. https://www.researchgate.net/publication/371905334_Design_and_evaluation_of_a_hybrid_solar_dryer_for_postharvesting_processing_of_parchment_coffee
- Febrianto, N. A., & Zhu, F. (2023). Coffee bean processing: Emerging methods and their effects on chemical, biological and sensory properties. *Food Chemistry*, 412, 135489. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135489>
- Fuentes, J. A. M., Alemán, R. A., Chavarría, L. A., Murillo, I. M. V., Alvarado, N. P., & Fernández, I. M. (2019). Development of a Drink Type Infusion From Coffee Pulp (Coffea arabica) Lempira Variety of Honduras. *Journal of Agricultural Science*, 12(1), 209. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v12n1p209>
- Fuentes, J. A. M., Fernández, I. M., Fernández, H. Z., Sánchez, J. L., Alemán, R. S., Navarro-Alarcón, M., ... & Maldonado, S. A. S. (2020). Quantification of bioactive molecules, minerals and bromatological analysis in ficarao (Cassia grandis). *J. Agric. Sci*, 12, 88. <https://doi.org/10.5539/jas.v12n4p88>
- Fuentes, J. A. M., López-Salas, L., Borrás-Linares, I., Navarro-Alarcón, M., Segura-Carretero, A., & Lozano-Sánchez, J. (2021). Development of an innovative pressurized liquid extraction procedure by response surface methodology to recover bioactive compounds from carao Tree Seeds. *Foods*, 10(2), 398. <https://doi.org/10.3390/foods10020398>
- Fuentes, J. M., de Jesús Álvarez Gil, M., Zumbado Fernández, H., Montero-Fernández, I., Martín-Vertedor, D., Yadav, A., & Aleman, R. S. (2024). Physicochemical Characterization of Carao Honey Flour (Cassia grandis) and Its Effects on the Sensory Attributes in a Cookie. *Applied Sciences*, 14(17), 7502. <https://doi.org/10.3390/app14177502>
- Figueroa, E., Pérez, F., & Godines, L. (2015). La producción y consumo de café. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/14049/1/19572.pdf>
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., ... & Brefin, M. D. L. M. S. (2014). Atlas de suelos de América Latina y el Caribe. Luxembourg: Comisión Europea, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://www.researchgate.net/publication/262731098_Atlas_de_suelos_de_America_Latina_y_el_Caribe
- Lanuza, D. S. Z., Agurcia, G. R. C., Cornejo, E. J. A., & Matey, Á. A. C. (2023). Perspectiva de productores y catadores sobre la influencia de la fermentación en las características organolépticas del café (Coffea arabica) variedad catimor, estudio de caso en Nicaragua. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 13(2), 188-199. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v13i2.17252>
- Lara, C. P. (2016). Efecto del proceso de secado en las características físico-químicas y sensoriales de café especial (var. Pacamara). Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. <https://bdigital.zamorano.edu/items/bf1e2e0f-e516-469c-bd27-845dddac46e2>
- Maddela, N. R., & García, L. C. (Eds.). (2021). Innovations in biotechnology for a sustainable future. Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-80108-3_2
- Marcía Fuentes, J. A., Palma Murillo, C. E., Torres Loza, M. J., Varela Murillo, I. M., Peralta Matute, K. B., Amador Zelaya, C. H., Díaz Antúnez, H. A., & Chavarría Carrión, L. A. (2020). Descripción de parámetros físico-químicos de la pulpa de café (Coffea arabica) en diferentes variedades y pisos altitudinales. *Nexo Revista Científica*, 33(02), 777-783. <https://doi.org/10.5377/nexo.v33i02.10808>
- Marcía-Fuentes, J., Santos-Aleman, R., Borrás-Linares, I., & Sánchez, J. L. (2021). The Carao (Cassia grandis L.): Its Potential Usage in Pharmacological, Nutritional, and Medicinal Applications. *Innovations in Biotechnology for a Sustainable Future*, 403-427. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-80108-3_19
- Mejía, F. T., Fuentes, J. M., Mejía, J. T., Bonilla, F. H., Alemán, R. S., Varela, I., ... & Fernández, I. M. (2021). Energy Evaluation of the Mechanical Drying of the Grain of Coffea arabica from Honduras. *Asian journal of Biology*, 11(1), 8-14. <https://doi.org/10.9734/ajob/2021/v11i130145>
- Montero-Fernández, I., Marcía-Fuentes, J. A., Cascos, G., Saravia-Maldonado, S. A., Lozano, J., & Martín-Vertedor, D. (2022). Masking effect of Cassia grandis sensory defect with flavoured stuffed olives. *Foods*, 11(15), 2305. <https://doi.org/10.3390/foods11152305>
- Muschler, R. G. (2001). Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. *Agroforestry systems*, 51, 131-139. <https://doi.org/10.1023/A:1010603320653>
- Osorio, V. (2020). Calidad de café: identifique sus componentes para su gestión. *Memorias Seminario Científico Cenicafé*, 71, e71106-e71106. https://www.researchgate.net/publication/364763467_Calidad_de_cafe_identifique_sus_componentes_para_su_gestion
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Mapa mundial actualizado da classificação climática de Köppen-Geiger. *Hydrology Earth and System Sciences*. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>

- Peralta, K. D. M., Agurcia, T. L. H., Riobóo, L. M. D., & Vidaurre, H. M. (2011). Evaluación del presecado de café pergamino en secador solar tipo domo, ubicado en fincas con altitudes de 1000 a 1500 msnm de pequeños productores de café en los departamentos de: Madriz, Estelí y Nueva Segovia. <https://ribuni.uni.edu.ni/1628/1/39801.pdf>
- Pérez López, A. I., & Real Moreno, O. R. (2012). Efecto del presecador solar tipo domo en el secado de granos de café orgánico (*Coffea arabica* L.) en fincas de pequeños productores de las cooperativas San Isidro RL Boaco y PROCOSER Nueva Segovia. Noviembre 2010-Febrero 2011 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). <https://repositorio.una.edu.ni/2771/1/tnq02p438.pdf>
- Prada, Á., Vela, C. P., Bardález, G., & Saavedra, J. (2019). Efectividad de un Proceso de Secado de Café usando Secadores Solares con Sistema de Flujo de Aire Continuo Impulsado por Energía Fotovoltaica, en la Región San Martín, Perú. Información tecnológica, 30(6), 85-92. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000600085
- Puerta, G. I. (2013). Los catadores de café. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).
- Puerta, G. I., & Echeverry, J. G. (2015). Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/558/1/avt0454.pdf>
- Rivera Sánchez, S. (2019). Determinación de la cinética de secado de café (*Coffea arabica* L.) con respecto a la calidad en taza en IHCAFÉ. Tesis, Licenciada en Tecnología Alimentaria, Universidad Nacional de Agricultura Catacamas, Olancho, Honduras. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/558/1/avt0454.pdf>
- Romero, Z., José, R., Sibrian, N., & Francisco, J. (2016). Estudio de la estructura de mercado de la comercialización del café en Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0f0ca2d5-0479-43a8-924b-386343238893/content>
- Velásquez, C., & Trávez, M. (2019). Café especial una alternativa para el sector cafetero en Colombia. <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/351af8f6-b97c-4632-8867-eb71f41506b0/content>