

Efecto del tostado en la calidad sensorial de tres variedades de café (*Coffea Canephora*) provenientes del centro experimental Sacha Wiwa

Effect of roasting on the sensory quality of three coffee varieties (*Coffea Canephora*) from the Sacha Wiwa experimental centre

Efeito da torragem na qualidade sensorial de três variedades de café (*Coffea Canephora*) do centro experimental Sacha Wiwa

Casillas Vega, Adriana Belén
Universidad Técnica de Cotopaxi
adriana.casillas4225@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-3405-9725>



Carrillo Candilejo, Erika Andrea
Universidad Técnica de Cotopaxi
erika.carrillo4088@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-7051-2268>



Casco Toapanta, Marjorie Gissela
Universidad Técnica de Cotopaxi
marjorie.casco7525@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9868-9023>



Gavilánez Buñay, Tatiana Carolina
Universidad Técnica de Cotopaxi
tatiana.gavilanez@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7422-3122>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/583>

Como citar:

Casillas Vega, A. B., Carrillo Candilejo, E. A., Casco Toapanta, M. G., & Gavilánez Buñay, T. C. (2024). Efecto del tostado en la calidad sensorial de tres variedades de café (*Coffea Canephora*) provenientes del centro experimental Sacha Wiwa. *Código Científico Revista De Investigación*, 5(2), 783–804. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/583>.

Recibido: 21/11/2024

Aceptado: 04/12/2024

Publicado: 31/12/2024

Resumen

Este estudio evaluó el efecto del tostado en la calidad sensorial de tres variedades de café robusta (*Coffea Canephora*) en el centro experimental Sacha wiwa, Los datos se analizaron estadísticamente en R. Se realizaron análisis fisicoquímicos del grano cereza, longitud, diámetro, pH, °Brix y conductividad eléctrica. En los beneficios seco y húmedo se calculó el porcentaje de almendra sana, se estandarizó el tiempo de tueste a una presión y temperatura constante de 170Pa y 180°C, para la obtención de tuestes de grado claro, medio y oscuro. Se aplicó una prueba sensorial afectiva con escala hedónica de nueve puntos a consumidores y una prueba descriptiva a catadores Q-Graders. En los análisis fisicoquímicos el tamaño de grano no tuvo diferencias significativas; la variedad Napopayamino fue superior a las demás en cuanto a °Brix y pH, mientras que la variedad Conilón tuvo mayor conductividad en relación a las otras. El beneficio húmedo resultó más eficiente en relación al porcentaje de almendras sanas. El tiempo de tueste fue 10-30 min (Ecorobusta), 8-24 min (Conilón) y 8-27 min (Napopayamino). En las pruebas sensoriales el tueste oscuro fue más aceptado por consumidores, el claro por parte de los catadores tanto en Napopayamino como en Conilón, mientras que en Ecorobusta fue el medio para consumidores y catadores. El tostado definió el perfil del café, destacando los tuestes claros y medios por sus mejores atributos.

Palabras clave: Café, robusta, catadores, variedades, consumidores, medio, claro, oscuro, perfil de sabor, beneficio.

Abstract

This study evaluated the effect of roasting on the sensory quality of three Robusta coffee (*Coffea canephora*) varieties at the Sacha Wiwa Experimental Center. Data were statistically analyzed using R. Physicochemical analyses were performed on cherry beans, assessing length, diameter, pH, °Brix, and electrical conductivity. The percentage of healthy almonds was calculated for both dry and wet processing methods. Roasting time was standardized at a constant pressure of 170 Pa and temperature of 180°C to produce light, medium, and dark roast levels. A nine-point hedonic scale sensory test was conducted with consumers, and a descriptive test was carried out by Q-Graders. Physicochemical analyses revealed no significant differences in grain size. The Napopayamino variety showed higher °Brix and pH values compared to others, while the Conilón variety exhibited the highest conductivity. Wet processing proved more efficient regarding the percentage of healthy almonds. Roasting times ranged from 10–30 minutes (Ecorobusta), 8–24 minutes (Conilón), and 8–27 minutes (Napopayamino). Sensory tests showed that dark roasts were preferred by consumers, while light roasts were favored by Q-Graders for Napopayamino and Conilón. For Ecorobusta, medium roasts were preferred by both groups. Roasting significantly influenced the coffee profile, with light and medium roasts standing out for their superior attributes.

Keywords: Coffee, robusta, cuppers, varieties, consumers, medium, light, dark, flavor profile, benefit.

Resumo

Este estudo avaliou o efeito da torra na qualidade sensorial de três variedades de café robusta (*Coffea canephora*) no centro experimental Sacha wiwa. Os dados foram analisados estatisticamente no R. Foram realizadas análises físico-químicas do grão de café cereja, incluindo comprimento, diâmetro, pH, °Brix e condutividade elétrica. Nos processos seco e úmido, foi calculado o percentual de grãos sadios. O tempo de torra foi padronizado a uma

pressão constante de 170Pa e temperatura de 180°C para obter torras claras, médias e escuras. Foi aplicado um teste sensorial afetivo com escala hedônica de nove pontos a consumidores e um teste descritivo a catadores Q-Graders. Nas análises físico-químicas, o tamanho do grão não apresentou diferenças significativas; a variedade Napopayamino foi superior às demais em relação a °Brix e pH, enquanto a variedade Conilón apresentou maior condutividade em relação às outras. O processamento úmido foi mais eficiente em relação ao percentual de grãos sadios. O tempo de torra variou de 10-30 min (Ecorobusta), 8-24 min (Conilón) e 8-27 min (Napopayamino). Nos testes sensoriais, a torra escura foi mais aceita pelos consumidores, enquanto a torra clara foi preferida pelos catadores tanto em Napopayamino quanto em Conilon. Para Ecorobusta, a torra média foi preferida tanto por consumidores quanto por catadores. A torra definiu o perfil do café, com as torras claras e médias se destacando por seus melhores atributos.

Palavras-chave: Café, robusta, catadores, variedades, consumidores, médio, claro, escuro, perfil de sabor, beneficiamento. beneficiamento.

Introducción

Debido a su ubicación geográfica, Ecuador es privilegiado por sus condiciones climáticas, produce un café de calidad valorado como producto de exportación, las principales variedades exportables son el café arábigo y robusta. Sin embargo, la producción de café en Ecuador ha experimentado un declive sostenido durante varios años. Aunque no se cuenta con cifras exactas, según la Asociación Nacional Ecuatoriana de Café (Anecafé), en los últimos tres años la producción ha promediado alrededor de 200,000 quintales anuales, equivalente a 150,000 sacos de 60 kg. (Jiménez Buri et al., 2023)

El Centro Experimental Sacha Wiwa, ubicado en la parroquia de Guasaganda del cantón La Maná, su ubicación geográfica WGS 0°48'00.0"S, longitud 79°10'01.2"W y con una altitud de 549 msnm. El sitio del ensayo cuenta con una precipitación aproximada de 2854 mm anuales, y una temperatura promedio de: 11 – 24 °C, donde la Universidad Técnica de Cotopaxi lleva a cabo prácticas agrícolas. Entre estas prácticas se incluye el cultivo de las variedades de café Ecorobusta, Conilón y Napopayamino. (Toapanta Añarumba et al., 2023)

Actualmente, el café se posiciona entre las bebidas más populares, y su calidad sensorial juega un papel fundamental en la elección de los consumidores. De los múltiples factores que influyen en la calidad del café, el proceso de tostado es uno de los más determinantes, ya que

impacta directamente en el aroma, el sabor, el cuerpo y la acidez del producto final (Márquez-Romero et al., 2020). Durante este proceso, ocurren reacciones químicas complejas, como la caramelización de los azúcares y la degradación de ácidos, que llevan a la formación de compuestos volátiles, como aldehídos, cetonas, ácidos orgánicos, ésteres y furanos. Estos compuestos contribuyen al perfil sensorial del café, aportando aromas característicos como notas dulces, florales, frutales, especiadas o tostadas, que son esenciales para la experiencia única de esta bebida. (Pazmiño-Arteaga & Ruiz-Márquez, 2023)

Según (Alberto Duicela Guambi et al., 2018) la variedad de *café Coffea canephora*, también llamada Robusta, ha sido reconocida por sus características únicas, como su resistencia a plagas y enfermedades, además de su elevado contenido de cafeína. Sin embargo, su perfil sensorial ha sido tradicionalmente subestimado en comparación con *Coffea arábica*, lo que destaca la relevancia de perfeccionar el proceso de tostado para mejorar la calidad sensorial de esta variedad.

Para este estudio se considera los procesos más utilizados, como es el beneficio húmedo que incluye el despulpado, la fermentación y el secado. En el beneficio seco el grano cereza pasa al secado directo hasta alcanzar cierto porcentaje de humedad, y luego el trillado. El efecto de estos métodos consiste en la impregnación en la semilla de los azúcares que contiene el mucílago. Donde la café cereza se transforma en café verde, también conocido como pepa de oro. Este proceso de transformación está estrechamente vinculado a los atributos específicos de cada una de las tres variedades de café, así como al entorno en el que se cultivan y a la tecnología empleada en el manejo postcosecha. Estos factores son determinantes para la calidad física y organoléptica de los cafés robusta. (Alberto Duicela et al., 2020)

La calidad física del café es un factor clave en la evaluación del producto, ya que afecta directamente su valor comercial y aceptación en el mercado. Este aspecto se centra en la apariencia visual del grano. (Márquez-Romero et al., 2020)

Esta investigación tiene como propósito analizar el impacto del tostado en la calidad sensorial de tres variedades originarias del Centro Experimental Sacha Wiwa, siendo sustancial la estandarización del proceso de tueste. Se pretende identificar la relación entre las condiciones de tostado y los atributos sensoriales del café, con el objetivo de ofrecer recomendaciones para mejorar su calidad mediante la determinación de perfil de sabores.

Metodología

La presente investigación, realizada en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, Ecuador, adoptó un enfoque experimental con un diseño completamente al azar (DCA) para evaluar el impacto de diferentes factores en la calidad sensorial del café. Se estudio tres variedades de café (Ecorubusta, Conilón y Napopayamino) de la especie *Coffea canephora* y diversos perfiles de tostado. Este diseño permitió examinar cómo cada factor, tanto la variedad de café como el perfil de tostado, influye individualmente y en combinación sobre las características sensoriales del café, tales como aroma, sabor, acidez y cuerpo.

Se extiende un agradecimiento muy especial al Fondo de Investigación para la Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable (FIASA) por su generoso apoyo a la investigación llevada a cabo en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná. Su contribución ha sido clave para avanzar en proyectos que buscan cuidar la biodiversidad, mejorar las prácticas agrícolas y promover una agricultura más responsable y sostenible. Este respaldo no solo ha fortalecido el trabajo académico, sino que también ha generado un impacto positivo en las comunidades locales, ayudándonos a construir un futuro sostenible para todos.

Los materiales y métodos están divididos en varias subsecciones, en las que se detalla el desarrollo de los análisis fisicoquímicos del café cereza, la obtención del beneficio con mayor porcentaje de almendra sana, la estandarización de tres grados de tueste, análisis

sensorial con consumidores y catadores Q- grader para obtener los perfiles de sabor del tostado más adecuado de cada una de las variedades.

Análisis de datos

Se realizó los análisis estadísticos utilizando el programa R, para los datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos, prueba a los consumidores y análisis sensorial. En donde se evaluaron a través de un análisis de varianza con el nivel de significancia de $P < 0.05$ para identificar diferencias significativas en las puntuaciones de aceptación entre las variedades de café y los grados de tostado.

Análisis fisicoquímicos

Para evaluar la calidad del grano cereza, se analizó varios parámetros físicos, comenzando con la medición del diámetro y longitud del grano. Estas dimensiones permiten determinar el tamaño y la forma del grano, factores clave para la apariencia y homogeneidad del lote. El tamaño del grano, medido con calibrador Vernier, es un indicador de calidad, ya que un grano más grande se asocia generalmente con una mejor calidad comercial.

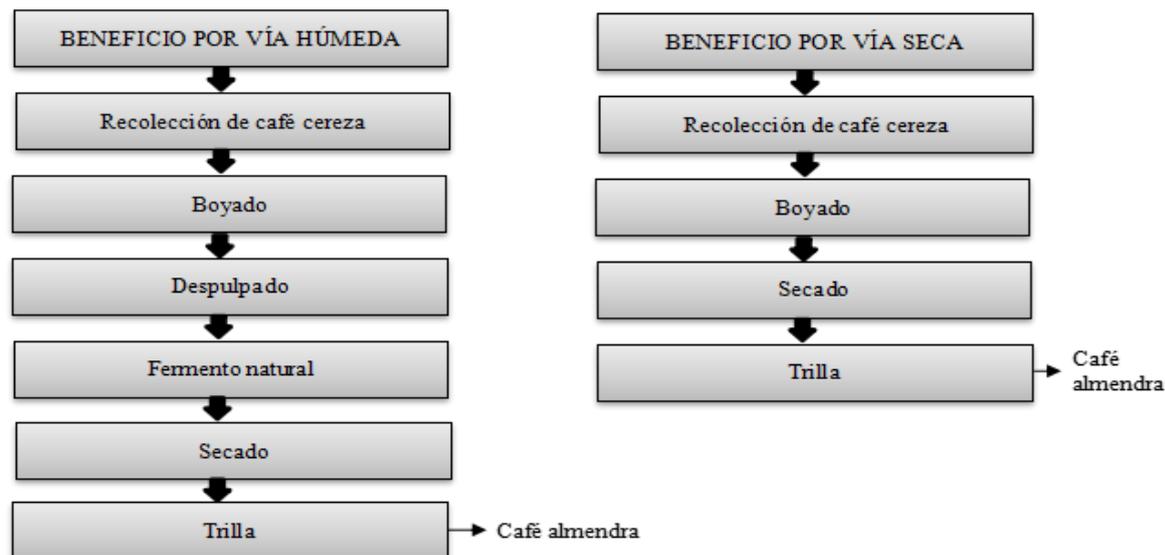
Además de las características físicas, se analizaron tres parámetros químicos fundamentales: grados Brix, pH y conductividad eléctrica. Para ello, se utilizó una técnica de maceración en la que los granos fueron triturados con un mortero para extraer el mucílago en forma líquida. Los grados Brix fueron determinados utilizando un refractómetro digital (BOECO GERMANY). El pH fue medido con un multiparámetro (STRIRRER PL-700PC). Asimismo, la conductividad, también fue evaluada para analizar la capacidad del grano para transportar iones. Todos los análisis fueron realizados por triplicado con el fin de mejorar la precisión y confiabilidad de los resultados.

Obtención del beneficio del café

Se empleó tres variedades de café para su procesamiento mediante el método de beneficio húmedo y seco.

Figura 1

Procesos de beneficios utilizados para la obtención de almendra



Nota: (Autores, 2024).

Determinación de humedad

Las muestras de los dos beneficios de café pergamino fueron trasladadas a un cuarto de secado, donde se mantuvo una temperatura controlada de 35 °C por 4 días hasta llegar a la humedad de 10 a 12%.

Se seleccionaron muestras uniformes con un peso aproximado de 10 gramos. Estas muestras se colocaron en recipientes de aluminio y se sometieron a un secado adicional a 105 °C en la termobalanza (BOECO BMA-150), de acuerdo con la norma ISO 6673. La termobalanza registró automáticamente la pérdida de masa durante el secado, permitiendo calcular con precisión el porcentaje de humedad residual en las muestras.

Porcentaje de almendra sana

Para seleccionar el proceso de beneficio, se consideró el porcentaje de almendra sana de café. Este indicador refleja que, a mayor cantidad, mayor será el rendimiento del beneficio. Por lo tanto, este estudio trabajó exclusivamente con el proceso de beneficio que presentó el mayor porcentaje.

Cálculo del porcentaje de almendra sana. Tras el pesaje, se calculó la muestra utilizando la fórmula establecida por el departamento de Caldas de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, la cual es la siguiente:

Ecuación 1: Porcentaje de almendra sana

$$\% \text{ Almendra sana} = \frac{\text{Gramos de almendra sana}}{250 \text{ gramos de café pergamino seco}} \times 100$$

Donde:

Gramos de almendra sana= corresponde al peso total de los granos que no presentaban defectos. 250 gramos de café pergamino seco= corresponde a la muestra estándar utilizada en el estudio.

Estandarización de tres grados de tueste

El café que obtuvo mayor porcentaje de almendra sana fue el que se eligió para el proceso de estandarización de tueste. A partir de estos resultados, se continuo la investigación utilizando el método de beneficio húmedo.

Se establecieron tres grados de tueste (claro, medio y oscuro) en las tres variedades de café. Para cada una, se utilizaron muestras de 250 gramos sometidas a un proceso de tueste en condiciones controladas, con una presión constante de 170 Pa y una temperatura uniforme de 180 °C, con ayuda de una tostadora de café (Quantik Ref JD – PRIMO A). Y así se registraron los cambios de color y olor característicos del café en cada fase del tostado.

Pruebas sensoriales

Prueba de aceptación con escala hedónica

Se llevó a cabo con la participación de 100 consumidores. De estos, el 50% (50 personas) eran propietarios o responsables de cafeterías, mientras que el 50% restante eran consumidores seleccionados a través de una encuesta previa que determinó su interés en el café. Para ello, se empleó una proporción de 8 gramos de café molido por cada 150 ml de agua,

siguiendo las recomendaciones establecidas en los protocolos de Specialty Coffee Association (SCA).

Se realizó una prueba sensorial en tres sesiones independientes, cada una dedicada a evaluar diferentes grados de tostado (claro, medio y oscuro). Cada sesión incluyó catas de las tres variedades de café. Se evaluaron los siguientes atributos; aroma, color y sabor. Para ello, se empleó una escala hedónica de 9 puntos, la cual se describió de la siguiente manera: 1: Me disgusta extremadamente, 2: Me disgusta mucho, 3: Me disgusta moderadamente, 4: Me disgusta levemente, 5: No me gusta ni me disgusta, 6: Me gusta levemente, 7: Me gusta moderadamente, 8: Me gusta mucho, 9: Me gusta extremadamente

Prueba descriptiva: Perfil de sabor

Se realizó con un panel de 7 catadores profesionales certificados como Q-Grader, siguiendo los protocolos de la asociación, SCAA (Specialty Coffee Association of America), Para la preparación de la infusión, se utilizó una proporción de 1:15 (café-agua) y agua purificada, a una temperatura de 95 °C durante 4 minutos.

Cada catador llevó a cabo una cata a ciegas de las 9 muestras de café en tres secciones, evaluando en función de los atributos de fragancia, sabor, post gusto, acidez, cuerpo, uniformidad, balance, taza limpia, dulzor y la presencia de defectos. Cada atributo se puntuó en una escala de 1 a 10, donde 1 representa una calidad muy baja y 10 una calidad excepcional. Los resultados de la evaluación sensorial se presentaron en forma de tablas y gráficos, destacando las mayores puntuaciones.

Resultados

1.1.Fase 1: Caracterización fisicoquímica de los granos de café

Tabla 1

Evaluación de características fisicoquímicas de los granos de café cereza

Variedad	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	°Brix (%)	pH	Conductividad (μS)
Napopayamino	3,45±0,65 a	12,05±1,73 a	11,50±0,47 a	5,71±0,06 a	3,87±0,15 b
Ecorobusta	3,20±0,73 a	11,16±1,61 a	5,90±0,35 b	5,06±0,03 b	3,07±1,68 b
onilón	3,07±0,70 a	11,43±1,89 a	6,40±0,26 b	5,16±0,32 b	8,04±0,56 a

Nota: a-b: Diferente letra en la misma columna indica hay diferencia significativa ($P<0.05$). Los valores indican como la media \pm desviación estándar ($n = 3$). (Autores 2024).

En la tabla 1, se observa que en el diámetro y longitud no existen diferencias significativas, sin embargo, las medias indican que Napopayamino alcanzó el mayor promedio. Asimismo, esta variedad obtuvo mayor porcentaje en Brix y pH a diferencia de las otras. Por otro lado, la variedad Conilón destacó la mayor concentración de compuestos iónicos.

1.2.Fase 2: Métodos de beneficios utilizados

En la Figura 2, se presenta el aspecto visual de los granos de café procesados mediante dos métodos de beneficio. En la fila A, se observa el resultado del beneficio húmedo, mientras que en la fila B se aprecia el aspecto de los granos procesados con el beneficio seco.

Figura 2

Aspecto del grano conforme a los beneficios utilizados



Nota: A. Beneficio húmedo. B. Beneficio seco (Autores, 2024).

1.3.Fase 3: Porcentaje de almendra sana

Tabla 2

Tabla de porcentaje de almendra sana beneficio húmedo y beneficio seco

	Beneficio húmedo	Beneficio seco
Variedad	Almendra sana (%)	Almendra sana (%)
Ecorobusta (EC)	75,508	58,02
Conilón (CN)	79,604	57,156
Napopayamino (NP)	77,384	55,432

Nota: Autores (2024).

Figura 3

Defectos del café gran



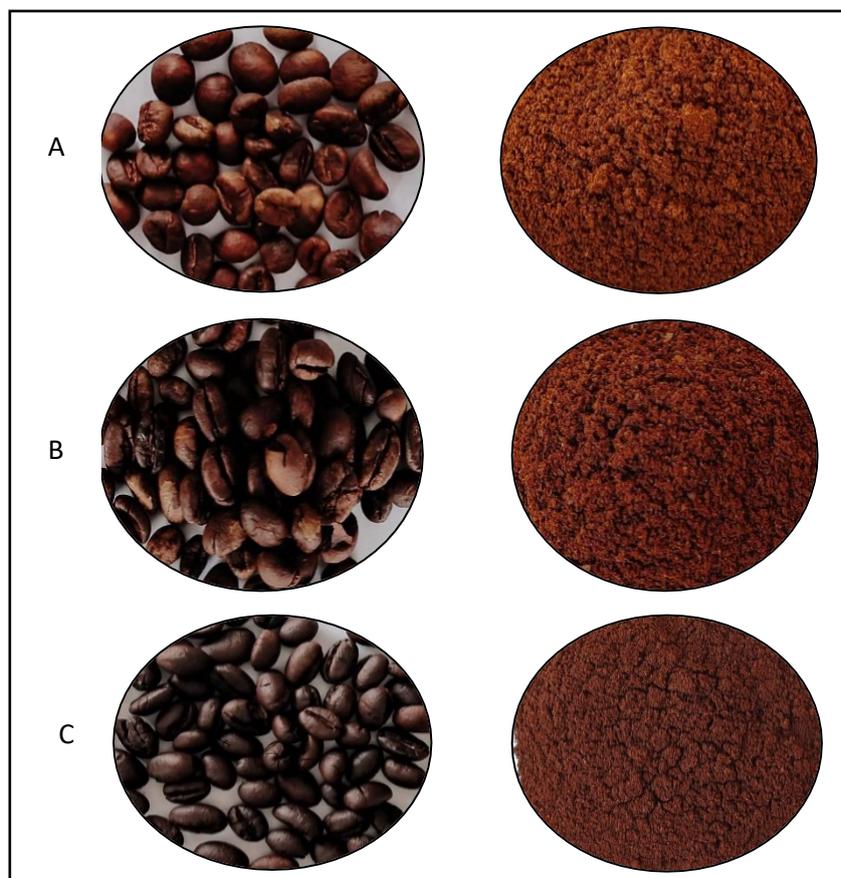
Nota: A. Brocado. B. Negro. C. Decolorado. (Autores, 2024).

Los resultados presentados en la tabla 2, muestra que el proceso de beneficio húmedo permite conservar una mayor cantidad de almendras sanas en todas las variedades analizadas, en comparación con el beneficio seco donde se observa una reducción significativa de este factor. En base a estos resultados se pudo definir que el café obtenido por vía húmeda tendría que pasar a la fase de tostado para poder ser evaluado sensorialmente.

1.4.Fase 4: Estandarización de tueste

Después de dos semanas de pruebas y ajustes, se estableció el siguiente proceso estandarizado, el cual se detalla en la Tabla 3 y se ilustra en la Figura 4.

Figura 4
Muestras de café tostado



Nota: A. Tueste claro. B. Tueste medio. C. Tueste oscuro. (Autores, 2024).

Tabla 3
Tiempos de tueste según el grado y variedad

Variedades	Grados de tueste		
	Claro (min)	Medio (min)	Oscuro (min)
Ecorobusta	10	20	30
Conilón	8	14	24
Napopayamino	8	16	27

Nota: Autores (2024).

1.5.Fase 5: Análisis prueba consumidores y catadores Q-grader

Variedad Ecorobusta

Tabla 4

Resultados del análisis sensorial consumidor en función del grado de tueste

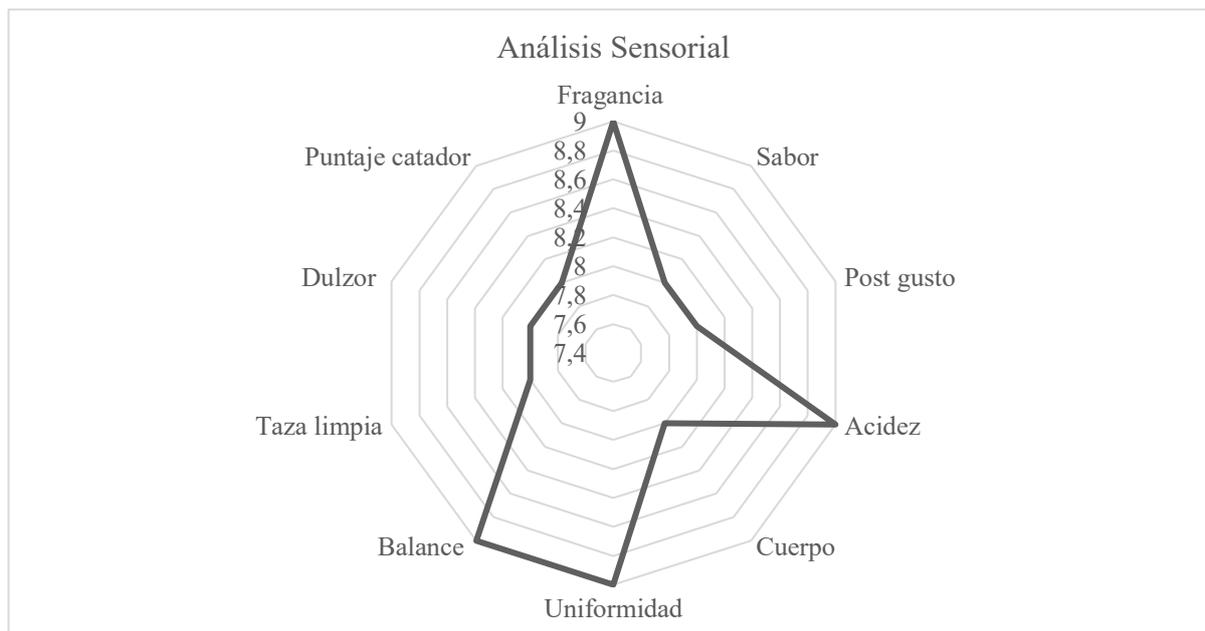
Ecorobusta	Aroma Media ± DE	Color Media ± DE	Sabor Media ± DE
TC	6,55 ± 1,78 b	6,61 ± 1,53 a	6,08 ± 1,87 b
TM	7,05 ± 1,60 a	6,80 ± 1,60 a	7,13 ± 2,25 a
TO	6,32 ± 1,93 b	6,57 ± 1,93 a	5,83 ± 2,22 b
CV (%)	26,78	24,86	33,43

Nota: CV: Coeficiente de variación; a-b: Diferente letra en la misma columna indica hay diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05); TC: Tueste claro; TM: Tueste medio; TO: Tueste oscuro (Autores, 2024).

En la tabla 4, se presenta los resultados de la variedad Ecorobusta, en donde el TM muestra una diferencia significativa en aroma y sabor, mientras que en color no existe una diferencia significativa entre tratamientos. Esto subraya que el grado del TM fue más apreciado por parte de los consumidores.

Figura 5

Perfil de taza para la muestra Ecorobusta, tueste medio



Nota: Autores (2024).

La figura 5 presenta el análisis sensorial de este perfil donde la fragancia destacó como el atributo más apreciado, con una puntuación de 9, indicando una fragancia notablemente

intensa y agradable. Así mismo la acidez obtuvo una calificación de 9 reflejando un nivel equilibrado y placentero. La uniformidad y el balance también alcanzaron puntuaciones de 9, evidenciando la consistencia del café durante la prueba y el equilibrio armónico de sus atributos. Su perfil de sabores incluye notas de frutos secos, cereales, caramelo, chocolate negro, té verde, cítrico y un cuerpo ligero.

Variedad Conilón

Tabla 5

Resultados del análisis hedónico de los atributos de la variedad Conilón en función del grado de tueste.

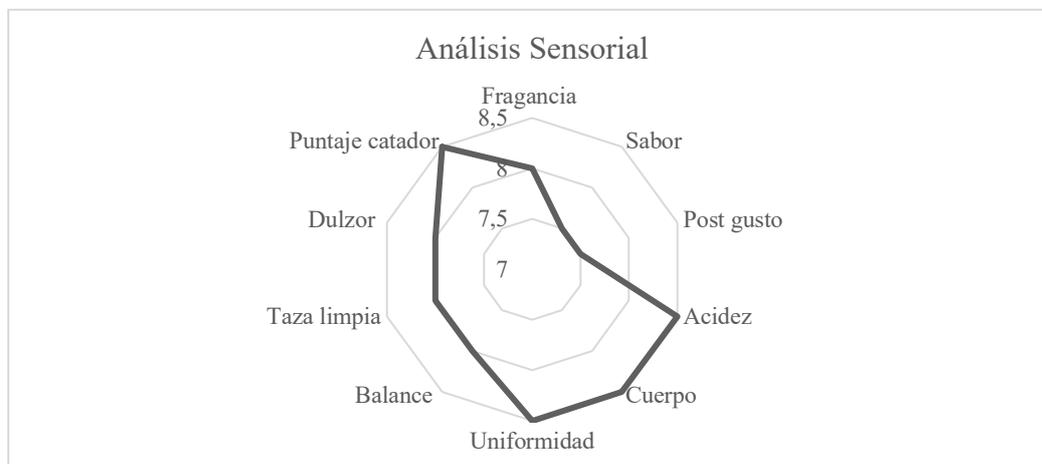
Conilón	Aroma Media ± DE	Color Media ± DE	Sabor Media ± DE
TC	5,96 ± 1,83 a	5,97 ± 1,93 a	5,76 ± 1,93 a
TM	6,18 ± 1,59 a	6,13 ± 1,66 a	5,49 ± 1,79 a
TO	6,23 ± 1,75 a	6,24 ± 1,64 a	5,99 ± 1,77 a
CV (%)	27,99	28,67	32,06

Nota: CV: Coeficiente de variación; a-b: Diferente letra en la misma columna indica hay diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05); TC: Tueste claro; TM: Tueste medio; TO: Tueste oscuro (Autores, 2024).

En esta variedad, los consumidores tabla 5, no lograron percibir diferencias significativas en los atributos evaluados lo que sugiere que el nivel de tueste no influye de manera relevante en la percepción sensorial. Sin embargo, en el tueste oscuro las medias mostraron una ligera variación en los atributos de aroma 6,23 y color 6,24, indicando una leve preferencia por estos aspectos.

Figura 6

Perfil de taza para la muestra Conilón, tueste claro.



Nota: Autores (2024).

La Figura 6 muestra el perfil de taza para esta variedad con tueste claro, mediante un gráfico radar, el cual ilustra el análisis sensorial de diversos atributos evaluados. Entre los atributos destacados, la fragancia es el más alto, con un valor de 8.6, seguido por el puntaje catador y el sabor, con valores cercanos a 8.4 y 8.2, respectivamente. Estos resultados sugieren que el tueste claro resalta atributos positivos como la fragancia y el sabor, que son altamente apreciados. En cuanto a los atributos moderados, el dulzor, balance y taza limpia presentan valores entre 7.6 y 7.8. Por otro lado, la uniformidad y el cuerpo muestran los valores más bajos, entre 7.2 y 7.4.

Variedad Napopayamino

Tabla 6

Resultados del análisis hedónico de los atributos en función del grado de tueste.

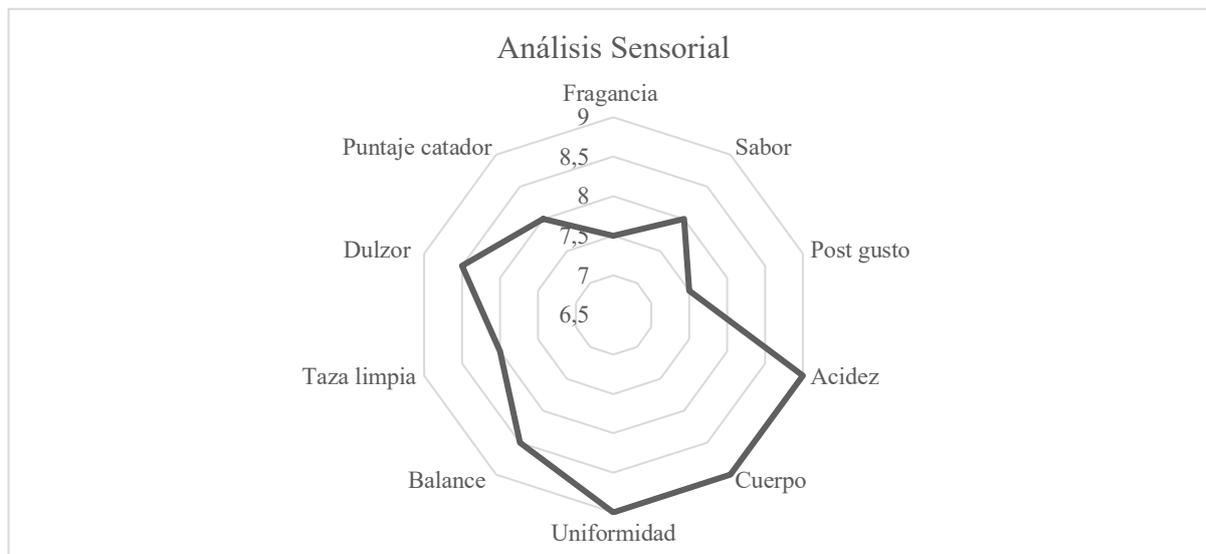
Napopayamino	Aroma Media ± DE	Color Media ± DE	Sabor Media ± DE
TC	6,24 ± 1,81 a	6,22 ± 1,86 a	6,51 ± 1,90 a
TM	6,19 ± 1,79 a	5,60 ± 1,74 b	5,60 ± 2,05 b
TO	7,00 ± 1,61 b	6,97 ± 1,57 c	6,55 ± 1,83 b
CV (%)	26,9	27,7	31,11

Nota: CV: Coeficiente de variación; a-b: Diferente letra en la misma columna indica hay diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$); TC: Tueste claro; TM: Tueste medio; TO: Tueste oscuro (Autores, 2024).

Según los consumidores el tueste oscuro, como se muestra en la tabla 6, fue el más valorado en todos los atributos evaluados, presentando diferencias significativas en comparación con otros grados de tueste. Obtuvo puntajes de medias de 7,00 en aroma, lo que indico que fue moderadamente apreciado y 6.97 en color, con una leve preferencia. Para el tueste oscuro también conocido como Vienés, italiano o continental, se logra entre los 12-13 min.

Figura 7

Perfil de taza para la muestra Napopayamino, tueste claro.



Nota: Autores (2024)

En esta variedad, los catadores Q-grade seleccionaron el tueste claro identificando un perfil de sabor con notas de nueces, almendras, vainilla, caramelo, frutos rojos, té negro, acidez málica y un cuerpo ligero. A partir, de este perfil se realizó un análisis sensorial detallado representado en la figura 7. En este análisis la fragancia destacó como el atributo más apreciado con una calificación de 9, valorada por su intensidad sobresaliente. En contraste, el cuerpo obtuvo la puntuación más baja con 6,5 lo que reflejó una densidad menos pronunciada.

Discusión**Fase1: Caracterización fisicoquímica de los granos de café**

Los resultados obtenidos en la tabla indican que la variedad Napopayamino posee el mayor diámetro promedio de grano (3,45 mm), longitud de 12,05 mm, sin diferencias significativas con las otras variedades, lo cual podría estar relacionado con factores genéticos y las condiciones agroecológicas en las que se cultivan. Estudios previos evidencian que la

altitud, las condiciones climáticas influyen considerablemente en el tamaño del grano (Muñoz-Belalcázar et al., 2021).

Además, esta variedad presentó 11,50 °Brix con un mayor contenido de sólidos solubles que está asociado con una mejor calidad sensorial del café (Chávez Rafael & Ordoñez Gómez, 2021). Asimismo, el pH más alto fue (5,71), lo cual sugiere un grano de mayor tamaño, con un perfil de sabor más dulce y una acidez moderada. Por otro lado, Ecorobusta mostró un diámetro intermedio (3,20 mm) y una longitud de 11,16 mm, pero exhibe el menor contenido en °Brix (5,90) y un pH de (5,06) que indica una mayor acidez en comparación a las otras variedades. Finalmente, Conilón aunque presenta los valores más bajos de diámetro (3,07mm) y longitud (11,43mm), tiene la mayor concentración de conductividad (8,04 uS), lo cual sugiere mayor compuestos iónicos. Sin embargo, aunque Conilón mostró dimensiones menores en el grano, la mayor concentración de compuestos iónicos podría influir positivamente en la percepción de robustez y textura en boca, como señalan estudios previos (Chávez Rafael & Ordoñez Gómez, 2021) sobre la influencia de compuestos minerales en la calidad del café.

Fase 2: Métodos de beneficios utilizados y porcentaje de almendra sana.

La variable "almendra sana" se refiere a la cantidad de café libre de defectos físicos, y el valor promedio debe ser superior al 75% para indicar buena calidad (Pabón et al., 2021). Estos hallazgos indican que el beneficio húmedo, con porcentajes superiores al 75% en cada variedad, es más eficiente para preservar la calidad física de las almendras, mientras que el beneficio seco podría estar asociado con un mayor nivel de daño en las mismas. En cuanto a variedades, Conilón obtuvo mayor rendimiento, con un 79,60% en relación a las otras variedades.

Fase 5: Análisis prueba consumidores y catadores Q-grader

En la variedad Ecorobusta los consumidores tabla 4, mostraron una clara preferencia por el tueste medio, según las medias se obtuvo 7,05 en aroma y 7,13 en sabor en la escala

hedónica lo que indicó un nivel moderado de agrado. El tueste medio destacó por su capacidad de equilibrar los atributos sensoriales del café, lo que lo convierte en opción preferida para un amplio espectro de consumidores. Este nivel de tueste mantiene una acidez moderada y notas frutales o florales del grano, mientras desarrolla dulzor y cuerpo suficiente para lograr un perfil armonioso. Esta interacción equilibrada entre acidez, dulzor y amargor genera una experiencia sensorial accesible y placentera para la mayoría de los consumidores (Pabón & Osorio, 2019).

Por otra parte, los otros estudios (Ilze & Kruma, 2019) refuerzan esta preferencia al destacar que los consumidores valoran especialmente la complejidad sensorial y el equilibrio característico del tueste medio. Este perfil no solo minimiza la percepción de amargor, sino que también ofrece una mayor intensidad aromática, factores que contribuyen a su popularidad y aceptación generalizada ofreciendo una experiencia sensorial versátil.

Al analizar los resultados, por parte de los catadores destacaron el tueste medio destaca su capacidad para desarrollar un cuerpo más robusto que el tueste claro, sin comprometer la complejidad aromática inherente al café (Yeager et al., 2023). Este nivel de tueste ofrece un equilibrio óptico entre acidez, dulzor y amargor logrando un perfil sensorial combinando accesibilidad y profundidad. Esta armonía lo convierte en una elección popular entre los catadores quienes aprecian su capacidad para preservar una alta gama de compuestos aromáticos. Como resultado el tueste medio proporciona una experiencia olfativa, rica y variada, sin los matices pesados o amargos asociados a los tuestes oscuros. Por su parte, el tueste medio enaltece las propiedades intrínsecas del grano, permitiendo que sabores como frutos secos, cacao, caramelo y otras notas naturales se expresan de manera equilibrada (de Freitas et al., 2020). Este enfoque logra resaltar tanto la complejidad como la claridad del perfil sensorial destacando el carácter único del café sin enmascarar sus cualidades esenciales.

En la variedad Conilón, la percepción sensorial de los consumidores frente a distintas variedades de café y niveles de tueste ha sido objeto de diversos estudios, destacándose como un área de interés en la evaluación de preferencias de consumo (Caudillo et al., 2024).

En este caso, la incapacidad de los consumidores para identificar diferencias significativas en los atributos evaluados podría sugerir que el nivel de tueste no representa un factor determinante en ciertos contextos sensoriales. Este hallazgo coincide con investigaciones previas que apuntan a que los consumidores no entrenados suelen centrarse en atributos globales, como intensidad general de sabor, más en características específicas. En el tueste claro los catadores identificaron un perfil de sabor con notas cereal, frutos secos, chocolate, malta, agridulce, naranja, cítrico y cuerpo medio. A partir de estos atributos se elaboró el perfil de taza representado en la Figura 6, que destacó las características claves del café, la fragancia y el sabor obtuvieron una calificación de 8 lo que reflejó una experiencia olfativa y gustativa notablemente agradable. Un estudio (El-Ramady et al., 2018) afirma que la fragancia de café Conilón está relacionada con su composición química distintiva que incluye ácidos clorogénicos, lípidos, ésteres y cetonas. Estos elementos se conservan mejor en un tueste claro, que minimiza la degradación térmica y resalta notas aromáticas naturales, como herbales, cítricas y de rosas. Este perfil contrasta con los tuestes oscuros que intensifican otros aspectos, pero reducen la diversidad aromática. Además, la composición genética y la resistencia del Conilón a condiciones ambientales extremas favorecen la acumulación de metabolitos secundarios que enriquecen su aroma, diferenciándolo de otras variedades como el café Arábica, con perfiles más florales y afrutados. Factores agronómicos como el terroir, las prácticas de cultivo y la altitud también influyen en los precursores aromáticos que potencian el tueste.

En la variedad Napopayamino, el tueste oscuro fue más aceptado por parte de los consumidores, donde obtuvo una diferencia significativa en aroma y color. Según (Huaccha

Celinda, 2016) cuando los granos comienzan a sisear y tronar por segunda vez, liberan aceites que aportan un ligero brillo. En este nivel de tueste se desarrolló un nivel más pronunciado, aunque se pierde algo de aroma en favor de un mayor dulzor. Este tipo de tueste suele ofrecer un sabor más audaz y rico, con notas predominantes del proceso de tostado, además, un tueste oscuro tiende a tener un contenido de cafeína más bajo en comparación con un tueste más claro. Por parte de los catadores en esta variedad el tueste claro fue más apreciado. Se dice que los tuestes claros la intensidad y calidad de la fragancia suele ser elevadas, ya que se conserva compuestos volátiles que se pierde en niveles de tuestes más oscuros. La fragancia es un aspecto clave en la evaluación sensorial inicial pues tiene un impacto significativo en la percepción del consumidor en la calidad del café (Gloess et al., 2013).

Conclusión

El método de beneficio húmedo demuestra ser más eficiente en la obtención de grano verde ya que se obtuvo porcentajes superiores al 75% en las tres variedades. El tiempo para obtener el tueste claro para las variedades de Conilon y Napopayamino fue de 8 minutos, este tueste es también el más valorado por parte de los catadores en estas variedades, ya que tienen puntajes arriba de 8 en atributos de uniformidad, cuerpo y acidez. En cuanto al tueste medio el tiempo es de 20 minutos para Ecorobusta y es esta variedad la que coincide en aceptabilidad de consumidores y valoraciones de 9 por parte de los catadores en atributos de balance, uniformidad, acidez y fragancia. Finalmente, para el tueste oscuro el tiempo es de 24 minutos para Conilón y 27 minutos para Napopayamino este grado fue el más aceptado por consumidores en estas variedades. El proceso de tostado tiene un impacto significativo en la calidad sensorial del café, afectando atributos como la fragancia, sabor, post gusto, acidez, cuerpo, uniformidad, balance, taza limpia y dulzor.

Referencias bibliográficas

- Alberto Duicela Guambi, L., Andrade Moreano, J., & Sofía Farfán Talledo, D. (2018). Calidad organoléptica, métodos de beneficio y cultivares de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) en la amazonía del Ecuador. <https://www.redalyc.org/articulo.oa>
- Alberto Duicela, L., Enrique Guamán, J., Sofía Farfán, D., Paúl Chilán, W., & Enrique Guamán Diana Sofía Farfán, J. (2020). Poscosecha y calidad del café robusta Poscosecha y calidad del café robusta Poscosecha y calidad del café robusta.
- Caudillo, O., Cárdenas, A., & Vázquez, G. (2024). Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos Análisis comparativo del contenido de cafeína del café tostado bajo diferentes métodos de preparación (Vol. 9, Issue 1).
- Chávez Rafael, A. A., & Ordoñez Gómez, E. S. (2021). Influence of altitude on the quality and thermal stability of beans of *Coffea arabica* L. *Agroindustrial Science*, 11(1), 7–16. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.01>
- El-Ramady, H., Abdalla, N., Alshaal, T., El-Henawy, A., Elmahrouk, M., Bayoumi, Y., Shalaby, T., Amer, M., Shehata, S., Fári, M., Domokos-Szabolcsy, É., Sztrik, A., Prokisch, J., Pilon-Smits, E. A. H., Pilon, M., Selmar, D., Haneklaus, S., & Schnug, E. (2018). Plant Nano-nutrition: Perspectives and Challenges (pp. 129–161). https://doi.org/10.1007/978-3-319-70166-0_4
- Freitas, A. F., Silva Nadaleti, D. H., de Oliveira Silveira, H. R., Carvalho, G. R., Venturin, R. P., & Silva, V. A. (2020). Productivity and Beverage Sensory Quality of Arabica Coffee Intercropped with Timber Species. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 55, 1–10. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.PAB2020.V55.02240>
- Gloess, A. N., Schönbacher, B., Klopprogge, B., D'Ambrosio, L., Chatelain, K., Bongartz, A., Strittmatter, A., Rast, M., & Yeretian, C. (2013). Comparison of nine common coffee extraction methods: Instrumental and sensory analysis. *European Food Research and Technology*, 236(4), 607–627. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-1917-x>
- Huaccha Celinda. (2016). Efecto del grado de tostado en el contenido de polifenoles totales, actividad antioxidante y calidad en taza del café, variedad Typica y Bourbon.
- Ilze, L., & Kruma, Z. (2019). Influence of the roasting process on bioactive compounds and aroma profile in specialty coffee: a review. 7–12. <https://doi.org/10.22616/FoodBalt.2019.002>
- Jiménez Buri, K. A., Quezada, J. M., & Vega Granda, A. del C. (2023). Análisis de las exportaciones del café en el Ecuador, periodo 2017-2021. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 6166–6184. https://doi.org/10.37811/cl_rem.v7i1.4909
- Márquez-Romero, F. R., Huamán, S., Carrión Sánchez, H. M., Peña Valdeiglesias, J., & Cabrera Márquez, S. (2020). Caracterización de la calidad física y sensorial de café de Cirialo – La Convención Cusco-Perú. *TAYACAJA*, 3(2). <https://doi.org/10.46908/rict.v3i2.106>
- Muñoz-Belalcazar, J. A., Benavides-Cardona, C. A., Lagos-Burbano, T. C., & Criollo-Velázquez, C. P. (2021). Agronomic management on the yield and quality of coffee (*Coffea arabica*) Castillo variety in Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 750–763. <https://doi.org/10.15517/AM.V32I3.44403>

- Pabón, J., & Osorio, V. (2019). Factores e indicadores de la calidad física, sensorial y química del café.
- Pabón, J., Osorio, V., & Imbachi, L. C. (2021). Calidad física, sensorial y composición química del café cultivado en el Oriente del departamento de Caldas. *Revista Cenicafé*, 72(2), e72202. <https://doi.org/10.38141/10778/72202>
- Pazmiño-Arteaga, J. D., & Ruiz-Márquez, A. F. (2023). Sensorial and Aromatic Volatile Compounds Evaluation of Coffee (*Coffea Arábica* Var. Caturra Chiroso) from Three Geographical Origins of Antioquia. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 24(1). https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL24_NUM1_ART:2846
- Toapanta Añarumba, J. R., Quinatoa Lozada, E. F., Luna Murillo, R. A., & Macias Pettao, R. K. (2023). Producción de café (*coffea canephora* p.) en el subtrópico ecuatoriano en respuesta a diferentes niveles de fertilización inorgánica-orgánica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 2750–2761. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4623
- Yeager, S. E., Batali, M. E., Guinard, J. X., & Ristenpart, W. D. (2023). Acids in coffee: A review of sensory measurements and meta-analysis of chemical composition. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Vol. 63, Issue 8, pp. 1010–1036). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1957767>