

Recibido: 8/noviembre/2024 Aceptado: 27/marzo/2025

Evaluación de la concentración de cafeína y la calidad de tres variedades de café robusta (Original)**Evaluation of caffeine concentration and quality of three robusta coffee varieties (Original)**

Mónica Gavilánez Freire. *Estudiante de la Carrera de Agroindustria. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Ecuador.* [monica.gavilanez3847@utc.edu.ec]
 [<https://orcid.org/0009-0007-0947-1748>]

Kevin Marcalla Poco. *Estudiante de la Carrera de Agroindustria. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Ecuador.* [kevin.marcalla1986@utc.edu.ec]
 [<https://orcid.org/0009-0009-1310-4144>]

Tatiana Gavilánez Buñay. *Magister en Agroindustrias. Profesor a tiempo completo. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Ecuador.* [tatiana.gavilanez@utc.edu.ec]
 [<https://orcid.org/0000-0002-7422-3122>]

Resumen

Las condiciones, variedad y grado de madurez del grano definen, en gran medida, la calidad del café. De ahí que, para evaluar el efecto de la variedad y el grado de maduración del grano en calidad del café robusta (*Coffea Canephora*) en condiciones, del Centro Experimental Sacha Wiwa, la Maná, Ecuador, se siguió un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial 3 x 4, tres variedades de café (Napopayamino, Ecu Robusta y Conilón) y cuatro grados de madurez del grano (verde-amarillo, pintón, maduro y sobremaduro). Para ello se determinaron la humedad, materia seca, Brix, pH, conductividad, TDS y peso de 100 granos. Fue mejor la variedad Ecu Robusta y granos verde-amarillo, maduro, pintón y sobremaduros con 1030 mg/L, 75.91%, 194.27g, 4.87 ° y 1615 $\mu\text{s cm}^{-1}$ /g MS y la materia seca con 29.91% con napopayamino con madurez verde-amarillo, para las características fisicoquímicas de las cerezas; el grano seco presenta los mayores valores para el brix para la variedad Conilón con 1.20 °, mientras que para TDS, conductividad y cafeína fue la variedad Napopayamino con 866.67 mg/L, 1308.67 $\mu\text{s cm}^{-1}$ /g MS y 10.26 mg/L. Se concluye, que se ha evidenciado el efecto de la variedad y grado de madurez del grano en la calidad del café, con los mejores resultados para las características fisicoquímicas de las cerezas y grano seco.

Palabras clave: calidad de café; características físico-químicas; grado de madurez; maduración



Abstract

The conditions, variety and degree of maturity of the grain largely define the quality of the coffee. Therefore, to evaluate the effect of the variety and degree of maturity of the grain on the quality of robusta coffee (*Coffea Canephora*) under conditions of the Sacha Wiwa Experimental Center, La Maná, Ecuador. A completely randomized design with a 3 x 4 factorial arrangement was followed, three coffee varieties (Napopayamino, Ecu Robusta and Conilón) and four degrees of grain maturity (green-yellow, pintón, ripe and overripe). For this, humidity, dry matter, Brix, pH, conductivity, TDS and weight of 100 grains were determined. Where the Ecurobusta variety and green-yellow, ripe, pintón and overripe beans were better with 1030 mg/L, 75.91%, 194.27g, 4.87 ° and 1615 μ s cm⁻¹ /g DM and dry matter with 29.91% with napopayamino with green-yellow maturity, for the physicochemical characteristics of the cherries; while for the dry grain, with the highest values for the brix for the Conilón variety with 1.20 °, while for TDS, conductivity and caffeine it was the Napopayamino variety with 866.67 mg/L, 1308.67 μ s cm⁻¹ /g DM and 10.26 mg/L. It is concluded that the effect of the variety and degree of maturity of the bean on the quality of the coffee has been evidenced, with the best results for the physicochemical characteristics of the cherries and dry grain.

Keyword: coffee quality; physical-chemical characteristics; degree of maturity; maturation

Introducción

El café tiene gran importancia económica a nivel mundial: sus semillas, tostadas, molidas y en infusión, constituyen la bebida no alcohólica más consumida actualmente. En Ecuador, se distribuye en todo el país, desde la Amazonía hasta la región andina y costera, encontrándose en 23 de las 24 provincias del país (Sánchez et al., 2018). Se cuenta con 34931 ha cultivadas, de las cuales el 68 % de esta área corresponde a la especie *Coffea arábica* y el 32 % a *Coffea canephora* (Álvarez-Lino et al., 2023).

Gracias a su localización geográfica, se genera uno de los mejores cafés de América del Sur y de los más demandados en el continente europeo. Los ecosistemas que tiene Ecuador permiten que los cultivos de café se logren establecer en cada una de las zonas y microrregiones del territorio. El sector cafetalero ecuatoriano tiene varias fortalezas como la amplia diversidad de agro ecosistemas, muchos de ellos con aptitudes para producir café fino tipo “gourmet”, la capacidad instalada de la industria del café con una alta demanda de materia prima, la disponibilidad de tecnología apropiada, la consolidación de gremios de productores, una elevada



población trabajadora vinculada a la caficultura y el apoyo de varias instituciones nacionales y de la cooperación internacional a las organizaciones de caficultores en el proceso de construcción de alternativas sustentables (Yosa & Regalado, 2021).

Se han estudiado aspectos diferenciales en manejo agronómico, condiciones ambientales, sistemas de producción, manejo de cosecha y poscosecha, entre otros, sobre la determinación de sus efectos en el rendimiento y calidad del grano, pero aún se desconocen con exactitud los factores que influyen en la permanencia de la calidad del grano; esto se debe posiblemente a la diversidad de ambientes en los que se produce el cultivo de café. Otros atribuyen, de forma general, la obtención de granos de calidad a la exposición de factores climáticos como la altitud de producción, condiciones agroecológicas del cultivo, variedad sembrada, densidad de siembra, condiciones fitosanitarias, nutrición del cultivo, proceso de beneficio, y pos cosecha, los cuales pueden influir significativamente en la composición bioquímica, calidad física y organoléptica de la taza de café (Muñoz-Belalcazar et al., 2021).

Se ha comprobado que, al disminuir la temperatura por efectos de la altitud, se prolonga el proceso de maduración de la cereza, lo que favorece el llenado, peso de grano y mayor calidad de taza, como resultado de la lenta maduración del grano, además de ser un factor reconocido en los mercados internacionales. Esta situación no ha permitido establecer con claridad requerimientos y modelos estandarizados que permitan alcanzar en forma continua, niveles de calidad que puedan ser sostenibles en el tiempo y lograr así estándares requeridos por los mercados especializados de manera estable (Barrera et al., 2019).

El procesamiento postcosecha define en gran medida la calidad del café, fundamentalmente en tres procesos: Seco o Natural, Beneficio Húmedo y Semiseco o *Honey*. En el beneficio semiseco, la pulpa de la fruta es totalmente eliminada, dejando el grano cubierto con el mucílago, que se adhiere al grano durante el proceso de secado al sol o bajo techo (Parra et al., 2020). La bebida obtenida por esta ruta es suave, con intensos tostados, afrutados o aromas herbáceos dulces, amargor moderado, agradable acidez y una taza limpia. Sin embargo, si hay fallas en el despulpado, procesos de fermentación y secado del grano, la taza puede tener defectos como fermento, rancio, vinagre, mohoso, fenólico, terroso y sucio (Martínez et al., 2022). Por lo que el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la variedad y el grado de maduración del grano en calidad del café robusta (*Coffea Canephora*) en condiciones del Centro Experimental Sacha Wiwa, la Maná, Ecuador.



Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Centro Experimental Sacha Wiwa perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná, ubicado en el sector de Guasaganda, Ecuador, a una altura de 200 a 1150 m.s.n.m. Se tomaron tres muestras de café de cada una de las variedades (Napopayamino, Ecu Robusta y Conilón) de *Coffea Canephora*. Luego se realizaron los análisis físico-químico de los granos de café cerezo y tostado y finalmente, la determinación de cafeína.

Tratamientos y diseño experimental: el diseño experimental que se utilizó para valorar los métodos de beneficio fue de diseño completamente aleatorio con arreglo factorial 3 x 4, tres variedades de café (Napopayamino, Ecu Robusta y Conilón) y cuatro grados de madurez del grano (verde-amarillo, pintón, maduro y sobremaduro) compuesto por 12 tratamientos y tres repeticiones.

Manejo experimental: se procedió a realizar esta actividad, diferenciando granos verde-amarillo, pintones, maduros y sobremaduros. Se cosechó un total de 72 libras de cerezas, ese mismo día, en el Centro Experimental Sacha Wiwa, perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná, Ecuador. Para la selección de estos granos se utilizó la escalade Pantone que se muestra en la siguiente figura.



Figura 1. Escala de Pantone para la selección del grano

Estado	Edad del Fruto (ddf)	Escala de Color Visual
 VERDE 1	182	Color verde oscuro
 VERDE 2	186	Color verde oscuro
 VERDE 3	189	Coloración verde oscura brillante
 VERDE AMARILLO	203	Coloración verde con tonalidades amarillas
 PINTON	210	Coloreado predominantemente. Alguna tonalidad de verde cerca al pedúnculo
 MADURO	217	Color rojo brillante a rojo opaco
 SOBREMADURO	224	Color morado brillante a morado oscuro opaco
 SECO	231	Color café oscuro, la cereza se encuentra arrugada, hasta frutos completamente secas (pulpa adherida a la almendra)

*Pantone Process Color Guide (75)

Fuente: Gómez Mejía (2022).

Una vez cosechado, se procedió al boyado, técnica que sirvió para separar los granos vanos de los que estaban en buenas condiciones. La prueba se realizó en cada grado de maduración; las cerezas fueron colocadas en una tina con agua y fueron separados los granos que flotaban de los que quedaron en el fondo. Se seleccionaron y separaron las cerezas según grados de maduración (verde-amarillo, pintón, maduro y sobremaduro). Luego se tomaron 1,5 kilogramos de cerezas en cada zaranda de acuerdo con el grado de maduración y tratamiento.

Proceso de secado del café: el café en cereza se despulpó y fue desmucilaginado con una despulpadora Jotagallo Ref. 2 1/2. Para el secado de las muestras, por 15 días se colocaron las cerezas de manera directa en las bandejas, el proceso se realizó removiendo los granos dos veces al día para que se sequen rápidamente y no se contaminen con hongos, favoreciendo la circulación del aire en cada zaranda para lograr que el grano alcanzara un contenido de humedad cercano al 12%; se realizó en un cuarto de secado a 30°C.

Peso de muestra café seco: el peso de la muestra en seco se determinó en cada uno de los



tratamientos y repeticiones para obtener un promedio y establecer rendimiento de café cereza, para lo que se procedió a pesar 100 granos.

Para la determinación del pH, se pesaron 5 g de cada muestra de café en un tubo de centrífuga y se disolvieron con 25 mL de agua destilada. Se colocaron en un baño agitador a 150 rpm, a temperatura ambiente y por 5 min, para homogenizar la solución. Después se retiró del baño, se dejó reposar por 5 min, se transfirió el sobrenadante a un vaso de precipitados de 100 mL y se procedió a la lectura del pH, utilizando un multiparámetro digital Marca Strirrer PL-700PC, previamente calibrado con soluciones de pH de 4.0 y 7.0 y los sólidos disueltos totales (TDS). Para el Brix, se utilizó un refractómetro (Boeco Germany 0-90%, Thermo Fisher Scientific, EE. UU), a una temperatura de 20 °C. La lectura se realizó por triplicado.

La conductividad eléctrica (CE) de café, se determinó de acuerdo con la metodología propuesta por Krzyzanowski et al. (1991), de forma triplicada, 5 granos se pesaron con precisión de 0,0001g y se mezclaron en 25mL de agua destilada, en vasos de 100ml de capacidad. Los resultados, se expresaron en $\mu\text{s cm}^{-1}/\text{g MS}$, de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$\text{CE} = \frac{\text{lectura } (\mu\text{s cm}^{-1})}{\text{peso } (\text{g})}$$

Tostado del café: un total de 454 g de cada variedad de café previamente limpiadas fue puesta en un tostador SIROCCO FAN Modelo CY 100-R a una temperatura inicial de 180 °C durante 20 minutos, saliendo a una temperatura de 200 °C para lograr un tipo de tostado medio – claro o medio que es el usado para catación. Según los protocolos establecidos, el tostado se basó en el color guiado por la escala Agtron, la cual va de 0 – 100; para realizar la catación, se utilizó una escala de 60 – 69 que fue equivalente a un tostado claro-medio o medio. Se pesaron 8.25 g \pm 0.25 g de café tostado y se molieron por separado en un molino BUNN O MATIC Modelo G3 HD ajustado con un diámetro de 3 mm.

Para la preparación de la solución a partir de café tostado y medición de los parámetros (TDS, Brix, Conductividad y pH), se utilizó un multiparámetro anteriormente descrito, se tomaron 5g de café tostado en 100 ml de agua previamente hervida y se llevó a agitación y calentamiento a 85°C por 3 minutos (Ministerio de Agricultura e Industrias, 2010).

Para la concentración de cafeína por espectrofotometría: se pesó 200 mg de café a lo que se añadió 150 ml de agua destilada, el vaso con agua se calentó a una temperatura de 80-90 °C, para filtrar se usó un embudo Buchner, manteniendo la temperatura de 80-90 °C, el volumen de



filtrado fue a matraz aforado de 250 ml, se procedió a separar una muestra de 25 ml a temperatura ambiente y se le añadió 5 ml de solución de nitrato de plomo al 10%, se calentó y se agitó durante 10 minutos; el filtrado se realizó a una temperatura de 80-90 °C, se pasó por un embudo de decantación y se agregó 25 ml de cloroformo al 99.9%. Para obtener la extracción de cafeína, se agitó suavemente durante 5 minutos y se dejó reposar durante 24 horas.

En lo que respecta a la preparación de muestra, para espectrofotómetro UV-vis, se configuró el espectrofotómetro a una longitud de onda de 290 nm, se utilizaron celdas de vidrio de 1 cm de trayectoria óptica; como siguiente paso, se introdujo el blanco en una de las celdas usando el cloroformo al 99,9%, en las tres celdas restantes se agregó muestras preparadas en triplicado con soluciones de cafeína en cloroformo; una vez ajustado el equipo, se establece el valor de referencia en 0,000 para la absorbancia y en 0,0000 para la concentración y, como último punto, se procedió a realizar la medición de las muestras, obteniendo valores resultantes por triplicado de cada variedad de café robusta.

Curva de calibración de cafeína: se preparó una disolución a partir de 0,0010 g de cafeína, en un matraz aforado de 100 mL en agua destilada (10 ppm), a partir de esta disolución se preparan 3 soluciones más diluidas de 8, 6 y 4 mg/L, 20 mL de solución patrón de cafeína de 10 ppm /25 mL de agua destilada (8 ppm), 15 mL de solución patrón de cafeína de 10 ppm /25 mL de agua destilada (6 ppm) y 10 mL de solución patrón de cafeína de 10 ppm /25 mL de agua destilada (4 ppm).

Análisis y procesamiento estadístico: se realizó el análisis de varianza mediante el programa SPSS, versión V.29.0, según diseño experimental y las medias se compararon mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan (1955). Para la distribución normal de los datos se utilizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov (Massey, 1951) y para las varianzas, la prueba de Bartlett (1937).

Análisis y discusión de los resultados

Para las características fisicoquímicas de las cerezas de café (tabla 1) existió interacción entre las variedades y el grado de maduración de los granos para todos los parámetros evaluados y diferencias significativas para la humedad, materia seca, brix, conductividad TDS y peso, con los mayores valores para la humedad, peso, brix para la variedad Ecu robusta en los granos verde-amarillo, maduro, pintón y sobremaduros con 1030 mg/L, 75.91%, 194.27g, 4.87 ° y 1615



$\mu\text{s cm}^{-1}$ /g MS y la materia seca con 29.91% con napopayamino con madurez verde-amarillo, mientras que no existió diferencias para el pH.

Tabla 1. Características fisicoquímicas, granos cerezas de diferentes variedades de *Coffea Canephora*

Variedad	Madurez	Humedad	MS	Brix	pH	Conductividad	TDS	Peso
		%	%	°		$\mu\text{s cm}^{-1}$ /g MS	mg/L	g
Napopayamino	Verde-amarillo	70.09 ^f	29.91 ^a	1.03 ^c	5.05	1428.00 ^c	893.33 ^c	149.57 ^e
	Pintón	73.42 ^{cd}	26.58 ^d	3.37 ^b	4.98	1399.67 ^d	956.67 ^b	154.08 ^d
	Maduro	72.29 ^d	27.71 ^c	3.77 ^b	4.78	1142.00 ^f	829.67 ^c	177.13 ^b
	Sobremaduro	73.65 ^e	26.35 ^d	4.80 ^a	4.60	1611.33 ^a	972.33 ^b	174.53 ^{bc}
Ecu robusta	Verde-amarillo	74.26 ^a	25.74 ^e	3.90 ^b	4.90	1535.67 ^b	1030.00 ^a	144.20 ^{ef}
	Pintón	73.68 ^c	26.32 ^d	3.83 ^b	4.74	1615.00 ^a	922.00 ^b	157.73 ^d
	Maduro	73.75 ^c	26.25 ^d	4.87 ^a	4.71	1398.33 ^d	846.00 ^c	159.95
	Sobremaduro	75.91 ^a	24.09 ^f	4.17 ^{ab}	4.56	1382.67 ^d	833.67 ^c	194.27 ^a
Conilón	Verde-amarillo	71.60 ^e	28.40 ^b	1.20 ^c	4.66	1189.00 ^f	791.33 ^d	140.47 ^f
	Pintón	74.81 ^{ab}	25.19 ^e	3.60 ^b	4.54	1206.00 ^e	821.67 ^c	154.05 ^d
	Maduro	73.69 ^c	26.31 ^d	4.10 ^{ab}	4.40	1402.00 ^c	942.33 ^b	153.97 ^{de}
	Sobremaduro	74.46 ^b	25.54 ^e	3.47 ^b	4.36	1231.67 ^e	714.33 ^d	169.08 ^c
EE ⁻¹ \pm		0.923	0.645	0.114	0.562	8.675	1.987	3.441
P		0.0216	0.0143	0.010	0.782	0.0356	0.0265	0.0138

^{a,b,c} Medias con letras diferentes entre columnas difieren para $p<0.05$

Fuente: Duncan (1955)

El método de beneficio consiste en una serie de procesos que permiten la transformación de la cereza en café oro de buena calidad física y organoléptica, estos procesos se suelen llevar a cabo en la finca donde es cultivado el grano. Se conocen los siguientes métodos de beneficio: natural o seco, lavado o húmedo, honey o semihúmedo, húmedo enzimático, subhúmedo o ecológico, cuyas prácticas básicas son las siguientes: cosecha, secado, pilado (Ormaza-Zapata et al., 2022).

Dentro de las etapas del beneficio, el secado es el proceso en que se realiza la disminución el contenido de agua y, consecuentemente, la actividad de esta, y se logra la conservación y la estabilidad del café durante su almacenamiento y comercialización. En cafés lavados, disminuye desde un contenido inicial de agua entre 50%–55% hasta el 10%–12% obteniendo el denominado café pergamo seco, en el que valores superiores a 12,5% (actividad de agua superior a 0,67) pueden causar pérdidas a la calidad del grano al producir calentamiento de la masa y generar focos de hongos e insectos, y la probable generación de sustancias que afectan al consumidor (toxinas) (Osorio-Pérez et al., 2022).

En este sentido, Dos Santos et al. (2019) notifican que después de secado del fruto de



café, el promedio de la diferencia de humedad entre el café cereza seco (ccs) y su almendra fue de 2,2% a favor del café cereza seco, con un intervalo de diferencias entre 1,3% y 3,1%. Dicha diferencia indica mayor humedad cuando se estima en el café cereza seco con respecto al café almendra. Lo anterior está asociado al contenido de humedad superior de la cáscara seca (16,8%) cuando el café cereza seco se encuentra en el intervalo del 10% al 12% de humedad, explicado por la alta higroscopidad de la pulpa debido a su contenido de pectina y azúcares (entre otras sustancias).

López (2021), al evaluar los actores de conversión de café especial de la variedad típica (*Coffea arabica*), encontró valores de peso entre 704 a 772 g y humedad de 12%, y señala que la cáscara presenta un contenido de humedad entre 80 y 85 %; los resultados corroboran la influencia de los factores altitud y variedad de café en la producción de granos de menor tamaño, peso y diámetros, así como la influencia del método de beneficio empleado.

En cuanto al brix, los resultados alcanzados por Martínez et al. (2017) y Martínez et al. (2022), establecen para la variedad Caturra un intervalo de 17.19 grados brix, para la variedad Colombia, según la escala antes mencionada corresponden a frutos maduros ya que están dentro del rango de 13.90 propuesto por los autores. Mientras que, el pH promedio encontrado para la masa de café recién despulpada para la variedad Caturra fue de 5.89, para la variedad Castillo fue de 5.81 y para la variedad Colombia fue de 5.80, valores superiores a los reportados en este estudio, lo que se debe a que estos valores bajan durante la fermentación debido a la formación de ácidos acéticos y lácticos, a partir de los azúcares.

En cuanto las características fisicoquímicas, según tratamiento de secado natural (tabla 2) los mayores valores para el brix corresponden a la variedad Conilón con 1.20 °, mientras que para TDS y conductividad fue la variedad Napopayamino con 866.67 mg/L y 1308.67 $\mu\text{s cm}^{-1}$ /g MS.

Tabla 2. Características fisicoquímicas de diferentes variedades de *Coffea Canephora* del café tostado y molido

Variedades	Brix	pH	TDS	Conductividad
				$\mu\text{s cm}^{-1}$ /g MS
Napopayamino	1.07 ^b	5.44	866.67 ^a	1308.67 ^a
Ecu robusta	0.97 ^b	5.43	524.77 ^c	1259.00 ^b
Conilón	1.20 ^a	5.59	731.67 ^b	1193.33 ^c
EE±	0.043	0.06	5.348	8.445

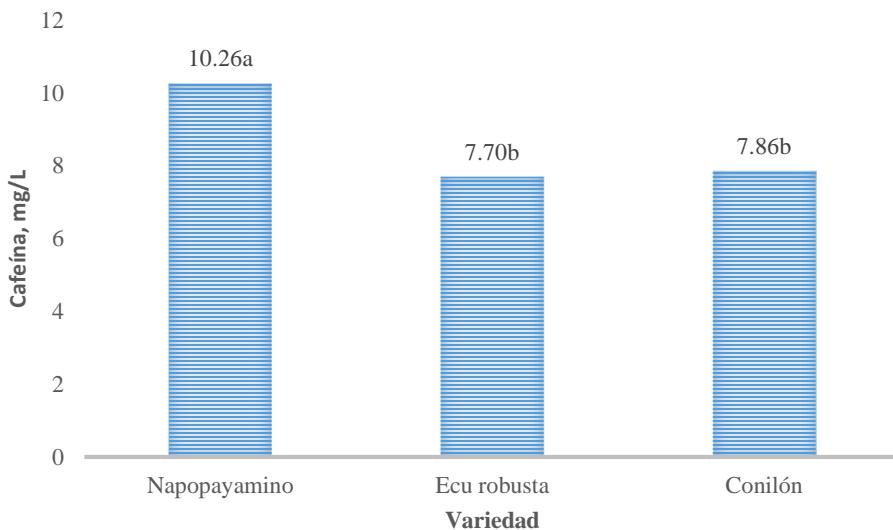


P	0.01	0.064	0.01	0.01
---	------	-------	------	------

a,b,c Medias con letras diferentes entre columnas difieren para $p<0.05$

Fuente: Duncan (1955).

Figura 2. Contenido de cafeína de diferentes variedades de Coffea Canephora del café tostado y molido



Fuente: elaboración propia.

En cuanto al contenido de cafeína (figura 2), con 10.26 mg/L la mayor concentración fue para la variedad Napopayamino. Estos resultados son superiores a los obtenidos por Navarro-Ramírez et al. (2021), quienes observaron que la variedad Caturra posee los niveles mayores en cuanto al contenido de cafeína, seguido de la variedad Pache, siendo la variedad Catimor la que contiene menor valor de cafeína al evaluar varios niveles altitudinales estudiados. Por lo que, las condiciones edafoclimáticas y de altitud, así como la variedad, un adecuado manejo agronómico y el proceso de beneficio de café influirán de manera sustanciosa en la calidad del producto, ya que sus componentes químicos resaltarán en el aroma, sabor y cuerpo del grano.

La composición química del café depende de la especie, la variedad, el estado de desarrollo del fruto y el ambiente o condiciones de producción. Las especies tienen diferencias importantes en los contenidos de cafeína, trigonelia, lípidos, ácidos clorogénicos, oligosacáridos y polisacáridos, estas guardan relación con las características organolépticas de la bebida (Osorio-Pérez et al., 2022).

Puerta-Quintero (2016) confirmó que la calidad de la bebida está determinada por las características físicas del grano, la humedad y los defectos. En 216 fincas muestreadas y



localizadas en diferentes altitudes (1050 - 2050 msnm), 15 unidades de suelo, 112 veredas, 35 municipios y siete departamentos, se encontró café de buena y de mala calidad, lo que evidenció que la interacción de prácticas agronómicas particulares con la gestión ambiental influye de forma directa sobre los componentes de rendimiento y calidad del grano de café (Muñoz-Belalcazar et al., 2021).

En evaluaciones desarrolladas en una plantación agroforestal a altitudes entre 200 a 640 msnm en Manabí-Ecuador se concluyó que en esas altitudes no tenía efecto sobre la calidad organoléptica (Duicela et al., 2016). En posteriores evaluaciones realizadas por Duicela et al. (2017) argumentan que, en altitudes entre 200 a 1950 msnm, de la zona de cultivo sí hay influencia significativa sobre los atributos de la taza. La altitud puede influenciar en la composición bioquímica, calidad física y organoléptica de calidad de taza de café; también un adecuado beneficio influye positivamente en la obtención de un café suave (Oscoco Medina et al., 2020; Quintero & Rodríguez, 2022).

Conclusiones

Se ha demostrado que la variedad y grado de madurez del grano tienen un impacto significativo en la calidad del café. Los mejores resultados en cuanto a características fisicoquímicas se obtuvieron con las cerezas de la variedad Ecu robusta en los granos de color verde-amarillo, maduro, pintón y sobremaduros. En el caso de estas características para el grano secado de forma natural, las variedades Conilón y Napopayamino destacaron en cuanto a Brix, TDS y conductividad, aspectos que evidencian la influencia de las condiciones edafoclimáticas y de altitud junto al manejo agronómico adecuado y proceso de beneficio óptimo en la calidad final del producto.

Las variedades de robusta son conocidas por su facilidad de cultivo y menor costo de producción en comparación con las variedades de *Coffea arábica*. Sin embargo, la concentración de cafeína puede diferir entre variedades como se manifiesta en el estudio donde Napopayamino presenta mayor contenido que Conilón y Ecu robusta, dependiendo de factores como el clima y el suelo.

Referencias bibliográficas

Álvarez-Lino, M., Ruilova, V., Abad-Guamán, R., & Capa-Morocho, M. (2023). Influencia de diferentes estrategias de nutrición en la etapa reproductiva del café (*Coffea arabica*) en la



Región Sur del Ecuador. *CEDAMAZ*, 13(2), 195-204.

<https://doi.org/10.54753/cedamaz.v13i2.1831>

Barrera, Ó. M., Gutiérrez, N., & Orozco-Blanco, D. (2019). Caracterización y diferenciación de cafés, a partir de espectroscopía infrarroja. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 22(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1158>

Bartlett, M. S. (1937) Properties of Sufficiency and Statistical Test. *Proceedings of the Royal Society A*, 160, 268-282. <https://doi.org/10.1098/rspa.1937.0109>

Dos Santos, M. B., Prudencio, S. H., Good, C. S., & Dos Santos, R. S. (2019). Physico-chemical characteristics and sensory attributes of coffee beans submitted to two post-harvest processes. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(1), 831–839. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9995-x>

Duicela, L., Farfán, D., & Cedeño, R. (2017). Calidad organoléptica de Cafés Arábicos en relación a las variedades y altitudes de las zonas de cultivo, Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 18(1), 67-77. <https://www.redalyc.org/journal/813/81351597010/html/>

Duicela, L., Farfán, D., & García, E. (2016). Calidad organoléptica de café (*Coffea arabica* L.) en las zonas centro y sur de la provincia de Manabí, Ecuador. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 244, 15-34.

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_REEAP/Pdf_REEAP_r244_15_34.pdf

Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11(1), 1-42.

<https://doi.org/10.2307/3001478>

Gómez Mejía, E. (2022). *Plan de marketing internacional de café tostado a Corea del Sur para la empresa Orgullo Cafetero* (Tesis doctoral, Universidad Católica de Pereira). <https://repositorio.ucp.edu.co/server/api/core/bitstreams/57e75e13-7b76-4ec2-b724-83b722e2c341/content>

Krzyzanowski, F. C., França-Neto, J. D. B., & Henning, A. A. (1991). Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas.

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/444400/1/Relatodostestesdevigordisponiveisparaasgrandesculturas.pdf>



- López, C. (2021). Physical characterization and conversion factors of specialty coffee in the Agrotakesi farm, municipality of Yanacachi-La Paz, Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(3), 88-98.
<https://doi.org/10.53287/akpb7547uc31d> Marín-López, S.M., Arcila, J., Montoya, E.C. y Oliveros, C.E. (2003). Cambios físicos y químicos durante la maduración del fruto de café (*Coffea arabica* L. var. Colombia). *Cenicafé*, 54(3), 208-225. [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc054\(03\)208-225.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc054(03)208-225.pdf)
- Martínez, V. M., Aristizabal, I. D., & Moreno, E. L. (2017). Evaluation of the composition effect of harvested coffee in the organoleptic properties of coffee drink. *Vitae*, 24(1), 47-58.
<https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n1a06>
- Martínez, V. M., Rodríguez, J., & Roa, J. D. (2022). Evaluación del proceso de beneficio semiseco (Honey) en las variedades de Café (Coffee arábica) Castillo, Colombia y Caturra y su efecto en la calidad en taza. *Ingeniería y Región*, (27), 6-11.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8865457>
- Massey, F. (1951). The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association*, 46(253), 68-78. <https://www.jstor.org/stable/2280095>
- Ministerio de Agricultura e Industrias. (2010). *Norma Oficial de métodos de análisis para café tostado y molido*, Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1309.pdf>
- Muñoz-Belalcazar, J. A., Benevides-Cardona, C. A., Lagos-Burbano, T. C., & Criollo-Velázquez, C. P. (2021). Manejo agronómico sobre el rendimiento y la calidad de café (*Coffea arabica*) variedad Castillo en Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 750-763. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v32n3/2215-3608-am-32-03-00750.pdf>
- Navarro-Ramírez, E. N., Pezo-Gonzales, M., & García-Paredes, M. (2021). Cuantificación de cafeína y su efecto en la calidad sensorial en tres variedades de café (*Coffea arabica* L.), según nivel altitudinal en la Región San Martín. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(2), 4-14. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i2.164>
- Ormaza-Zapata, A. M., Díaz-Arango, F. O. y Rojano, B. A. (2022). Efecto de la preparación fría de café (*Coffea arabica* L. var. Castillo) sobre la capacidad antioxidante y la calidad sensorial. *Información tecnológica*, 33(1), 57-70. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000100057>



- Oscoco-Medina, I. O., Roldán, E. P., Murga, E. Q., Villalobos, A. C., Marmolejo, D., & Marmolejo, K. J. (2020). Selección, identificación y zonificación de café (*Coffea arabica* L.) por su adaptabilidad, rendimiento, calidad sensorial y resistencia a plagas y enfermedades. *Agroindustrial Science*, 10(3), 249-257.
- <https://doi.org/10.17268/agoind.sci.2020.03.05>
- Osorio-Pérez, V., Pabón, J., Shuler, J., & Fernández-Alduenda, M. R. (2022). Efecto de la combinación de procesos de secado en la calidad del café natural obtenido vía seca. *Revista Cenicafé*, 73(1). <https://doi.org/10.38141/10778/73101>
- Parra, A., García, O., Vanegas, F., Gamboa, J., & Gonzalez, A. R. (2020). Preliminary study of drying of natural coffee by cyclical pressure changes. *Revista DYNA*, 53-60.
- <https://doi.org/10.15446/dyna.v87n214.83414>
- Puerta-Quintero, G., González, F., Correa, A., Álvarez, I., Ardila, J., Girón, O., ... & Montoya, D. (2016). Diagnóstico regional de la calidad de la bebida de café de Colombia, según altitud, suelos y buenas prácticas de beneficio. *Revista Cenicafé*, 67(2), 15-51.
- <https://www.cenicafe.org/es/publications/2.Diagnostico.pdf>
- Quintero, L., & Rodríguez, N. (2022). Efecto del manejo de frutos verdes de café, previo al proceso de beneficio, en su calidad física. *Revista Cenicafé*, 73(2), e73202.
- <https://doi.org/10.38141/10778/73202>
- Sánchez, S. V., Bueno, D. O., & Jara, P. P. (2018). La realidad ecuatoriana en la producción de café. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 2(2), 72-91. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6732775>
- Yosa, M. C., & Regalado, J. G. (2021). Análisis de la competitividad de las exportaciones de café de Ecuador versus Colombia y Brasil hacia el mercado de USA. *X-pedientes Económicos*, 5(12), 65-80. https://ojs.supercias.gob.ec/index.php/X-pedientes_Economicos/article/view/63

