

Calidad química del cacao (*Theobroma Cacao L.*) tipo nacional de la parroquia Valle Hermoso – Ecuador

Chemical quality of national type cocoa (*Theobroma Cacao L.*) from Valle Hermoso parish – Ecuador

Wiston Javier Morales-Rodríguez¹, José Miguel Carlosama - Martínez², Carmen Alexandra Sinchi Rivas¹, Abelardo Jerónimo Alderete Rendon¹, Christian Amable Vallejo Torres¹, Wiston Joel Morales Cedeño³

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. ²Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador. ³Universidad de los Andes, Ecuador.

Autor de correspondencia: wmorales@uteq.edu.ec

Recibido: 22/06/2023. Aceptado: 15/01/2024
Publicado el 31 de enero de 2024

Resumen

El cacao del tipo Arriba, también llamado Nacional o Fino de Aroma, es considerado una variedad de cacao con calidad excepcional gracias a su sabor incomparable, fragancia exquisita y beneficios nutricionales destacados. La investigación tuvo el objetivo de determinar las características químicas y principales minerales de los granos de cacao tipo Nacional de los diferentes productores de los recintos de la parroquia “Valle Hermoso” en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones y se analizaron veintiún muestras que constituyeron las almendras de cacao fermentadas y secas de los productores. Se determinaron variables químicas como pH, humedad, grasa, proteína, fibra cruda, ceniza, teobromina y minerales como Calcio, Magnesio, Potasio, Hierro, Zinc y Fósforo; para el análisis se utilizaron los métodos AOAC y los usuales en calidad del cacao. Para los resultados, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y separación de medias se realizó con la prueba de Tukey al 5%. Los resultados obtenidos presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) por tanto los parámetros que se obtuvieron pueden servir como diferenciadores de calidad para los productores. Mediante el análisis de minerales de las muestras, se demostró mayor contenido en potasio, fósforo, calcio y magnesio, con ello se definieron como los minerales principales en el grano de cacao fino de aroma. Los parámetros de grasa, proteína, teobromina y minerales difirieron a los parámetros de calidad del cacao en Ecuador, debido a que estas variables dependen de factores como las condiciones climáticas, manejo de post cosecha, características del suelo, prácticas de cultivo y por la genética de cacao que producen.

Palabras clave: Cacao Arriba, contenido de minerales, Teobromina, fibra bruta.

Abstract

Arriba type cocoa, also called Nacional or Fino de Aroma, is considered a variety of cocoa with exceptional quality thanks to its incomparable flavor, exquisite fragrance and outstanding nutritional benefits. The objective of the research was to determine the chemical characteristics and main minerals of national type cocoa beans from different producers in the “Valle Hermoso” parish in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas. A completely randomized design (CRD) with three replications was used. Twenty-one samples of fermented and dried cocoa beans from were analyzed. Chemical variables such as pH, humidity, fat, protein, crude fiber, ash, theobromine and minerals such as calcium, magnesium, potassium, iron, zinc and phosphorus were determined using AOAC methods and the usual methods for cocoa quality. For the results, an analysis of variance (ANOVA) and separation of means was performed with Tukey’s test at 5%. The results obtained showed significant differences ($p < 0.05$); therefore, the parameters obtained can serve as quality differentiators for producers. The mineral analysis of the samples showed a higher content of potassium, phosphorus, calcium and magnesium, which were defined as the main minerals in the fine aroma cocoa beans. The parameters of fat, protein, theobromine and minerals differed from the quality parameters of cocoa in Ecuador, because these variables depend on factors such as climatic conditions, post-harvest management, soil characteristics, cultivation practices and the genetics of cocoa produced.

Key words: Cacao Arriba, mineral content, Theobromine, raw fibre.

Introducción

El cacao (*Theobroma Cacao L.*) del tipo Arriba, también conocido como Nacional o Fino de Aroma, es una variedad catalogada de excelencia en cuestión a calidad sensorial debido a su inigualable sabor, exquisita fragancia y propiedades nutricionales (Ávila y Cedeno, 2021). Esta característica lo ha convertido en un importante rubro dentro de la economía no petrolera del Ecuador, compartiendo prominencia con el banano, camarón y flores. Las exportaciones de cacao ecuatoriano superan las 400 mil toneladas anuales, generando ingresos que exceden los \$1,000 millones de dólares por año. Este flujo de ingresos constituye un 1.97% del Producto Interno Bruto (PIB) ecuatoriano, otorgándole una destacada presencia en el mercado global (El Misionero, 2023).

El cacao tipo Nacional tiene las características idóneas en cuestión a aromas y sabores buscadas por los fabricantes de chocolate. Este cacao representa el 5% de toda la producción mundial, que equivale al 63% de la producción ecuatoriana convirtiéndolo en el país productor más codiciado a nivel internacional (Elaje-Solis, 2022).

La producción de cacao ha sido de gran importancia en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, que se ha convertido en su mayor fuente de ingresos económicos para los productores, estimándose una superficie de 19 837 hectáreas de cacao entre CCN51 y Nacional (Anzules *et al.*, 2018).

Según (García Vidal *et al.*, 2017) la parroquia de Valle Hermoso es una de las zonas con mayor producción de cacao CCN51 y Nacional, seguida de las parroquias Puerto Limón, Luz de América y San Jacinto del Búa, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. La mezcla y los injertos empíricos de dichas plantaciones con clones de cacao como: EET-103, EET-019, EET-48, EET-62, EET-96 y EET-555 desarrollados por el INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), donde se desconoce la calidad química de las variedades de cacao, motivando a que se establezca una división socio productiva entre asociaciones causando una inequidad económica a causa de la calidad final del cacao que producen. Los recintos que conforman la parroquia de Valle Hermoso, cuentan con numerosas variedades de cacao, generalmente en mezclas, las cuales fueron adaptadas para mejorar su rendimiento.

Según el diagnóstico y caracterización realizada por el GAD Parroquial de Valle Hermoso en el 2015, indica que la parroquia de Valle Hermoso presenta, dentro de su extensión territorial, un 67.56 % de suelo franco-arenoso (60% arena, 30% limo y 10% de arcilla) el cual se considera adecuado para el cultivo de cacao (GAD VALLE HERMOSO, 2015). Según (Martínez-Aguilar *et al.*, 2020), en un suelo de similares características que el de Valle Hermoso, la composición de macro y micronutrientes (suelo franco-arenoso) fue: 74.78 mg/kg de Fósforo, 3.12 mg/kg de Potasio, 4.91 mg/kg de Calcio, 9.22 mg/kg de Magnesio, y valores menores a 3 mg/

kg de Hierro y Zinc.

La composición química de las almendras de cacao, dependen de varios factores como la genética, el origen geográfico, el grado de fermentación, la forma de secado y el manejo poscosecha (Fernández *et al.*, 2022). Sin embargo, Kakaw Sana (2012) indica que, dependiendo del procesamiento agroindustrial al que se ha sometido al grano, su composición química resulta ser muy compleja, por ello al referirse a la calidad del cacao, se involucra las características químicas de las almendras fermentadas y secas.

En la poscosecha, los parámetros implicados en los procesos como fermentación, secado, limpieza, transporte y almacenamiento influyen significativamente en el desarrollo de las propiedades, las cuales determinan la calidad del chocolate final (Mora *et al.*, 2022).

El desconocimiento de la calidad química de las variedades de cacao por parte de los productores de la parroquia ha causado una inequidad económica a pesar de obtener una producción alta de cacao, e inclusive ha provocado una división socio productiva entre productores, debido al incremento desordenado del área productiva. El conocimiento de la calidad química por parte de los productores, permitiría destacar las características únicas de sus cacaos en comparación de otros en el mercado, lo cual puede brindarles una ventaja competitiva. Ante este escenario, se diseñó y ejecutó el presente trabajo investigativo con el objetivo de determinar las características químicas de los granos de cacao tipo Nacional fermentados y secos de 21 fincas cacaoteras de la parroquia de Valle Hermoso, comparadas bajo las normativas ecuatorianas y europeas.

Materiales y métodos

Características de la localidad de estudio

La toma de las muestras de cacao se obtuvo de 21 fincas productoras de cacao fino de aroma con una edad media de la plantación de cuatro años, pertenecientes a 21 recintos de la Parroquia de Valle Hermoso, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cuya ubicación geográfica es: 0°05'14" de latitud Sur y 79°16'49" de longitud Oeste.

Las condiciones climáticas de la zona de estudio son: un clima subtropical húmedo, se encuentra a una altura de 260 msnm, temperatura media de 28°C, humedad relativa de 80 – 90 %, horas de brillo solar de 2 a 4 horas/ día y pluviosidad promedio anual de 2000 mm (GAD VALLE HERMOSO, 2015).

El análisis químico se desarrolló en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad UTE, Sede Santo Domingo, localizada en la vía Chone km. 4.5 de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, su ubicación geográfica es: 01°06" de latitud Sur y de 79°29" de longitud Oeste.

Las almendras de cacao fino de aroma fueron fermentadas durante 5 días en cajas de madera de una capacidad de 20 kg. Después de este proceso, las muestras fueron secadas al sol en

una marquesina para deshidratar las almendras hasta un 6 - 7 %.

En el estudio se empleó un diseño completamente al azar (DCA) de 21 muestras (recintos) con tres repeticiones de las almendras de cacao fermentadas y secas. La codificación de los recintos se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. Códigos de las fincas de los productores de cacao fino de aroma de Valle Hermoso

Recintos de origen de las muestras de cacao	Código del productor
San Vicente	CVH1
La Marianita	CVH2
Auténticos Campesinos	CVH3
La Asunción	CVH4
Cuatro de Febrero	CVH5
El Cristal	CVH6
Cristóbal Colón	CVH7
Nuevo Amanecer	CVH8
Recinto 9 de Octubre	CVH9
Mirador de la Selva	CVH10
La Bocana	CVH11
Bella Esperanza	CVH12
El Salazar	CVH13
La Primavera	CVH14
Blanquito	CVH15
Unión Ganadera	CVH16
El Triunfo	CVH17
El Sábalo	CVH18
El Recreo	CVH19
Pambilandia	CVH20
El Descanso	CVH21

CVH#: Cacao de Valle Hermoso # de recinto

Medición de variables

Las variables químicas que se evaluaron de los granos de cacao fino de aroma son: pH, humedad, grasa, proteína, fibra cruda, ceniza, teobromina y minerales como Calcio, Magnesio, Potasio, Hierro, Zinc y Fósforo; todos los análisis se llevaron a cabo por triplicado. En la Tabla 2 se detallan los métodos de referencia y técnicas que se aplicaron en las variables de estudio.

Tabla 2. Métodos y técnicas de medición de las variables de estudio

Análisis	Método de referencia	Técnica
Humedad	Método. N° 931.04, AOAC	Gravimétricos
pH	Método. N° 970.21, AOAC	Potenciométrico
Grasa	Método. N° 936.15, AOAC	Soxleth
Proteína cruda	Método. N° 968.06, AOAC	Kjeldahl
Ceniza	Método. N° 923.03, AOAC	Gravimétrico
Fibra cruda	Método. N° 923.09 AOAC	Weende
Teobromina	Método. N° 980.14 AOAC	Cromatografía HPLC
Minerales		
Calcio	Método N° 985.35, AOAC	Espectrofotometría
Magnesio	Método N° 985.35, AOAC	Espectrofotometría
Potasio	Método N° 985.35, AOAC	Espectrofotometría
Hierro	Método N° 985.35, AOAC	Espectrofotometría
Zinc	Método N° 985.35, AOAC	Espectrofotometría
Fósforo	Método N° 995.11, AOAC	Colorimetría

Fuente: métodos de análisis oficiales dentro de la normativa INEN 176. (AOAC, 2011)

Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos de las muestras de granos de cacao fermentadas y secas se realizaron usando el programa estadístico InfoStat versión 2020. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la separación de medias se realizó con la prueba de Tukey $\alpha = 0.05$ (Leiva-Rojas *et al.*, 2019).

Resultados y discusión

Composición Química

pH. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las muestras analizadas en cuestión del pH. Los valores de pH variaron entre 4.72 a 6.08 pertenecientes a las muestras CVH1 y CVH14 respectivamente (Tabla 3). Loureiro *et al.* (2017), citado por Andrade Almeida *et al.* (2019), mostraron valores de 5.20 a 6.30 de pH de las almendras de cacao respectivamente. Los resultados mostraron que la mayor parte de las muestras que fueron analizadas se encontraron dentro

del rango mencionado anteriormente, a excepción de las muestras CVH1 (4.72), CVH2 (5.15), CVH3 (4.70), CVH18 (5.02) y CVH21 (5.06) las cuales presentaron un pH inferior a 5.2. Estas variaciones de pH, se producen principalmente en la etapa de fermentación, donde se producen cambios por efectos de temperatura y acción microbiana, las cuales están presentes en esta etapa. También, dentro de la investigación realizada por Andrade Almeida *et al.*, (2019), obtuvieron una media de 5.18 de pH el cual no se aproxima con el obtenido en esta investigación, ya que la media de pH obtenida de las muestras analizadas fue de 5.52. FEDECACAO, (2005) menciona que una almendra de cacao fermentada y seca con un pH (≤ 4.5) disminuye potencialmente en aromas, y por ende disminuye su potencial aromático dando presencia de defectos organolépticos en el producto final.

Contenido de humedad (%). En el contenido de humedad se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), donde las muestras analizadas contaron con un rango de 6.04 a 6.99% de humedad, correspondientes a las muestras CVH4 y CVH7, respectivamente (Tabla 3). La humedad en los granos de cacao es uno de los requisitos más importantes en su comercialización, conservación y producción y es un parámetro de calidad que permite la preservación del grano durante su almacenamiento, empaque y transporte (Álvarez *et al.*, 2007). En la normativa ecuatoriana vigente para los granos de cacao (INEN, 2018) "Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0176:2018. Cacao en grano. Requisitos.", "type": "report", "uris": [{"http://www.mendeley.com/documents/?uuid=d67c29d7-7d84-47bb-a583-bed256ade67a"}], "mendeley": {"formattedCitation": "(INEN, 2018, recomienda que el contenido máximo de humedad aceptable es del 7%, por lo tanto, los valores obtenidos se encontraron dentro del rango establecido por la normativa NTE INEN 0176. Estos resultados son suficiente para que en el grano no se desarrollen mohos, hongos, malos olores, y daños por insectos. En un estudio bromatológico de granos de cacao de variedad arriba realizado en distintos departamentos de Colombia se obtuvo un rango de humedad entre 6.0 a 6.5% (FEDECACAO, 2005). Los valores obtenidos en esta investigación que cumplen con este rango son las muestras CVH1 (6.43%), CVH3 (6.07%), CVH4 (6.04%), CVH5 (6.06%), CVH6 (6.28%), CVH8 (6.38%), CVH9 (6.38%), CVH11 (6.24%), CVH12 (6.32%), CVH17 (6.14%) y CVH21 (6.18%). Braudeau (1970) recomienda que el contenido de humedad debe estar dentro de un rango de 6 a 7% para garantizar su almacenamiento y prevenir la contaminación de microorganismos. Una almendra de cacao con humedad menor al 6% tiende a ser frágil y quebradizo.

Contenido de proteína (%). Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las muestras analizadas, registrándose un rango de proteína entre 11.78% y 13.74% correspondientes a las muestras CVH2 y CVH10,

respectivamente y un promedio general de 12.71% (Tabla 3). Verdesoto (2009), en su estudio realizado de los parámetros químicos según las calidades de cacao, obtuvo un rango de contenido de proteína entre 11.50% a 12.40%, las cuales no coinciden con los resultados que se obtuvieron de las muestras CVH4 (13.47%), CVH6 (12.61%), CVH7 (13.00%), CVH8 (13.17%), CVH10 (13.74%), CVH11 (13.03%), CVH12 (12.51%), CVH13 (12.43%), CVH14 (12.50%), CVH17 (13.38%), CVH19 (13.11), CVH20 (13.51%) y CVH21 (13.07%). En una investigación realizada sobre las características físicas y químicas de almendras secas del cacao fino de aroma provenientes de la región Amazonas, Chapa Gonza (2022) obtuvieron un rango de contenido de proteína entre 11.81 a 16.19%. Por lo tanto, los valores obtenidos en esta investigación estuvieron dentro de este rango a excepción de la muestra CVH2 (11.78%) la cual tuvo un valor por debajo del mínimo mencionado, sin embargo, ninguno de las muestras llegó al máximo de contenido de proteína de la investigación mencionada, ya que la muestra que tuvo mayor porcentaje de proteína fue CVH10 con 13.74%. El contenido de proteína actúa en la formación del aroma y en el sabor astringente del grano de cacao (del Valle González-Canache *et al.*, 2014).

Contenido de grasa (%). Las medias de las muestras de cacao analizadas, mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) (Tabla 3), en donde la muestra CVH11 tuvo el mayor porcentaje de grasa con 44.89%, siendo este el más próximo a lo referido por Chang *et al.* (2014) donde señalan que el cacao fino de aroma adquiere menos del 50% de grasa para lo cual requieren de 3 días de fermentación; mientras que la muestra CVH6 obtuvo el menor contenido de grasa con 36.15%, dando un promedio general de 42.30%.

Según Camino Castillo *et al.* (2014) el contenido de grasa varía entre 43.84 y 48.85%, en donde las muestras CVH8 (44.84%); CVH11 (44.89%); CVH15 (44.31%) y CVH16 (44.84%) coincidieron con lo mencionado por los investigadores citados, mientras que las demás muestras de la investigación no coincidieron con el rango mencionado. De acuerdo a los parámetros físico químicos del grano de cacao (FEDECACAO, 2005) el porcentaje de grasa debe estar entre 52% a 55%, con lo cual ninguna de las muestras que se analizaron, coinciden con este rango.

El contenido de grasa es uno de los factores primordiales para la calidad del grano, ya que un nivel elevado del mismo puede interferir en el proceso normal de fermentación, haciéndolo más largo (Perea *et al.*, 2011). El contenido de grasa se convierte en unos de los indicadores de calidad más importantes y que diferencian una almendra de cacao fino de aroma de otra ordinaria, ya que es un componente muy variable que es el responsable directo de las propiedades y el aroma del licor de cacao, el cual depende del genotipo del cacao, su fermentación, secado, condiciones climáticas y época de cosecha (Ramírez *et al.*, 2020).

Contenido de ceniza (%). La comparación de medias registró diferencias significativas ($p < 0.05$) en los contenidos de ceniza en las muestras de cacao de los diferentes productores de la parroquia de Valle Hermoso en donde se presentó un rango de 2.84% a 3.48% de ceniza correspondiente a las muestras CVH11 y CVH20, respectivamente y un promedio general de 3.23% (Tabla 3). La media que se obtuvo, ligeramente se aproximó a la obtenida por Amaiz *et al.* (2012), en donde registraron una media mayor a $2.96\% \pm 0.05\%$.

Según la investigación de Chapa Gonza (2022), el rango de ceniza de las almendras de cacao varía entre 2.14% a 3.13%, las cuales coinciden con los resultados que se obtuvieron de las muestras CVH8 (3.05%), CVH11 (2.84%), CVH15 (3.04%), CVH18 (3.01%) y CVH19 (3.13%), las demás muestras sobrepasaron este rango. Sin embargo, las investigaciones realizadas en el estado de Aragua con muestras de cacao tipo arriba fermentadas y secas se obtuvo resultados de entre 2.86% a 3.32% de ceniza. En relación con nuestro estudio las muestras que sobrepasaron este rango son CVH4 (3.33%), CVH5 (3.35%), CVH7 (3.41%), CVH12 (3.41%) y CVH20 (3.48%). La muestra que presentó un valor por debajo del rango presentado es CVH11 con 2.84%.

El contenido de cenizas es una variable importante para definir la calidad del cacao ya que conlleva a la mayor reducción de agua, el cual va arrastrando los minerales hidrosolubles hacia el medio a través de los poros (Nogales *et al.*, 2006). La ceniza o contenido de minerales, tiende a disminuir por largos lapsos de almacenamiento de las mazorcas de cacao antes de su fermentación y además por el accionar de los microorganismos dentro de la fase de fermentación (Afoakwa *et al.*, 2013).

Contenido de fibra (%). Las muestras de cacao analizadas presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para el contenido de fibra, en donde se presentó un rango de 3.19% a 3.35% de porcentaje de fibra correspondiente a las muestras CVH16 y CVH18, respectivamente (Tabla 3).

En la investigación realizada por FEDECACAO (2004), en muestras de cacao que se obtuvieron de un lugar con clima tropical húmedo, el contenido de fibra varía en un rango de 2.51% a 4.13%, con ello se observó que las muestras analizadas en Valle Hermoso están dentro de los rangos obtenidos por FEDECACAO (2004) para un clima tropical húmedo que tiene condiciones similares en ambos estudios. Naranjo González (2011), en su análisis usó como referencia los parámetros químicos de semillas de cacao de Ghana, como uso estándar en el mercado internacional debido a su adecuado tratamiento poscosecha, siendo estos los estándares establecidos para la calidad química que el cacao comercial y negociable, debe cumplir con un porcentaje de ceniza de 3.20%.

De acuerdo con los datos que se obtuvieron, las muestras que estuvieron acorde con el porcentaje mencionado son: CVH10 (3.20%), CVH14 (3.23%), CVH15 (3.04%), CVH16

(3.20%) y CVH17 (3.20%), las otras muestras superan el porcentaje establecido por dicho autor.

Análisis de agrupamiento jerárquico de Ward de las Similitudes en pH, proteína, grasa y fibra de 21 fincas cacaoteras de la parroquia Valle hermoso

El análisis jerárquico de Ward produjo resultados que se ilustran en la Figura 1, donde se identificaron cuatro grupos, que facilitaron el discernimiento de similitudes entre las muestras de cacao de las 21 fincas ubicadas en diferentes recintos de Valle Hermoso. Estos grupos se establecieron en base a las variables de pH, proteína, grasa y fibra que fueron analizadas.

En detalle, el grupo 1 incluyó las fincas CVH6, CVH5 y CVH7. El grupo 2 estuvo compuesto por las fincas CVH9, CVH16, CVH15, CVH14, CVH13 y CVH12. El grupo 3 abarcó las fincas CVH21, CVH4, CVH19, CVH7, CVH8, CVH11, CVH20 y CVH10. Por último, el grupo 4 estuvo conformado por las fincas CVH18, CVH2, CVH3 y CVH1. Con una distancia euclidiana media de 2,5533.

Estos resultados permiten una clara identificación de las relaciones entre las diferentes muestras de cacao, facilitando la comprensión de las variaciones en las variables seleccionadas. La organización en grupos ofrece una perspectiva estructurada y reveladora sobre las características químicas del cacao en las distintas fincas de Valle Hermoso, contribuyendo así a una apreciación más profunda de la diversidad en la composición química de los productos locales.

Contenido de teobromina

En cuestión del contenido de teobromina, se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$), siendo la muestra CVH11 con menor valor (1.04%), mientras que la muestra CVH3 fue la de mayor contenido con 1.76% de teobromina. El promedio general de concentración de teobromina de las muestras analizadas fue de 1.31% tal como se observa en la Figura 2. Con respecto a lo indicado por Camino Castillo *et al.* (2014), en el estudio de cacao tipo Nacional de diferentes zonas del litoral ecuatoriano obtuvieron un rango de contenido de teobromina entre 1.52 a 2,59%. La muestra CHV3 fue es la única que entra en el rango con un contenido de teobromina de 1.76%, todas las demás muestras analizadas, obtuvieron un valor por debajo a lo indicado por los autores mencionados.

Vázquez-Ovando *et al.* (2016), mencionan en su investigación que las almendras de cacao fino de aroma fermentadas y secas contienen hasta 1.5% de contenido de teobromina. Con los resultados obtenidos, se observa que la mayor parte de muestras analizadas tienen un contenido menor al 1.5% de teobromina, solo la muestra CVH3 presentó un valor elevado a lo mencionado anteriormente. En una investigación de Aldas-Morejon *et al.* (2023), se determinó que el contenido de teobromina dentro de los granos de cacao tiende a disminuir por algunos factores como genotipo, nivel y tiempo de fermentación y temperatura del tostado.

Tabla 3. Composición proximal (%) de los granos de cacao tipo Nacional de la Parroquia de Valle Hermoso

Muestra	pH	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra (%)
CVH1	4.72 ± 0.001 a	6.43 ± 0.02 h	12.11 ± 0.02 b	43.83 ± 0.11 h	3.25 ± 0.02 d e f	3.26 ± 0.01 g
CVH2	5.15 ± 0.02 d	6.70 ± 0.01 k l	11.88 ± 0.02 a	43.18 ± 0.28 f	3.29 ± 0.02 f g h	3.23 ± 0.01 d e f
CVH3	4.70 ± 0.02 a	6.07 ± 0.02 a b	12.39 ± 0.01 c d e	43.64 ± 0.08 g h	3.29 ± 0.04 f g h i	3.24 ± 0.01 d e f
CVH4	5.43 ± 0.01 f	6.04 ± 0.03 a	13.47 ± 0.00 i	43.13 ± 0.38 f	3.33 ± 0.02 h i	3.25 ± 0.01 f g
CVH5	5.51 ± 0.02 h	6.06 ± 0.03 a	12.12 ± 0.00 b	37.42 ± 0.38 b	3.35 ± 0.02 i	3.21 ± 0.01 a b c
CVH6	5.29 ± 0.01 e	6.28 ± 0.01 e f	12.61 ± 0.01 f	36.15 ± 0.02 a	3.22 ± 0.01 d e	3.20 ± 0.01 a
CVH7	5.57 ± 0.01 i	6.99 ± 0.01 n	13.00 ± 0.02 g	43.03 ± 0.02 f	3.41 ± 0.01 j	3.21 ± 0.00 a b c
CVH8	5.66 ± 0.00 j	6.38 ± 0.02 g h	13.17 ± 0.01 h	44.84 ± 0.10 j	3.05 ± 0.01 b	3.22 ± 0.00 c d e
CVH9	5.69 ± 0.01 j	6.38 ± 0.02 g h	12.14 ± 0.01 b	43.30 ± 0.12 f g	3.26 ± 0.01 e f g	3.22 ± 0.01 b c d
CVH10	5.84 ± 0.02 m	6.56 ± 0.02 i	13.74 ± 0.02 j	42.06 ± 0.02 e	3.31 ± 0.01 g h i	3.20 ± 0.01 a b
CVH11	5.72 ± 0.01 k	6.24 ± 0.01 d e	13.03 ± 0.14 g h	44.89 ± 0.13 j	2.84 ± 0.01 a	3.23 ± 0.01 d e f
CVH12	6.04 ± 0.01 o	6.32 ± 0.03 f g	12.51 ± 0.01 e f	40.03 ± 0.24 d	3.41 ± 0.01 j	3.24 ± 0.01 d e f
CVH13	5.89 ± 0.01 n	6.95 ± 0.03 n	12.43 ± 0.12 d e	42.10 ± 0.10 e	3.28 ± 0.01 f g h	3.24 ± 0.00 d e f
CVH14	6.08 ± 0.01 p	6.96 ± 0.03 n	12.50 ± 0.01 e f	44.46 ± 0.24 i j	3.23 ± 0.04 d e	3.20 ± 0.01 a b c
CVH15	5.75 ± 0.01 k	6.86 ± 0.03 m	12.12 ± 0.01 b	44.31 ± 0.14 i	3.04 ± 0.02 b	3.19 ± 0.01 a
CVH16	5.74 ± 0.00 k	6.76 ± 0.01 l	12.26 ± 0.15 b c	44.84 ± 0.06 j	3.20 ± 0.01 d	3.19 ± 0.00 a
CVH17	5.79 ± 0.00 l	6.14 ± 0.02 b c	13.38 ± 0.02 i	38.13 ± 0.05 c	3.20 ± 0.00 d	3.20 ± 0.01 a b c
CVH18	5.02 ± 0.00 b	6.59 ± 0.03 i j	12.33 ± 0.02 c d	40.12 ± 0.01 d	3.01 ± 0.01 b	3.35 ± 0.01 h
CVH19	5.47 ± 0.00 g	6.86 ± 0.01 m	13.11 ± 0.12 g h	41.91 ± 0.13 e	3.13 ± 0.01 c	3.24 ± 0.01 e f g
CVH20	5.91 ± 0.00 n	6.64 ± 0.02 j k	13.51 ± 0.08 i	43.82 ± 0.10 h	3.48 ± 0.02 k	3.21 ± 0.01 a b c
CVH21	5.06 ± 0.00 c	6.18 ± 0.02 c d	13.07 ± 0.02 g h	43.07 ± 0.04 f	3.26 ± 0.01 e f g	3.25 ± 0.01 f g

*Los resultados se expresan como el promedio ± error estándar.

Los resultados están expresados en porcentaje de base húmeda.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas (p<0.05) según Tukey.

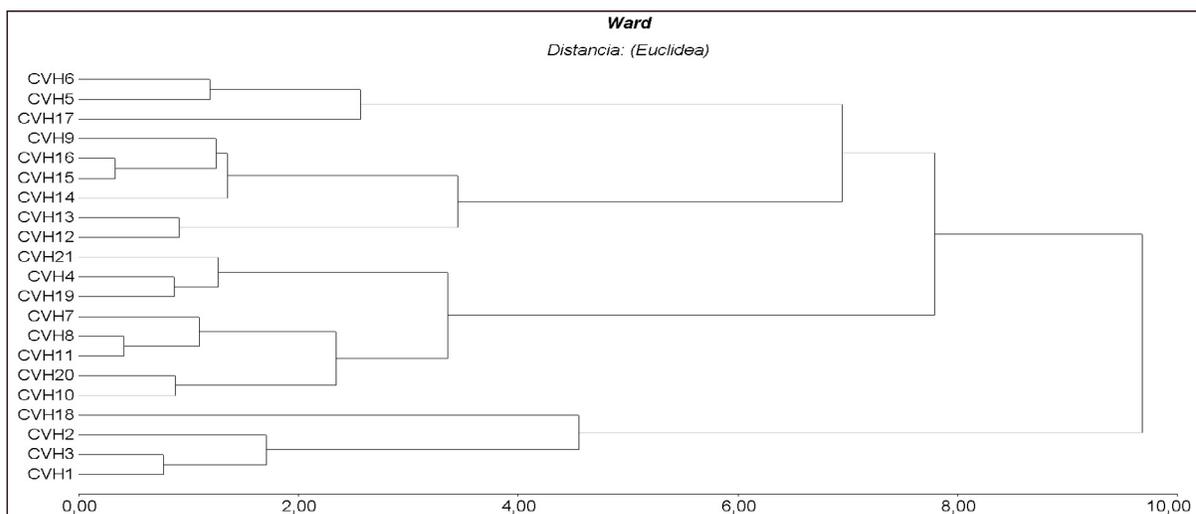


Figura 1. Similitudes en pH, proteína, grasa y fibra de 21 fincas cacaoteras del recinto Valle Hermoso

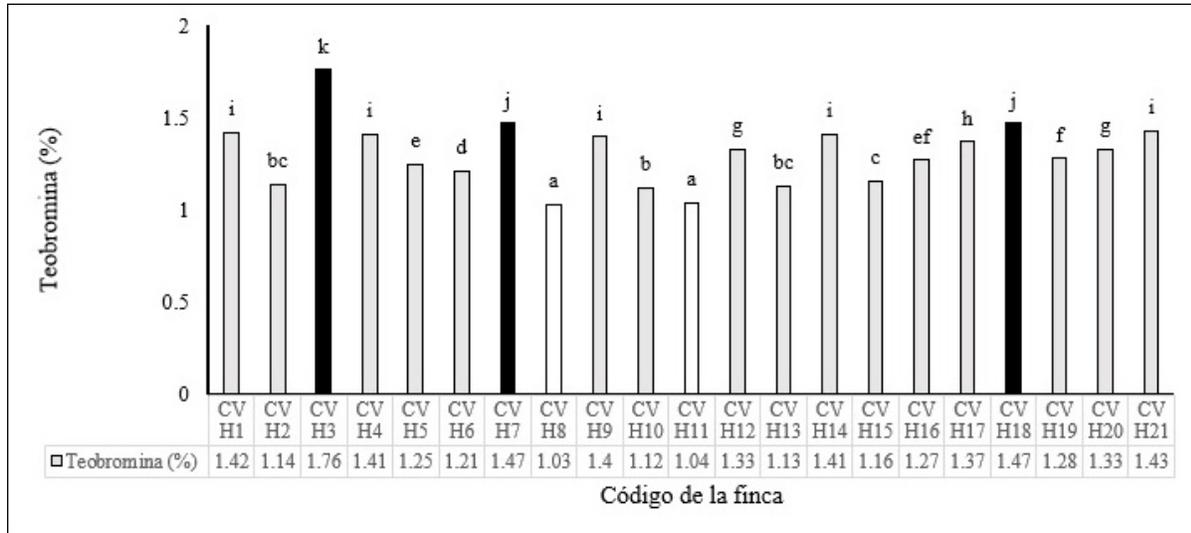


Figura 2. Contenido de Teobromina (%) de los granos de cacao tipo Nacional de la Parroquia de Valle Hermoso. Los resultados se expresan como el promedio de tres repeticiones. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$) según Tukey. Las barras con fondo negro indica los más altos contenidos y las barras en blanco, los contenidos más bajos de teobromina

Minerales

Potasio (mg/100g). Se observó que el mineral con mayor presencia en las muestras analizadas es el potasio, de cual se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$), siendo las muestras CVH16 (824.00 mg/100g); CVH15 (822.60 mg/100g) y CVH20 (820.35 mg/100g) con mayor contenido de este mineral (Tabla 4). Estos valores se encuentran dentro de los datos obtenidos por (Cuenca-Cuenca *et al.*, 2019) con una media general de 830 mg/100g. En la investigación realizada por Perea *et al.* (2011), sobre cacao fino de aroma en Colombia, obtuvieron un rango de 750.20 a 823.11 mg/100g, con ello podemos ver que la mayoría de nuestras muestras están dentro del rango especificado por los autores, a excepción de las muestras CVH9, CVH13, CVH14, CVH17 y CVH19 las cuales no están dentro de los rangos obtenidos por los autores. Las muestras con menor cantidad de potasio fueron CVH9, CVH13 y CVH14, las cuales estuvieron muy por debajo a los resultados obtenidos por los autores antes mencionados; esto puede darse a que el suelo de donde se sacaron dichas muestras no posee la cantidad de nutriente necesario para que la planta de cacao lo absorba.

Hierro (mg/100g). Se pudo encontrar diferencias significativas ($p < 0.05$), en donde las muestras obtuvieron un rango de entre 2.17 a 3.43 mg/100g (Tabla 4), datos que en su mayor parte se acercaron a lo mencionado por (Perea *et al.*, 2011). Las muestras con mayor contenido de este mineral fueron las muestras CVH8 (3.43 mg/100g) y CVH5 (3.40 mg/100g). La muestra CVH10 presentó la menor concentración de hierro con 2.17 mg/100g. En el estudio de Cuenca-Cuenca *et al.* (2019), determinaron una concentración media de 3.6 mg/100g con lo que se puede ver que las muestras analizadas

se encontraron en el rango de dicho estudio.

Zinc (mg/100g). Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en cuestión al contenido del Zinc, se pudo observar que las muestras que presentaron mayor concentración son CVH9 (5.84 mg/100g), CVH15 (5.90 mg/100g), CVH19 (5.87 mg/100g) y CVH 20 (5.77 mg/100g) (Tabla 4), lo cual está dentro de la concentración (5.90 mg/100g) indicada por Mora *et al.* (2022). La muestra que presentó una menor concentración de Zinc fue CVH5 con 3.20 mg/100g, dicho resultado está por debajo de lo reportado por el autor mencionado anteriormente. Las demás muestras obtienen un rango de entre 3.53 a 5.57 mg/100g los cuales están dentro de los datos obtenidos por los autores mencionados.

Fósforo (mg/100g). Con respecto al fósforo, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), y las muestras que destacan por su mayor concentración son CVH2 (537.44 mg/100g) y CVH1 (53.40 mg/100g) (Tabla 4). Sin embargo, aunque sean las de mayor concentración detectadas en el análisis se alejan de los valores obtenidos por Cuenca-Cuenca *et al.* (2019) y Perea *et al.* (2011). Las muestras analizadas muestran similitudes con los resultados obtenidos por Cuenca-Cuenca *et al.*, (2019), quienes reportaron un promedio de 527.81 mg/100g, este valor se aproxima con los datos obtenidos en las muestras CVH3, CVH6, CVH13, CVH18, CVH19, CVH20 y CVH21. En este contexto, los niveles de potasio de todas las muestras, con excepción de CVH1 y CVH2, se encuentran en concordancia con los valores proporcionados por dicho autor, que estableció un contenido de 537 mg/100g de fósforo como referencia. Los datos obtenidos en esta investigación no coinciden con los mencionados por Perea *et al.* (2011) en su

investigación con materiales regionales de cacao colombiano obteniendo un rango de entre 322.20 mg/100g a 450.30 mg/100g.

Calcio (mg/100g). En cuestión al contenido de calcio, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), las muestras que obtuvieron los valores de concentración más altos son CVH6 (108.80 mg/100g), CVH15 (108.63 mg/100g) y CVH12 (108.57 mg/100g) (Tabla 4). Las muestras no cumplen con las concentraciones obtenidas por Moreiras *et al.* (2019) de 106 mg/100g. Dichas muestras se aproximan a lo referenciado por Perea *et al.* (2011) quienes en su investigación con muestras de cacao en Colombia observaron un rango entre 100.20 y 113,43 mg/100g. La muestra con la menor concentración de calcio dentro de esta investigación es la CVH3 con 85.67 mg/100g la cual está por debajo de lo recomendado por los autores mencionados.

Magnesio (mg/100g). Se evidenciaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la concentración de magnesio. La muestra que registró la concentración más elevada fue la CVH18, alcanzando 228.50 mg/100g (Tabla 4). Este valor se asemeja a la concentración de 228.3 mg/100g señalada por Moreiras *et al.* (2019) y concuerda con la información proporcionada por Perea *et al.* (2011), quienes reportaron un rango entre 173.50 y 277.50 mg/100g. Por otro lado, la muestra CVH5 exhibió la concentración más baja, con

213.03 mg/100g, aunque este valor aún se encuentra dentro de los resultados obtenidos por los autores mencionados. En promedio, las muestras analizadas presentaron una concentración de 221.69 mg/100g.

Rangos obtenidos de la composición química del cacao fino de aroma de distintos recintos de la parroquia Valle Hermoso

Después de obtener los resultados de las variables analizadas en las muestras de cacao fino de aroma de los recintos de la parroquia Valle Hermoso, se lograron establecer rangos de composición química (Tabla 5) debido a las diferencias significativas observadas ($p < 0.05$). Este análisis brinda a los productores un conocimiento detallado sobre la composición química del cacao que están produciendo, permitiéndoles destacar las características específicas en comparación con otros productos en el mercado.

La identificación de estas diferencias significativas ofrece a los productores la oportunidad de comprender más a fondo la naturaleza única de su cacao. Este nivel de comprensión puede conferirles una ventaja competitiva, ya que les permite ajustar sus prácticas de cultivo y procesamiento para optimizar la calidad del producto final. Al satisfacer las preferencias del mercado a través de la producción de cacao de alta calidad, los productores pueden diferenciarse de la competencia y consolidar su posición en el mercado internacional.

Tabla 5. Rangos de composición química de los granos de cacao tipo Nacional de la Parroquia de Valle Hermoso

Variab les	Rango de concentración obtenido
Humedad	6.04 – 6.99%
Ph	4.72 – 6.08
Grasa	36.15 – 44.89%
Proteína cruda	11.78 – 13.74%
Ceniza	2.84 – 3.48%
Fibra cruda	3.19 – 3.35%
Teobromina	1.04 – 1.76%
Minerales	
Calcio	85.67 – 108.80
Magnesio	213.03 – 228.50
Potasio	460.63 – 824.00
Hierro	2.17 – 3.43
Zinc	3.20 – 5.90
Fósforo	486.86 – 537.44

Tabla 4. Composición de macro y micro minerales (mg/100g) de los granos de cacao tipo Nacional de la Parroquia de Valle Hermoso

Muestra	Fósforo mg/100 g	Hierro mg/100g	Zinc mg/100g	Potasio mg/100g	Calcio mg/100g	Magnesio mg/100g
CVH1	537.40 ± 0.69 j	2.87 ± 0.02 c d e	5.07 ± 0.12 e f	790.60 ± 0.31 i	95.57 ± 0.10 d e	227.20 ± 0.35 i j k l
CVH2	537.44 ± 1.07 j	3.25 ± 0.05 h i j k	4.03 ± 0.07 b	806.53 ± 0.51 k	98.50 ± 0.63 f	225.80 ± 0.60 g h
CVH3	532.85 ± 0.75 i	2.83 ± 0.06 c d	4.33 ± 0.01 b c	811.07 ± 0.31 k	85.67 ± 0.83 a	222.90 ± 0.10 f
CVH4	491.69 ± 0.91 c d	2.90 ± 0.01 d e f	4.30 ± 0.02 b c	771.77 ± 0.38 e	92.37 ± 0.99 b c	215.63 ± 0.09 c d
CVH5	494.88 ± 0.25 e f	3.40 ± 0.01 k l	3.20 ± 0.02 a	774.17 ± 0.19 e f	96.67 ± 0.44 d e f	213.03 ± 0.05 a
CVH6	530.07 ± 0.75 i	3.17 ± 0.04 g h i	3.53 ± 0.03 a	776.43 ± 0.07 e f	108.80 ± 0.31 i	214.23 ± 0.03 a b
CVH7	487.75 ± 0.18 a b	2.90 ± 0.02 d e f	5.40 ± 0.03 f g h i	819.77 ± 0.99 l	91.13 ± 0.70 b	216.60 ± 0.59 d e
CVH8	495.84 ± 0.50 e f	3.43 ± 0.06 l	5.37 ± 0.04 f g h	797.27 ± 1.44 j	105.97 ± 0.94 h	215.63 ± 0.27 c d
CVH9	489.12 ± 0.24 a b c	3.03 ± 0.05 e f g	5.84 ± 0.12 h i j	460.63 ± 1.01 a	102.90 ± 0.63 g	217.60 ± 0.45 e
CVH10	488.35 ± 0.37 a b	2.17 ± 0.04 a	5.30 ± 0.02 f g h	788.50 ± 3.52 h i	98.77 ± 1.07 f	216.97 ± 0.15 d e
CVH11	486.86 ± 0.18 a	3.20 ± 0.11 g h i j	5.57 ± 0.06 g h i j	783.57 ± 3.25 g h	97.87 ± 0.56 e f	228.00 ± 0.71 k l
CVH12	497.74 ± 0.61 f g	3.37 ± 0.06 j k l	4.30 ± 0.04 b c	779.03 ± 1.84 f g	108.57 ± 0.69 i	224.60 ± 0.53 g
CVH13	521.69 ± 3.01 h	2.70 ± 0.01 b c	5.13 ± 0.01 e f	485.33 ± 3.40 b	101.80 ± 0.85 g	214.73 ± 0.07 b c
CVH14	495.84 ± 0.54 e f	3.10 ± 0.03 g h	5.30 ± 0.01 f g h	486.07 ± 3.32 b	97.57 ± 0.94 e f	216.77 ± 0.47 d e
CVH15	493.87 ± 0.42 d e	2.90 ± 0.04 d e f	5.90 ± 0.03 j	822.60 ± 1.55 l	108.63 ± 0.57 i	227.40 ± 0.10 j k l
CVH16	499.79 ± 2.13 g	3.33 ± 0.03 i j k l	4.83 ± 0.02 d e	824.00 ± 3.60 l	94.53 ± 1.09 c d	227.67 ± 0.74 j k l
CVH17	490.45 ± 0.24 b c	3.10 ± 0.03 g h	5.20 ± 0.02 e f g	732.23 ± 0.81 d	103.37 ± 1.66 g	226.03 ± 0.03 h i
CVH18	531.72 ± 0.42 i	3.07 ± 0.07 f g h	4.43 ± 0.07 c	784.60 ± 0.19 g h	90.87 ± 0.44 b	228.50 ± 0.02 l
CVH19	523.31 ± 0.36 h	2.33 ± 0.05 a	5.87 ± 0.03 j	715.04 ± 1.13 c	105.87 ± 0.75 h	226.63 ± 0.11 h i j
CVH20	532.16 ± 1.03 i	2.23 ± 0.03 a	5.77 ± 0.06 i j	820.35 ± 0.52 l	102.80 ± 0.38 g	227.13 ± 0.10 h i j k
CVH 21	522.89 ± 1.03 h	2.53 ± 0.03 b	4.67 ± 0.06 c d	790.91 ± 0.52 i	92.79 ± 0.38 b c	222.45 ± 0.10 f

*Los resultados se expresan como el promedio ± la desviación estándar de tres repeticiones. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas (p<0.05) según Tukey.

Conclusiones

Al examinar los componentes químicos de las muestras obtenidas de los productores en diferentes recintos de la Parroquia Valle Hermoso, se ha determinado la presencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los parámetros evaluados, que incluyen humedad, pH, cenizas, grasa, proteína, fibra y teobromina. Estos hallazgos sugieren que estos parámetros pueden servir como indicadores de calidad, permitiendo la diferenciación entre las diversas muestras.

En cuanto a los valores de grasa, proteína y teobromina, se observó que estos difieren de los estándares convencionales de calidad del cacao en Ecuador. Estas variaciones se atribuyen a factores como las condiciones climáticas en las que se cultiva el cacao, las prácticas poscosecha y el tipo específico de cacao (genética) producido en la Parroquia de Valle Hermoso.

El análisis jerárquico de Ward reveló la formación de cuatro grupos con base en las variables analizadas (pH, proteína, grasa y fibra). Cada grupo agrupa fincas con similitudes en estas variables, proporcionando una estructura organizada para entender las relaciones entre las muestras de cacao examinadas.

Destacando el caso específico de la finca La Bocana (CVH11), se observaron características destacadas de calidad del cacao, presentando un contenido más elevado de grasa y una concentración menor de cenizas y teobromina.

Asimismo, se observó un contenido más elevado de minerales como potasio, fósforo, calcio y magnesio en las muestras de los productores de los recintos de la Parroquia Valle Hermoso, con diferencias significativas entre fincas.

El establecimiento de los rangos de concentraciones que conforman el perfil de calidad química del cacao fino de aroma de la Parroquia Valle Hermoso proporciona una comprensión integral de las características químicas de este cacao. Este conocimiento no solo es valioso en términos científicos, sino que también sirve como incentivo para fomentar la producción de cacao de alta calidad en esta región, impulsando así el desarrollo de prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles.

Referencias bibliográficas

- Afoakwa, E. O., Quao, J., Takrama, J., Budu, A. S. y Saalia, F. K. (2013). Chemical composition and physical quality characteristics of Ghanaian cocoa beans as affected by pulp pre-conditioning and fermentation. *Journal of Food Science and Technology*, 50(6), 1097–1105. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0446-5>
- Aldas-Morejon, J., Otero-Tuarez, V., Revilla-Escobar, K., Laura-Carrillo, M. y Sánchez-Aguilera, D. (2023). Incidencia del tostado sobre las características fisicoquímicas y alcaloides de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) y su efecto en las propiedades organolépticas de una infusión. *Agroindustrial Science*, 15–21. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2023.01.02>
- Álvarez, C., Pérez, E. y Lares, M. C. (2007). Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. *Agronomía Tropical*, 57(4), 249–256. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2007000400001&lng=es&tlng=es.
- Amaiz, M. L., Gutiérrez, R., Pérez, E. y Álvarez, C. (2012). Efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado Miranda, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(2), 439–446. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4688626>
- Andrade Almeida, J., Rivera García, J., Chire Fajardo, G. C. y Ureña Peralta, M. O. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao *Theobroma cacao L.* de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1–12. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422019000400001&lng=es&tlng=es.
- Anzules, V., Borjas-Ventura, R., Castro-Cepero, V. y Julca-Otiniano, A. (2018). Caracterización de fincas productoras de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Santo Domingo de Los Tsáchilas, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 8(2). <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/493/388>
- AOAC. (2011). *Official methods of analysis of AOAC 18th edition*. AOAC Int. Gaithersburg, MD.
- Ávila, E. M. C. y Cedeño, Z. F. P. (2021). Análisis del plan estratégico del cacao fino y de aroma ecuatoriano, periodo 2013-2017. *ECA Sinergia*, 12(3), 135–147. https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v12i3.3207
- Braudeau, J. (1970). El cacao, técnicas agrícolas y producciones tropicales (*Theobroma cacao L.*). *La Habana. Cuba, Editorial Pueblo y Educación*, 279.
- Camino Castillo, C. E., Espín, S., Samaniego, I. y Carpio, C. (2014). Comparación de los niveles de grasa, alcaloides y polifenoles totales en almendras de cacao nacional fino de aroma de diferentes zonas del Litoral ecuatoriano. *Ciencia e Ingeniería*, 34–40. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3280>
- Chang, J. F. V., Torres, C. V., Morán, D. E. P., Véliz, J. M., Remache, R. R. y Rodríguez, W. M. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao L.*) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2), 21–34. <https://doi.org/10.18779/cyt.v7i2.139>
- Chapa Gonza, S. R. (2022). *Caracterización física y química de almendras secas del cacao fino de aroma (Theobroma cacao L.) provenientes de la región Amazonas*. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2704>

- Cuenca-Cuenca, E. W., Puentes-Páramo, Y. J. y Menjivar-Flores, J. C. (2019). Uso eficiente de nutrientes en cacao fino de aroma en la provincia de Los Ríos-Ecuador/Efficient use of nutrients in fine aroma cacao in the Province of Los Ríos-Ecuador. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 72(3), 8963. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n3.74862>
- del Valle González-Canache, A., Orlando-Alvarez, C. C., Durand-Cos, M. S. J. I. y Utria-Borges, C. E. (2014). Evaluación de diferentes tipos de fermentadores y frecuencia de remoción en la calidad del grano de *Theobroma cacao* L. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 18(4), 36–45.
- El Misionero. El periódico de la Universidad Agraria del Ecuador. (2023). Perspectivas Del Mercado Para El 2023. *El Misionero*, 12. http://archivo.uagraria.edu.ec/web/el_misionero/2023/El-Misionero-945.pdf
- Elaje Solis, N. L. (2022). *Análisis de las características de calidad del grano de cacao fino de aroma ecuatoriano demandadas por el comercio nacional e internacional*. BABAHOYO: UTB, 2021. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11361>
- FEDECACAO. (2004). *El beneficio y Características Físico-químicas del cacao (Theobroma Cacao L.)*. Programa de comercialización. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18060/42772_46877.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- FEDECACAO. (2005). *El Beneficio y Características Físico Químicas del Cacao, (Theobroma Cacao L) en Colombia*. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2272/45134_61195.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fernández, C. O. Á., Salgado, N. D. L., Silva, E. E. P., Del, M., Amaíz, L. y González, J. G. P. (2022). Revisión sobre los atributos físicos, químicos y sensoriales como indicadores de la calidad comercial del cacao A review of the physical, chemical and sensory attributes as indicators of the commercial quality of cocoa. *FUNDACIÓN GRUPO PARA LA INVESTIGACIÓN, FORMACIÓN Y EDICIÓN TRANSDISCIPLINAR (GIFET)–DIRECTIVA*, 12–25. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6548316>
- GAD VALLE HERMOSO. (2015). *Caracterización de la Parroquia rural de Valle Hermoso*. https://issuu.com/gadparroquialvallehermoso/docs/pdyot_valle_hermoso
- García Vidal, G., Guzmán Vilar, L. y Pérez Campesúñer, R. (2017). Research Trends in Cocoa : Opportunities for Research in Santo Domingo. *SATHIRI, Sembrador*, 12(2), 22. <https://pdfs.semanticscholar.org/1a0d/95bc7e6fa1bcf5f2b54a304b1f1d0a85ba35.pdf>
- INEN. (2018). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0176:2018. Cacao en grano. Requisitos*. https://corpalmesa.com/wp-content/uploads/2021/07/CORPALMESAnte_inen_.pdf
- Kakaw Sana, R. (2012). *Componentes del cacao. Ciencia del Cacao*.
- Leiva-Rojas, E. I., Gutiérrez-Brito, E. E., Pardo-Macea, C. J. y Ramírez-Pisco, R. (2019). Comportamiento vegetativo y reproductivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) por efecto de la poda. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(2), 137–146. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v42n2/0187-7380-rfm-42-02-137.pdf>
- Loureiro, G. A. H. de A., Araujo, Q. R. de, Valle, R. R., Sodré, G. A. y Souza, S. M. M. de. (2017). Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 579–587. <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1274>
- Martínez-Aguilar, F. B., Guevara-Hernández, F., Aguilar-Jiménez, C. E., Rodríguez-Larramendi, L. A. y Reyes-Sosa, M. B. (2020). Caracterización físico-química y biológica del suelo cultivado con maíz en sistemas convencional, agroecológico y mixto en la Frailesca, Chiapas. *Terra Latinoamericana*, 38(4), 871–881. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.793>
- Mora, F. C., Torres, L. A. A., Barzallo, A. A. y Quintanilla, M. O. (2022). Índices de calidad en la comercialización del cacao (*Theobroma cacao* l.) en Ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 7(1), 42. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7724766>
- Moreiras, O., Cuadrado, C., Cabrera, L. y Carvajal, Á. (2019). *Tablas de composición de alimentos* (Pirámide M). Biblioteca Hernán Malo González. <https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/83081>
- Naranjo González, J. A. (2011). *Caracterización de productos tradicionales y no tradicionales derivados de cacao (Theobroma cacao L) en el estado de Tabasco, México*. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/489>
- Nogales, J., Graziani de Fariñas, L. y Ortiz de Bertorelli, L. (2006). Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera¹. *Agronomía Tropical*, 56(1), 5–20. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000100001&lng=es&tln g=es.
- Perea, J. A., Ramirez, O. L. y Villamizar, A. R. (2011). Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano. *Biología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9(1), 35–42. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612011000100005&lng=en&tln g=es.
- Ramírez, J. C. P., Mamani, H. O., Mucha, G. U. T. y Quispe, R. A. T. (2020). Efecto de la enzima proteasa y polifenoloxidasas en la calidad del cacao (*Theobroma cacao* L.) fino de aroma en el proceso de fermentación. *Investigación*, 28(1), 257–263. <https://doi.org/10.51440/unsch.revistainvestigacion.28.1.2020.379>

- Vázquez-Ovando, A., Ovando-Medina, I., Adriano-Anaya, L., Betancur-Ancona, D. y Salvador-Figueroa, M. (2016). Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 66(3), 239–254. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222016000300010&lng=es&tlng=es.
- Verdesoto, P. S. (2009). *Caracterización química preliminar de cacao (Theobroma cacao) de los municipios de Omoa y La Masica, Honduras*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/316>

Copyright (2024) © Wiston Morales-Rodríguez,

José Carlosama - Martínez, Carmen Sinchi Rivas, Abelardo Alderete Rendon, Christian Vallejo Torres y Wiston Morales Cedeño.

Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Usted es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. También podrá adaptar: remezclar, transformar y construir sobre el material. [Ver resumen de la licencia](#).

