

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

TEMA:

“ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE GRANOS DE CACAO
CCN-51 Y NACIONAL FINO Y DE AROMA CULTIVADO EN LA REGIÓN
AMAZONICA DEL ECUADOR”

AUTOR:

ZAMBRANO ZAMBRANO SANTA MELISSA

TUTOR:

ING. MIRABELLA DEL JESUS LUCAS ORMAZA Mg.

MANABÍ – ECUADOR

2024(1)

DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA

Yo, Zambrano Zambrano Santa Melissa con C.I 1721389482 declaramos que el presente trabajo de titulación denominado **“Análisis Composición proximal de granos de cacao CCN-51 y Nacional Fino y de Aroma cultivados en la Región Amazónica del Ecuador”** es de nuestra autoría.

Asimismo, autorizamos a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí para que realice la digitalización y publicación de este proyecto en el repositorio digital de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la ley Orgánica de Educación Superior.

La responsabilidad del contenido presente en este estudio corresponde exclusivamente a nuestra autoría y el patrimonio intelectual de la investigación pertenecerá a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Manta, 12 febrero del 2025

Lo certificamos:



Zambrano Zambrano Santa Melissa

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la vida y Tecnologías de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante Zambrano Zambrano Santa Melissa, legalmente matriculada en la carrera de Agroindustrias, período académico 2024-2, cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto es “ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN PROXIMAL DE GRANOS DE CACAO CCN-51 Y NACIONAL FINO Y DE AROMA CULTIVADO EN LA REGIÓN AMAZONICA DEL ECUADOR”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 12 de febrero de 2024.

Lo certifico,



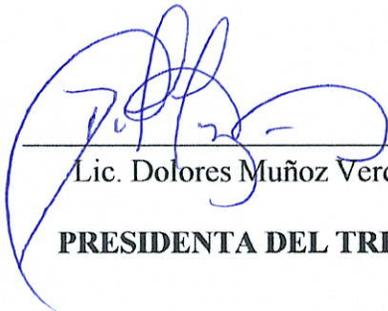
Ing. Mirabella Lucas Ormaza Mg.
Docente Tutor
Área: Agroindustrias

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los honorables Miembros del Tribunal Examinador aprueban el proyecto de investigación con el tema “**Análisis Composición proximal de granos de cacao CCN-51 y Nacional Fino y de Aroma cultivados en la Región Amazónica del Ecuador**”, la estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial: **Zambrano Zambrano Santa Melissa**, luego de haber sido analizado por los señores miembros del Tribunal Examinador, en cumplimiento de lo que establece la Ley se aprueba del trabajo de titulación:

Para constancia firman:



Lic. Dolores Muñoz Verduga, PhD.
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. Ítalo Bello Moreira, Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Stalin Santacruz Terán, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE GRANOS DE CACAO CCN-51 Y NACIONAL FINO Y DE AROMA CULTIVADO EN LA REGIÓN AMAZONICA DEL ECUADOR

ANALYSIS OF THE PROXIMAL COMPOSITION OF COCOA BEANS CCN-51 AND NATIONAL FINE AND AROMA CULTIVATED IN THE AMAZON REGION OF ECUADOR

Zambrano Zambrano Santa Melissa

¹Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, vía San Mateo s/n, Manta, Ecuador

Email: e1721389482@live.ulead.edu.ec

Información del Resumen artículo

Tipo de artículo:

Artículo original

Recibido:

09/01/2025

Aceptado:

dd/mm/aaaa

Licencia:

CC BY-NC-SA 4.0

Revista

ESPAMCIENCIA

11(1):1-11

El cacao ecuatoriano, especialmente el Nacional Fino de Aroma, es un producto emblemático debido a su calidad única y perfil sensorial excepcional, representando el 63% de la producción mundial de este tipo de cacao. En contraste, el CCN-51, un clon altamente productivo, ha ganado relevancia en la industria pese a su menor calidad sensorial. Este estudio comparó las características bromatológicas de ambas variedades cultivadas en la provincia de Orellana. Los análisis incluyeron grasa, proteína, fibra, carbohidratos, sólidos solubles, pH, acidez y compuestos fenólicos. Se evaluaron granos fermentados y sin fermentar, utilizando métodos normados como refractometría, gravimetría y espectrofotometría. Los resultados evidenciaron que el CCN-51 posee mayor contenido graso, asociado a su genética, mientras que el Nacional Fino de Aroma destacó en fibra y carbohidratos, influenciados por su proceso de fermentación. El pH fue mayor en granos sin fermentar, lo que afecta la acidez y, por ende, el perfil organoléptico. La fermentación mejoró características clave del Nacional Fino de Aroma, como los sólidos solubles, esenciales para el desarrollo del sabor a chocolate. El CCN-51, con mayor contenido graso y menor acidez, resulta útil para aplicaciones cosméticas, mientras que el Nacional conserva su ventaja en mercados de chocolate.

Palabras clave: cacao CCN-51, cacao Nacional fino de Aroma, Fermentado.

Abstract

Ecuadorian cocoa, especially the Nacional Fino de Aroma, is an emblematic product due to its unique quality and exceptional sensory profile, representing 63% of the world production of this type of cocoa. In contrast, CCN-51, a highly productive clone, has gained relevance in the industry despite its lower sensory quality. This study compared the bromatological characteristics of both varieties grown in the province of Orellana. The analyses included fat, protein, fiber, carbohydrates, soluble solids, pH, acidity and phenolic compounds. Fermented and unfermented beans were evaluated, using standardized methods such as refractometry, gravimetry and spectrophotometry. The results showed that CCN-51 has a higher fat content, associated with its genetics, while Nacional Fino de Aroma stood out in fiber and carbohydrates, influenced by its fermentation process. The pH was higher in unfermented beans, which affects the acidity and, therefore, the

organoleptic profile. Fermentation improved key characteristics of Nacional Fino de Aroma, such as soluble solids, essential for chocolate flavor development. CCN-51, with higher fat content and lower acidity, is useful for cosmetic applications, while Nacional retains its advantage in chocolate markets.

Keywords: cocoa CCN-51, cocoa Nacional Fino de Aroma, Fermented.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Ecuador es de gran relevancia económica. Ecuador es reconocido como el principal productor mundial de cacao fino de aroma, conocido también como Cacao Nacional o "Arriba". Este tipo de cacao representa el 63% de la producción global de esta variedad, se distingue por su sabor floral y frutal, así como por su calidad excepcional. Las condiciones geográficas y climáticas del país, junto con su biodiversidad, permiten que este cacao desarrolle un perfil sensorial único, altamente valorado nacional e internacionalmente. Durante siglos, el Cacao Nacional ha sido un emblema de la tradición y excelencia ecuatoriana en la producción de insumos para la industria chocolatera, siendo un elemento clave en la creación de chocolates premium gracias a su incomparable riqueza de sabores y aromas. Este tipo de cacao tiene una larga historia en Ecuador; ya en la década de 40 se plantaron diversas huertas para realizar cruces de especies y conservar esta variedad. La exportación de cacao ha representado entre el 40% y el 60% de las exportaciones totales del país, siendo uno de los productos ecuatorianos de mayor expansión, su producción se destaca particularmente en la elaboración de chocolate fino, destinado a mercados internacionales, su mazorca de esta variedad se distingue por ser verde en su etapa inicial y volverse amarilla al alcanzar la madurez (Mera Vargas 2023).

Según (Anecacao 2019), el cacao fino y de aroma posee características distintivas de aroma y sabor que son muy valoradas por los fabricantes de chocolate tanto a nivel nacional como internacional. La producción de este tipo de cacao representa aproximadamente el 5% de la producción mundial.

El CCN 51 es un clon desarrollado por Homero Castro mediante los cruces (ICS95 x IMC 67) x Oriente 1 en su finca Theobroma, ubicada en la región de Naranjal, en la provincia del Guayas. Este cacao ha sido cultivado comercialmente desde 1980, destacándose por su alta productividad, aunque con una calidad inferior en comparación con los cacaos nacionales (Ana García et al., 2021). También conocido en Ecuador como Ramilla, es un

híbrido de tres variedades: trinitario, nacional y oriente 1, originario de la Amazonía Ecuatoriana. Debido a la combinación de estas variedades, se le considera uno de los cacaos más productivos del mundo. Sus frutos presentan una coloración rojiza durante su desarrollo y maduración. Aunque su perfil de aroma y sabor es muy diferente al del cacao fino de aroma, no se considera de menor calidad. Además, el cacao CCN-51 tiene un alto contenido de manteca, lo que lo hace muy utilizado en la industria cosmética por sus propiedades hidratantes para la piel (Paredes y Chauvin 2015).

Sin embargo, cada vez más agricultores optan por cultivar variedades de cacao como el CCN-51 en lugar del Nacional Fino de Aroma. Tienen un mayor conocimiento botánico sobre estas variedades, pero no tanto sobre sus características bromatológicas, y no aseguran que el cacao producido es 100% puro. Se pretende analizar si estos cultivos, a una altitud inferior a 4500 mm, poseen características bromatológicas similares que los hagan competitivos entre sí (Daza Safadi y Tapia Román 2017).

En esta investigación se analiza la composición proximal del grano de cacao Nacional Fino de aroma y del CCN-51, realizando los análisis de grasas, proteínas, cenizas, fibras, acidez, pH y sólidos solubles, con el objetivo de comparar las características bromatológicas del Cacao CCN-51 y Cacao Nacional Fino de Aroma de la provincia de Orellana, cantón La Joya de los Sachas, parroquia San Carlos perteneciente a la región Amazónica – Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tratamiento de las muestras en laboratorio

Las muestras de cacao (*Theobroma cacao L.*) tanto el Nacional fino de aroma y el CCN-51 fueron recolectada en el cantón la Joya de los Sachas, parroquia San Carlos, en la provincia de Orellana, Ecuador. Para esta investigación, se utilizaron 4 kg de cacao de cada variedad, provenientes de la región Amazónica del país, tal como se ha señalado.

Fermentación

El proceso de fermentación se realizó mediante el método de “fermentación a montón”, ideal para procesar pequeñas cantidades de cacao. Los granos fueron colocados en sacos de yute, para conservar el calor necesario durante el procedimiento. Inicialmente, se llevó a cabo un escurrido de 2 días a temperatura de 28°C, para reducir el contenido de mucílago, comúnmente llamado "baba". Durante esta etapa, los sacos se dispusieron sobre pallets, aprovechando el peso de los granos para que el mucílago se desprendiera de forma natural. Posteriormente los granos pasaron por un pre-secado y oreado a temperatura 27,8°C de 4 horas, lo que disminuyó aún más el contenido de mucílago, reduciendo el riesgo de acidez excesiva en el cacao, ya que esta característica está directamente influenciada por la presencia de mucílago. La fermentación se extendió durante 4 días, el tiempo óptimo para esta etapa, que típicamente varía entre 3 y 4 días. Los dos primeros días correspondieron a una fase anaeróbica crítica, en la que los granos debían permanecer aislados de la luz y del aire, para lo cual se cubrieron con sacos de yute a una temperatura de 24°C. Al finalizar esta fase, los granos desprendían un aroma característico a alcohol, producto de la fermentación de los azúcares del mucílago. En las etapas posteriores, el alcohol se transformó en ácido acético o vinagre gracias a la acción de bacterias aeróbicas estimuladas por la aireación introducida en el primer y segundo volteo a temperatura de 49°C, en el tercer volteo se realizó a temperatura de 39°C. Estas remociones, realizadas en intervalos regulares, fueron esenciales para lograr una fermentación homogénea y superar el 90% de efectividad. Cabe destacar que los granos situados en el centro del montón tienden a fermentar más rápidamente y de manera más uniforme, por lo que las remociones debieron realizarse cuidadosamente para garantizar un tratamiento equitativo de todos los granos. Además, se monitoreó constantemente la temperatura, medida en el centro del montón, alcanzando el rango óptimo de 50 °C, según lo recomendado por (Bedoya Vergara s. f.).

Secado

El cacao fue sometido a un proceso de secado que se llevó a cabo durante 4 días utilizando el método de “secado al sol”, reconocido por su naturaleza sostenible y su capacidad para mejorar la acidez de los granos. Durante este proceso, los granos se removieron constantemente para garantizar un secado uniforme y evitar que se pegaran entre sí, reduciendo así el riesgo de formación de moho. Los tiempos de secado variaron según las condiciones climáticas de la zona. Un secado inadecuado puede resultar en niveles elevados de humedad, favoreciendo el desarrollo de moho, mientras que un secado excesivo

puede volver los granos y su cáscara quebradizos (Peralta Ortíz 2019).

Tras completar las etapas de fermentación y secado, los granos de cacao adquirieron una forma arriñonada y una tonalidad marrón característica, indicadores de un correcto procesamiento interno.

Por otro lado, las muestras de cacao sin fermentar fueron sometidas a un escurrido para eliminar el exceso de mucílago, seguido por un secado al sol durante 11 días. Debido a la ausencia de fermentación, estos granos presentaron un color violeta en su interior, propio de su estado no fermentado.

Preparación de muestras

Tras obtener las muestras de cada variedad de cacao, se procedió a su clasificación y rotulación según el tratamiento aplicado. Luego los granos fueron completamente molidos utilizando un molino pulverizador marca Vevor -Estados Unidos. Mediante un proceso de cernido, se eliminaron los residuos remanentes, obteniendo como resultado un polvo de cacao homogéneo. Para garantizar la conservación de las muestras y prevenir su oxidación, estas se envasaron al vacío y se sellaron herméticamente con un equipo de vacío y sellado de pequeña escala marca Anova-China (Llano Rubiños 2018).

De cada muestra, se pesaron 25 g y se diluyeron en agua destilada en una proporción 1:9, con el objetivo de reducir la densidad y viscosidad. Las mezclas se dejaron reposar durante 24 horas, agitándolas cada 8 horas para asegurar una homogenización adecuada. Posteriormente, las soluciones se transfirieron a tubos y se centrifugaron a 3900 rpm durante 10 minutos en una centrífuga marca Sigma-Japón. Finalmente, se realizó una filtración al vacío para separar las partículas en suspensión, obteniendo muestras limpias. Estas fueron almacenadas en refrigeración para su conservación.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Análisis físicos

Sólidos solubles

Los grados Brix se evaluaron siguiendo la metodología descrita en la norma NTE INEN 0380 (1985-12). El análisis se realizó a una temperatura controlada, entre 15 °C y 25 °C. Para llevarlo a cabo, se depositaron entre 2 y 3 gotas de la muestra sobre el prisma del refractómetro marca Atago-Japón, efectuándose posteriormente la lectura correspondiente.

Análisis químicos

El contenido de proteína total se determinó según la norma NTE INEN 465 (1980), utilizando la técnica de Kjeldahl. Los lípidos se cuantificaron por gravimetría, conforme a la norma NTE INEN 466 (1980), las cenizas se midieron por gravimetría siguiendo la norma NTE INEN 467 (1980), y los porcentajes de fibras se obtuvieron mediante el método gravimétrico AOAC 926.09 (1971). Los carbohidratos totales se calcularon por diferencia utilizando la siguiente fórmula, a partir de los análisis de proteínas, grasas, cenizas y fibras siguiendo la metodología propuesta por Ramos s. f.

$$\%CT = 100 - (\%P + \%F + \%C + \%G)$$

pH y acidez

La determinación del pH se realizó conforme al método establecido en la norma NTE INEN 0389 (1985), utilizando un potenciómetro marca Hanna-Italia para analizar muestras de 20 mL. El porcentaje de acidez fue calculado mediante titulación, siguiendo la técnica descrita por Melendez y Anthony (2017) y empleando la siguiente ecuación. Para ello, se diluyeron 5 mL de muestra en 45 mL de agua destilada, añadiendo solución de fenolftaleína al 1% como indicador y titulando con hidróxido de sodio 1N. Los resultados se expresaron en términos de ácido cítrico, considerando su equivalencia química de 0,064 meq/L.

$$\%Acidez = \frac{V NaOH * N NaOH * meq\ ácido\ cítrico * 100}{cantidad\ de\ muestra\ (ml)}$$

Compuestos fenólicos

El análisis se realizó siguiendo la metodología descrita por Salas-Pérez et al. (2022)., con algunas modificaciones. Las muestras previamente filtradas fueron transferidas a matraces y dejadas en reposo durante 24 horas en un lugar seco y oscuro, cubiertas con papel aluminio para garantizar mayor precisión en los resultados.

Se preparó una dilución 1:3 mezclando 10 mL de muestra con 30 mL de agua destilada. De esta dilución, se tomó 1 mL, al cual se añadieron 5 mL de agua destilada y 0,5 mL de reactivo Folin-Ciocalteu al 2N, transfiriendo la mezcla a una probeta de 10 mL. La muestra se dejó reposar durante 8 minutos, nuevamente cubierta con papel aluminio y en condiciones de oscuridad y sequedad. Posteriormente, se agregaron 1,5 mL de carbonato de sodio al 7,5%, completando el volumen a 10 mL con agua destilada. La mezcla se mantuvo en reposo durante 2 horas en las mismas condiciones. Finalmente, se midió la absorbancia a una longitud de onda de 765 nm utilizando un espectrofotómetro marca Jenway-Reino Unido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

pH

Los resultados obtenidos fueron analizados con un $p > 0,005$ de probabilidad mostrando una diferencia significativa todos los tratamientos, mostrando mayor contenido de pH el T3, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla.1 Análisis de Tukey de los resultados de pH

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T2	3	4,52			
T 1	3		5,16		
T 4	3			5,44	
T 3	3				5,76
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

*Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se puede evidenciar que los tratamientos que no pasaron por un proceso de fermentación tienen mayores valores de pH, los cuales basados en la escala de pH están más cercanos a la neutralidad, tal como lo manifiesta Solórzano et al. (2021) la fermentación es un proceso esencial para el desarrollo de las características organolépticas y la acidez de los granos de cacao, durante este proceso las levaduras, bacterias y enzimas transforman el mucilago que rodea las almendras de cacao en alcohol, ácidos orgánicos y gases. Dentro de los ácidos orgánicos se encuentran el ácido acético y láctico producidos en la pulpa los cuales son difundidos hacia el cotiledón, aumentando la acidez de la fracción interna de la almendra Zambrano- Jaramillo (2018).

Sólidos solubles

Los resultados obtenidos fueron analizados con un $p > 0,005$ de probabilidad mostrando una diferencia significativa con mayor contenido de sólido soluble el T2, tal como se muestra en la tabla 2, los tratamientos T1, T3 y T4 son iguales estadísticamente sin embargo esta diferencia no es muy marcada de forma general.

Tabla.2 análisis de tukey de los resultados de Sólidos solubles

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1	3	1,5667	
T3	3	1,5667	
T4	3	1,7333	
T2	3		2,1000
Sig.		,250	1,000

*Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

El tratamiento T2 del cacao Nacional fino de aroma fermentado presenta los valores más altos de sólidos solubles en comparación con los demás tratamientos. Se destaca que en los granos de cacao de CCN-51 el proceso de fermentación no incidió en los resultados. (Castro s. f.) , destacan que los sólidos solubles desempeñan un papel crucial en el desarrollo de los microorganismos involucrados en el proceso de fermentación. Cabrera et al. (2021), quien sugiere que las variaciones en los sólidos solubles en la variedad nacional y CCN-51 podrían deberse a factores como las condiciones climáticas, la época de cosecha, el lugar de siembra, el tratamiento del suelo, el estado de madurez de las vainas y el manejo aplicado durante la cosecha y la postcosecha. Estos factores influyen significativamente en la composición química del grano, lo que puede explicar las diferencias observadas entre los diferentes estudios.

Acidez

Los resultados obtenidos fueron analizados con un $p > 0,005$ de probabilidad mostrando una diferencia significativa entre los tratamientos siendo el T4, con mayor contenido de acidez tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla. 3 análisis de tukey de los resultados de Acidez

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1	3	1,1067		
T2	3	1,2800	1,2800	
T3	3		1,4967	
T4	3			1,9633
Sig.		,305	,164	1,000

*Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

Se observa que los tratamientos T1 y T2 de los granos de cacao CCN-51 y Nacional Fino de aroma, fermentados presentan menores porcentajes de acidez en las almendras. Loja et. al.; (2022), explican que los bajos niveles de acidez se deben principalmente a la fermentación. Este procedimiento facilita la disociación del mucílago y permite que las bacterias del ácido acético transformen los azúcares en etanol y luego en acetato, que se volatiliza fácilmente en condiciones aeróbicas o durante el secado. Como resultado, se obtiene cacao de mejor calidad, con menos acidez y un mayor porcentaje de almendras de color marrón.

En contraste, los tratamientos T3 y T4 de los granos de cacao CCN-51 y Nacional Fino de aroma sin fermentar, presentan un mayor porcentaje de acidez. Según (Loureiro et al. 2017), estos tratamientos, al no pasar por un proceso de fermentación, retienen ácidos naturales como el ácido

acético, cítrico y málico, que se encuentran en concentraciones más altas en las semillas frescas. Esto contribuye a un sabor astringente y amargo, además de un aroma débil a cacao, lo que los convierte en granos menos adecuados para la fabricación de chocolate de alta calidad.

Ceniza

Los resultados obtenidos fueron analizados con un $p > 0,005$ de probabilidad mostrando una diferencia significativa con mayor contenido de ceniza Totales los T4 y T2 tal como se muestra en la tabla 4, los tratamientos T1 y T3 son iguales estadísticamente sin embargo esta diferencia no es muy marcada de forma general.

Tabla. 4 análisis de tukey de los resultados de ceniza.

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1	3	3,7633		
T3	3	3,8633		
T4	3		4,1667	
T2	3			4,3267
Sig.		,102	1,000	1,000

*Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Los tratamientos con mayor contenido de ceniza corresponde al T4 y T2 Nacional fino de Aroma en estado sin fermentar y fermentado, esto es debido a que tiene una composición genética que acumula más minerales como calcio, magnesio, potasio, fósforo, y oligoelementos como hierro, zinc y manganeso, estos minerales están presentes en las células del grano y son el principal componente del residuo de cenizas como lo indica Rodríguez et al. (2024). Los tratamientos con menor contenido de ceniza corresponde T1 y T3 CCN-51 lo cual es un híbrido desarrollado para ser más resistente y productivo, pero su composición química tiene menos acumulación de minerales en comparación con el cacao nacional, que es más rico en compuestos minerales debido a su genética como lo indica Solórzano et al. (2021).

Grasas

Los resultados obtenidos fueron analizados con un $p > 0,005$ de probabilidad mostrando una diferencia significativa todos los tratamientos, mostrando mayor contenido de grasas el T1, tal como se muestra en la tabla 5.

Tabla. 5 análisis de tukey de los resultados de Grasas

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T2	3	36,5500			
T4	3		41,2400		
T3	3			45,6367	
T1	3				45,8900
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

*Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

Se observa que los tratamientos T3 y T1 CCN-51, tanto sin fermentar o fermentado presentan mayores valores de grasas, lo cual se atribuye a diferencias genéticas y fisiológicas en esta variedad de cacao, que tiende a acumular más lípidos. Esto se traduce en un mayor contenido graso, tal como lo señala Andrade Almeida et al. (2019).

Por otro lado, los tratamientos T2 y T4 de Nacional Fino de Aroma, tanto fermentados como sin fermentar, muestran un menor porcentaje de grasa. Esta característica se debe a que esta variedad prioriza un perfil sensorial único, siendo más rica en aroma y sabor característico de cacao, lo indicado por Rodríguez et al. (2024).

En el grano de cacao sin fermentar, la grasa está atrapada dentro de los cotiledones, rodeada por paredes celulares compuestas de celulosa, hemicelulosa y pectinas. Estas estructuras proporcionan rigidez y dificultan la liberación de la manteca de cacao. Sin embargo, durante la fermentación, las enzimas propias del grano, junto con la acción de microorganismos como levaduras, bacterias lácticas y acéticas, degradan parcialmente las paredes celulares. Este proceso provoca la ruptura de los compartimentos donde se encuentra la grasa, facilitando su liberación y mejorando su disponibilidad para la extracción. Ramírez et al. (2020)

El cacao nacional tiene un menor contenido de grasa que el CCN-51 debido a diferencias genéticas y estructurales. Mientras que el cacao nacional ha sido seleccionado por su calidad de sabor y aroma, el CCN-51 fue desarrollado para satisfacer la demanda industrial de una mayor producción de manteca de cacao. Además, las almendras del cacao nacional son más pequeñas y contienen una mayor proporción de fibra y proteínas, lo que reduce su contenido graso en comparación con el CCN-51.

Carbohidratos

Los resultados obtenidos fueron analizados con un $p > 0,005$ de probabilidad mostrando una diferencia significativa con mayor contenido de carbohidratos

Totales los T2, tal como se muestra en la tabla 6, los tratamientos T1, T3 y T4 son iguales estadísticamente sin embargo esta diferencia no es muy marcada de forma general.

Tabla. 6 análisis de tukey de los resultados de Carbohidratos totales.

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1	3	30,2833	
T3	3	32,7700	32,7700
T4	3	33,1967	33,1967
T2	3		36,0767
Sig.		,127	,078

*Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

El tratamiento con mayor contenido de carbohidratos totales corresponde al T2 Nacional fino de Aroma que paso por un proceso de fermentación. Durante la fermentación, los microorganismos, como levaduras y bacterias, consumen parte de los azúcares presentes en la pulpa que rodea al grano. Sin embargo, una fracción de estos azúcares puede ingresar al grano, incrementando su contenido de carbohidratos totales, tal como lo señala Rodríguez-Velázquez et al. (2022)

El tratamiento con menor contenido de carbohidratos totales corresponde al T1 CCN-5, que paso por un proceso de fermentación esto se debe a tiene un mayor contenido proteico en comparación con otras variedades, esto genera un balance químico en el que los carbohidratos representan una proporción menor del total, ya que proteínas y grasas ocupan un porcentaje mayor tal como lo señala (Chávez Salazar 2020).

Proteínas

Los resultados obtenidos fueron analizados con un $p > 0,005$ de probabilidad mostrando una diferencia significativa todos los tratamientos, mostrando mayor contenido de Proteínas el T4, tal como se muestra en la tabla 7.

Tabla. 7 análisis de tukey de los resultados de Proteínas.

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T3	3	13,8400			
T2	3		14,0867		
T1	3			14,3700	
T4	3				14,4867
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

*Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se puede evidenciar que el tratamiento T4 Nacional Fino de Aroma sin fermentar tiene un porcentaje elevado de proteína lo cual el grano mantiene intactos todos sus componentes originales, incluidas las proteínas esto se debe al tipo de suelo y clima de esta región tal como lo manifiesta (Sol Sánchez et al. 2016). Si este se somete a la fermentación, algunas proteínas pueden descomponerse en aminoácidos libres y péptidos más pequeños debido a la actividad enzimática y microbiana, lo que disminuye el contenido total de proteínas (Jordy Fabricio 2022)

Fibras

Los resultados obtenidos fueron analizados con un $p > 0,005$ de probabilidad mostrando una diferencia significativa todos los tratamientos, mostrando mayor contenido de Fibras el T2, tal como se muestra en la tabla 8.

Tabla. 8 análisis de tukey de los resultados de Fibras.

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T3	3	5,5800			
T1	3		5,7367		
T4	3			6,9167	
T2	3				8,9767
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

*Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se puede evidenciar que los tratamientos T4 y T2 Nacional Fino de Aroma ya sea fermentado y sin fermentar tienen mayores valores de fibras, esto se refiere que este posee cotiledones es la parte principal de la semilla con mayor contenido de material fibroso, esto incluye componentes como celulosa, hemicelulosa y lignina, que son los principales constituyentes de la fibra como lo manifiesta Rodríguez et al. (2024), si este pasa por un proceso de fermentación el porcentaje de fibra disminuye por la presencia de microorganismo durante el proceso ya que esto se encarga de descomponerlo.

Se puede evidenciar que los tratamientos T3 y T1 CCN-51 ya sea fermentado y sin fermentar tienen menor contenido de fibras, esto se debe a que sus paredes celulares poseen una estructura diferente en comparación con otras variedades, lo que refleja en menor cantidad de polímeros fibrosos como hemicelulosa y lignina como lo manifiesta (Ordoñez Choez et al. 2019)

Compuestos Fenólicos

Los resultados obtenidos fueron analizados con un $p > 0,005$ de probabilidad mostrando una diferencia

significativa todos los tratamientos, mostrando mayor contenido de compuestos fenólicos el T3, tal como se muestra en la tabla 9.

Tabla. 9 análisis de tukey de los resultados de Compuestos Fenólicos.

TRATAMIENTO S	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T2	3	34,0700	
T1	3	41,5500	
T4	3	66,7400	
T3	3		126,4433
Sig.		,104	1,000

*Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

Los granos de cacao que no han pasado por un proceso de fermentación como el T3 CCN-51 presentan mayores concentraciones de compuestos fenólicos. Esto se debe a que estos compuestos son naturales del grano de cacao y, al no someterse a la fermentación, permanecen en altas concentraciones. Estos metabolitos secundarios están estrechamente asociados con la actividad antioxidante y las características organolépticas del cacao, como el color violeta, el sabor astringente y amargo, que contribuyen a la formación de notas verdes y afrutadas, según lo expuesto por (Capus s. f.).

Los compuestos fenólicos representan entre el 12 % y el 18 % del peso seco de las almendras de cacao y se almacenan en las células pigmentarias de los cotiledones. Dependiendo del contenido de antocianinas, el color de las semillas varía de blanco a violeta intenso. El color violeta es un indicador de una mayor concentración de estos compuestos. Los polifenoles en el cacao están formados principalmente por flavonoides y ácidos fenólicos, como señala (Villamil s. f.).

En contraste, los granos de cacao que han pasado por un proceso de fermentación presentan una menor concentración de compuestos fenólicos. Durante la fermentación, ocurre una oxidación enzimática que transforma el color del grano de violeta a marrón y contribuye a la formación de precursores del sabor a cacao Samaniego et al. (2020)

CONCLUSIONES

En conclusión, la comparación bromatológica entre el Cacao Nacional Fino de Aroma y el CCN-51 en diferentes estados de fermentación demuestra que ambas variedades presentan características diferenciadas que influyen en su calidad. El Cacao Nacional Fino de Aroma fermentado destaca por su menor acidez, mayor contenido de sólidos solubles y un perfil sensorial más apreciado en la industria

chocolatera, mientras que el CCN-51 sobresale por su alto contenido graso, proteínas y compuestos fenólicos, lo que lo hace versátil para diversos usos, incluido el cosmético. Estas diferencias reflejan la influencia de factores genéticos, ambientales y de manejo postcosecha, subrayando la importancia de seleccionar la variedad y el tratamiento adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

18.-REVISTA-ANECACAO-ED.-18.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 20 may 2024. Disponible en <https://anecacao.com/wp-content/uploads/2023/07/18.-REVISTA-ANECACAO-ED.-18.pdf>.

Andrade Almeida, J; Rivera García, J; Chire Fajardo, GC; Ureña Peralta, MO; Andrade Almeida, J; Rivera García, J; Chire Fajardo, GC; Ureña Peralta, MO. 2019. Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao *Theobroma cacao* L. de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE* 10(4):1-12.

Bedoya Vergara, C. 2025. Metodologías Analisis Bromatológico Cacao | PDF | Alimentos | Chocolate (en línea, sitio web). Consultado 3 ene. 2025. Disponible en <https://es.scribd.com/document/507226173/Metodologias-analisis-bromatologico-cacao>.

Cabrera, JBZ; Encalada, CM; Guerrero, JQ; Reyes, SH; Castillo, AM; Toro, JL. 2021. Influencia De la Madurez de las Mazorcas de Cacao: Calidad Nutricional y Sensorial del Cultivar CCN-51. *Revista Bases de la Ciencia*. ISSN 2588-0764 6(2):27-40. DOI: https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v6i2.2706.

Capus, DCP. s. f. AUTORA: VALERIA PAULINA TOAQUIZA VALLEJO. .

Castro, CJB. s. f. INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL. .

Chávez Salazar, A. 2020. Efecto de las condiciones de fermentación y secado, en las características físico químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.); cultivar CCN 51 (en línea). . Consultado 8 ene. 2025. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4334>.

Daza Safadi, CM; Tapia Román, EA. 2017. Diseño de procesos poscosecha y evaluación de la fermentación mediante levaduras para cacao nacional (en línea). *bachelorThesis*. s.l., Quito: Universidad de las Américas, 2017. . Consultado 21 may 2024. Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/7506>.

Jordy Fabricio, MR. 2022. Estudio de la autocompatibilidad de quince genotipos élites de cacao (*Theobroma cacao* L.), establecidos en la estación experimental central de la Amazonía. (en línea) (En accepted: 2023-04-12t17:32:37z). . Consultado 3 ene. 2025. Disponible en <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/18628>.

La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. 2021. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA* 4(2):152-172. DOI: <https://doi.org/10.37135/ns.01.08.10>.

Llaro Rubiños, JT. 2018. Elaboración de trozos de bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) salados, deshidratados, ahumados y envasado al vacío (en línea). . Consultado 3 ene. 2025. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3476>.

Loja Atariguana, RV; Montesdeoca Loja, VJ. 2022. Determinación del efecto en diferentes niveles de fermentación del cacao nacional, para la optimización del proceso de elaboración del chocolate (en línea) (En accepted: 2022-09-21t13:31:37z). . Consultado 3 ene. 2025. Disponible en <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/19674>.

Loureiro, GAH de A; Araujo, QR de; Valle, RR; Sodré, GA; Souza, SMM de; Loureiro, GAH de A; Araujo, QR de; Valle, RR; Sodré, GA; Souza, SMM 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. DOI: <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1274>.

Melendez, DA; Anthony, E. 2017. Determinación de cadmio y plomo en granos de cacao, frescos, secos y en licor de cacao (*Theobroma cacao*) (en línea). . Consultado 7 ene. 2025. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1269>.

Mera Vargas, MM. 2023. Estudio de la influencia de la molienda (conchado) en la reducción de la acidez del chocolate de cobertura (en línea). *bachelorThesis*. s.l., Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Alimentos. . Consultado 21 may 2024. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/37904>.

Norma Técnica Ecuatoriana CONSERVASS VEGETALES. 1985. (en línea, sitio web). Consultado 21

Zambrano (2025) Vol. 01 N° 1. pp: 0-0. ISSN:1390-8103

may 2024. Disponible en <https://studylib.es/doc/4840171/norma-técnica-ecuatoriana-conservass-vegetales>.

Ordoñez Choez, SE; Vera Chang, JF; Tigselema Zambrano, SM; Ordoñez Choez, SE; Vera Chang, JF; Tigselema Zambrano, SM. 2019. Cascarilla de cacao (theobroma cacao l.) De líneas híbridas para la elaboración de rehiletes de chocolate. *Revista Universidad y Sociedad* 11(2):136-141.

Paredes, LP; Chauvin, FE. 2015. Derechos reservados conforme a la ley. Prohibida la reproducción total o parcial de los textos de esta publicación, dentro y fuera del Ecuador. .

Peralta Ortíz, LM. 2019. Elaboración de una bebida láctea a base de cascavilla de cacao (Theobroma cacao L.). (en línea). bachelorThesis. s.l., Universidad Estatal Amazónica. . Consultado 3 ene. 2025. Disponible en <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/724>.

Ramírez, JCP; Mamani, HO; Mucha, GUT; Quispe, RAT. 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. DOI: <https://doi.org/10.51440/unsch.revistainvestigacion.28.1.2020.379>.

Ramos, DFA. s. f. Guayaquil, 25 de noviembre de 2020. .

Rodríguez, WJM; Martínez, JMC; Rivas, CAS; Rendón, AJA; Torres, CAV; Cedeño, WJM. 2024. Calidad química del cacao (Theobroma Cacao L.) tipo nacional de la parroquia Valle Hermoso – Ecuador. *Ciencia y Tecnología* 17(1):38-49. DOI: <https://doi.org/10.18779/cyt.v17i1.692>.

Rodríguez-Velázquez, ND; Chávez-Ramírez, B; Gómez de la Cruz, I; Vásquez-Murrieta, M-S; Estrada de los Santos, P. 2022. El cultivo del cacao, sus características y su asociación con microorganismos durante la fermentación (en línea). . Consultado 4 ene. 2025. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12371/15599>.

Salas-Pérez, L; Moncayo-Lujan, M del R; Borroel-García, VJ; Guzmán-Silos, TL; Ramírez-Aragón, MG; Salas-Pérez, L; Moncayo-Lujan, M del R; Borroel-García, VJ; Guzmán-Silos, TL; Ramírez-Aragón, MG. 2022. Composición fitoquímica y actividad antioxidante en tres variedades de albahaca por efecto de distintos solventes. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 13(SPE28):113-123. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3267>.

Samaniego, I; Espín, S; Quiroz, J; Ortiz, B; Carrillo, W; García-Viguera, C; Mena, P. 2020. Effect of the growing area on the methylxanthines and flavan-3-ols content in cocoa beans from Ecuador. *Journal of Food Composition and Analysis* 88:103448. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103448>.

Sol Sánchez, Á; Naranjo González, JA; Córdova Avalos, V; Ávalos de la Cruz, DA; Zaldívar Cruz, JM; Sol Sánchez, Á; Naranjo González, JA; Córdova Avalos, V; Ávalos de la Cruz, DA; Zaldívar Cruz, JM. 2016. Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (Theobroma cacao L.) en la Chontalpa, Tabasco, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 7(SPE14):2817-2830.

Solórzano, CYE; Franco, KJB; García, DAT; Escobar, ÁOF; Navarrete, YGT; Chang, JFV. 2021. Efecto de la fermentación de cacao (theobroma cacao L.), variedad nacional y trinitario, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. *Revista de Investigación Talentos* 8(2):42-55. DOI: <https://doi.org/10.33789/talentos.8.2.153>.

Villamil, JAP. 2025. El cacao desde la ciencia: de la semilla al chocolate. Text.Book (en línea, sitio web). Consultado 8 ene. 2025. Disponible en <https://ediciones.uis.edu.co/index.php/publicacionesuis/catalog/book/377>.

Zambrano Jaramillo, GA. 2018. Evaluación de la influencia del proceso de beneficio del cacao (Theobroma cacao) CCN-51 de altura en su calidad final, mediante el análisis físico, físico-químico y sensorial (en línea). . Consultado 7 ene. 2025. Disponible en <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/www.dspace.uce.edu.ec>.