



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

**ARTÍCULO CIENTÍFICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TEMA:

ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE GRANOS DE CACAO
NACIONAL FINO Y DE AROMA DE ECUADOR CULTIVADO EN LA REGIÓN
SIERRA DEL TERRITORIO ECUATORIANO.

AUTORES:

Ozaeta Villavicencio Patsy Denisse.

Palma Delgado Michael Jeremy.

TUTORA:

Ing. Mirabella Lucas Ormaza, Mg.

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

2024 (2)

DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA


Nosotros, Ozaeta Villavicencio Patsy Denisse con C.I 1350934673 y Palma Delgado Michael Jeremy con C.I 1314207059 declaramos que el presente trabajo de titulación denominado **“Análisis de composición proximal de granos de Cacao nacional fino y de aroma de Ecuador cultivado en la región sierra del territorio ecuatoriano”** 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.

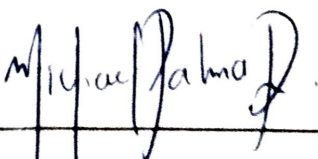
La responsabilidad del contenido presente en este estudio corresponde exclusivamente a nuestra autoría y el patrimonio intelectual de la investigación pertenecerá a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Manta, 13 febrero del 2025


Lo certificamos:



Ozaeta Villavicencio Patsy Denisse



Palma Delgado Michael Jeremy

 Uleam <small>ELOY ALFARO DE MANABÍ</small>	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 **OZAETA VILLAVICENCIO PATSY DENISSE Y PALMA DELGADO MICHAEL JEREMY**, legalmente matriculada en la carrera de Agroindustria, 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 SIERRA 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, 07 de enero de 2025.

Lo certifico,



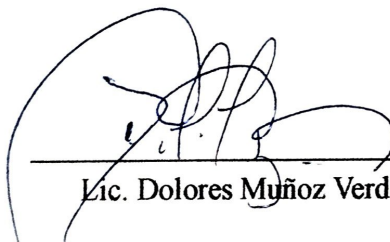
Ing. Mirabella Lucas Ormaza Mg.
Docente Tutor
Área: Agroindustria

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 de la composición proximal de granos de cacao nacional fino y de aroma de Ecuador cultivado en la región sierra del territorio ecuatoriano**”, de los estudiantes de la carrera de ingeniería agroindustrial: **Ozaeta Villavicencio Patsy Denisse y Palma Delgado Michael Jeremy**, 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 NACIONAL FINO Y DE AROMA DE ECUADOR CULTIVADO EN LA REGIÓN SIERRA DEL TERRITORIO ECUATORIANO.

ANALYSIS OF THE PROXIMAL COMPOSITION OF ECUADORIAN FINE AND FLAVOURED NATIONAL COCOA BEANS GROWN IN THE SIERRA REGION OF ECUADORIAN TERRITORY.

Patsy Denisse Ozaeta Villavicencio¹, Michael Jeremy Palma Delgado¹,

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

Email: e1350934673@live.ulead.edu.ec ; e1314207059@live.ulead.edu.ec

Información del artículo

Resumen

Tipo de artículo:

Artículo original

Recibido:

06/01/2025

Aceptado:

dd/mm/aaaa

Licencia:

CC BY-NC-SA 4.0

Revista

ESPAMCIENCIA

11(1):1-11

El estudio investigó las características bromatológicas de granos de Cacao CCN-51 y Cacao Nacional Fino y de Aroma en estados fermentado y sin fermentar, obtenidos en la región Sierra de Ecuador. Se evaluaron cuatro tratamientos: Cacao CCN-51 fermentado, Cacao Nacional Fino y de Aroma fermentado, Cacao CCN-51 sin fermentar y Cacao Nacional Fino y de Aroma sin fermentar. Los análisis proximales incluyeron determinaciones de pH, sólidos solubles, acidez, cenizas, grasas, carbohidratos totales, proteínas, compuestos fenólicos y fibras. Los resultados revelaron variaciones significativas entre tratamientos, destacando la influencia del proceso fermentativo en las características fisicoquímicas. El pH y acidez obtuvieron resultados similares entre los tratamientos mientras que los sólidos solubles resultaron con más diferencia. Las variedades mostraron comportamientos diferentes ante la fermentación, con cambios notables en parámetros como grasas, carbohidratos y proteínas. El Cacao Nacional Fino y de Aroma presentó mayor contenido de grasa tras la fermentación, mientras que el CCN-51 mostró variaciones menos pronunciadas, en los compuestos fenólicos el CCN-51 Fermentado obtuvo el resultado más elevado. El estudio concluye que el proceso fermentativo y la variedad influyen significativamente en la composición bromatológica del cacao, proporcionando información relevante para la caracterización y mejoramiento de los cultivares.

Palabras clave: Cacao, fermentación, bromatología, CCN-51, Nacional Fino y de Aroma.

Abstract

The study investigated the bromatological characteristics of CCN-51 Cacao and National Fine and Aroma Cacao beans in fermented and unfermented states, obtained in the Sierra region of Ecuador. Four treatments were evaluated: fermented CCN-51 Cacao, fermented National Fine and Aroma Cacao, unfermented CCN-51 Cacao and unfermented National Fine and Aroma Cacao. Proximate analyzes included determinations of pH, soluble solids, acidity, ash, fat, total carbohydrates, proteins, phenolic compounds, and fibers. The results revealed significant variations between treatments, highlighting the influence of the fermentation process on the physicochemical characteristics. The pH and acidity obtained similar results between the treatments while the soluble solids resulted with more difference. The varieties showed different behaviors during fermentation, with notable changes in parameters such as fats, carbohydrates and proteins. The National Fine and Aroma Cacao presented a higher fat content after fermentation, while the CCN-51 showed less pronounced variations, in phenolic compounds the Fermented CCN-51 obtained the highest result.

The study concludes that the fermentation process and the variety significantly influence the bromatological composition of cocoa, providing relevant information for the characterization and improvement of the cultivars.

Keywords: Cocoa, fermentation, bromatology, CCN-51, National Fine and Aroma.

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) constituye un cultivo de vital importancia económica y cultural para Ecuador, representado principalmente por dos variedades: el Cacao Nacional Fino y de Aroma y el CCN51 (Sánchez-Reinoso et al., 2020). El Cacao Nacional, reconocido por sus características organolépticas únicas, coexiste con el CCN51, un híbrido desarrollado por su alta productividad y resistencia a enfermedades (Ramírez-Gómez et al., 2019).

La región Sierra del territorio ecuatoriano ofrece condiciones agroecológicas particulares que pueden influir significativamente en la composición química y nutricional de ambas variedades de cacao. Los factores como altitud, temperatura, precipitación, tipo de suelo y prácticas agrícolas intervienen directamente en el desarrollo y la composición proximal de los granos, determinando sus propiedades fisicoquímicas y potencial comercial (Armijos et al., 2018).

El análisis comparativo de la composición proximal permite evaluar los componentes fundamentales de los granos de cacao, incluyendo proteínas, carbohidratos, grasas, minerales y compuestos bioactivos (Ramos-Escudero et al., 2021). Esta caracterización resulta esencial para comprender las variaciones nutricionales que experimentan los granos de las diferentes variedades según las condiciones de cultivo específicas de la región Sierra ecuatoriana.

La investigación de estos cambios no solo representa un aporte científico importante, sino que también puede contribuir al mejoramiento de las prácticas agrícolas, la selección de variedades más adaptadas y el desarrollo de estrategias que optimicen la calidad del cacao nacional, tanto del Fino y de Aroma como del CCN51 (Vera et al., 2022).

El objetivo de este artículo es, comparar las características bromatológicas de los granos de Cacao CCN-51 y Cacao Nacional Fino y de Aroma en estado fermentado y sin fermentar obtenido en el territorio de Loja-Santo Domingo de la región Sierra.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la presente investigación se realizó en los laboratorios de análisis y talleres de procesos ubicado en el bloque Agropecuaria de la Facultad de Ciencias de la vida y tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de

Manabí “ULEAM”, del Cantón Manta provincia de Manabí – Ecuador. Las muestras para los tipos de tratamientos fueron obtenidas; Fino y de aroma y CCN-51 en vía Alóag-Santo Domingo, Finca Agua Clara parte de la región Sierra-Ecuador.

Tratamiento de las muestras Postcosecha

Los granos de cacao fueron obtenidos directamente en la finca Agua Clara donde se recolectaron las muestras, en el caso de cacao fino y de aroma y CCN-51 fermentado, se realizó un proceso de fermentación por montón caracterizado por procesar pequeñas cantidades de cacao. El procedimiento consistió en colocar los granos de cacao en sacos de yute, evitando la pérdida de calor durante el proceso, se requiere llegar a una temperatura que oscila entre los 40°C y 50 °C. Inicialmente, se realizó un escurrido a una temperatura de 28°C, durante 2 días, para reducir el contenido de mucílago, comúnmente conocido como “baba”. Para ello, los sacos se colocaron sobre pallets, aprovechando el peso de los propios granos para que el mucílago se desprendiera de manera natural. Posteriormente, se llevó a cabo un pre-secado y oreado de los granos durante 4 días, cuya temperatura oscila entre los 27°C y 30°C, lo que permitió disminuir aún más el contenido de mucílago. (Nogales, 2017). Por otro lado, el cacao fino y de aroma y CCN-51 sin fermentar solo se dejó secar luego de su cosecha directamente a la radiación solar removiéndolo cada 2 horas.

Tratamiento de las muestras en laboratorio

Luego de obtener muestras de cada tipo de cacao, se clasifican y etiquetan según el método de procesamiento utilizado. Luego, los granos se muelen completamente en un molino de la marca Vevor-USA y se tamizan (Tamiz convencional de cocina de 1mm Aprox) para eliminar cualquier residuo restante. El resultado final es cacao en polvo. Para garantizar la conservación de diversas muestras de cacao y evitar que se oxiden, se envasan y sellan al vacío utilizando pequeños equipos de sellado y vacío de la marca Anova-China. Se tomó 25 gramos de cada muestra, se procedió a diluir con agua destilada en proporción 1:9 para reducir densidad y viscosidad, se dejó reposar durante 24 horas y agitó cada 8 horas. Luego, la muestra se colocó en un tubo y se colocó en una centrífuga Sigma-Japón durante 10 minutos a 3900 rpm. Finalmente,

la muestra se filtró mediante una máquina de filtración al vacío. Separando las partículas en suspensión se obtuvo una muestra pura, que se conservó en refrigeración.

Las muestras fueron codificadas de la siguiente manera: Tratamiento 1 (CCN-51 Fermentado), tratamiento 2 (Cacao nacional fino y de aroma Fermentado), Tratamiento 3 (CCN-51 Sin Fermentar) y Tratamiento 4 (Cacao Nacional Fino y de Aroma Sin Fermentar).

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Análisis Físicoquímicos

pH y Acidez

Se utilizó el método descrito en la norma NTE INEN 0389 (1985), empleando un potenciómetro marca Hanna-Italia para medir las muestras de 20 mL. El porcentaje de acidez se obtuvo por titulación y se calculó a partir de la siguiente ecuación siguiendo la técnica de Meléndez, (2017). Se usaron 5 mL de muestra diluidos en 45 mL de agua destilada, con una solución de fenolftaleína al 1% e hidróxido de sodio al 1N. Los resultados se expresaron como ácido cítrico, cuyo meq es de 0,064 meq/L. utilizando la formula siguiente.

$$\% \text{ acidez} = \frac{V \text{ NaOH} * N \text{ NaOH} * \text{meq muestra} * 100}{V}$$

Sólidos solubles

Se evaluaron los grados Brix siguiendo la metodología establecida en la norma NTE INEN 0380 (1985). El análisis se realizó a una temperatura entre 15°C y 25°C. Para ello, se colocó entre 2 y 3 gotas de la muestra sobre el prisma del refractómetro marca Atago-Japón, y se procedió a realizar la lectura correspondiente.

Ceniza

Se utilizó el método por determinación de ceniza total cacao. Además, el método de análisis se representa como, a AOAC Ed. 22, 2023; 936.08; 900.02 NTEDINEN 467. 1980, AACC 06-12, Ed. 1999.

Grasas

La determinación del contenido de grasa cacao (productos derivados), por medio gravímetro, además, el método de análisis se representa como AOAC Ed. 22, 2023; 2003. 06 NTE INEN 466: 1980.

Fibras

Determinación de Fibras totales de granos de cacao con un método Gravimétrico, Para dicho análisis se realizó mediante el método de ensayo PEE.LASA.BR.01 AOAC 962.09; según la norma NTE INEM 0534 (1980-12).

Proteínas

Método Kjendahl de identificación de proteínas en harinas vegetales, en los análisis se representa como AOAC Ed. 22, 2023, 2001.11 NTE INEN 465: 1980.

Carbohidratos totales

Los carbohidratos totales presentes en las muestras a analizar se identificaron mediante una diferencia de compuestos en este caso hace referencia a la siguiente formula

$$\text{Carbohidratos totales} = 100 - (\% \text{Proteína} + \% \text{fibra} + \% \text{grasas} + \% \text{ceniza}).$$

Compuestos Fenólicos

El análisis se realizó según Antezana et al. métodos. (2018) con algunas modificaciones. Para ello, la muestra previamente filtrada se colocó en un matraz y se dejó durante 24 horas en un lugar seco y oscuro, cubierto con papel de aluminio para asegurar valores de resultado más precisos.

Se preparó una dilución 1:3 con 10 ml de muestra y 30 ml de agua destilada. Luego se tomó 1 ml de la muestra diluida, se añadió 5 ml de agua destilada y 0,5 ml de Folin-Ciocalteu 2N y se colocó la mezcla en un tubo de ensayo de 10 ml. Se dejó actuar 8 minutos, se cubrió la muestra con papel de aluminio y se procedió a **guardar** en un lugar seco y oscuro. Luego se añadió 1,5 ml de carbonato de sodio al 7,5% y se completó hasta 10 ml con agua destilada. Se esperó 2 horas y se aseguró de que la muestra permanezca en un lugar seco y oscuro. Finalmente, se midió la absorbancia a una longitud de onda de 765 nm (nanómetros) utilizando un espectrofotómetro Jenway del Reino Unido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

pH

Con una probabilidad $p > 0,005$ los resultados muestran diferencia significativa, mostrando mayor contenido de pH el T1, 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
T 2	3	4,8867			
T 4	3		4,9400		
T 3	3			5,0967	
T 1	3				5,1533
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

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

El estudio del potencial de (pH) en variedades de cacao CCN-51 y Nacional Fino y de Aroma representa un aporte fundamental para comprender las características físicoquímicas de estos cultivos. Los resultados obtenidos revelan una compleja interacción entre factores varietales. Los valores de pH oscilaron entre 4,8867 y 5,1533, evidenciando variaciones sutiles pero significativas entre los diferentes tratamientos. La variedad CCN-51 fermentada mostró el valor más alto (5,1533), mientras que el Nacional Fino fermentado presentó el valor más bajo (4,8867), sugiriendo una respuesta diferencial al proceso fermentativo (Zambrano et al., 2020).

Investigaciones previas de Sánchez-Reinoso (2021) han documentado que el pH es un parámetro crítico durante la fermentación del cacao, influenciado por múltiples factores microbiológicos y bioquímicos. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren una respuesta varietal específica a los procesos fermentativos.

Rodríguez-Morales et al. (2022) destacan que el pH es un indicador complejo que refleja múltiples transformaciones bioquímicas durante la fermentación del cacao. Los resultados de este estudio confirman la naturaleza multifactorial de este parámetro.

Sólidos solubles

Los resultados muestran diferencia significativa $p > 0,005$ entre los tratamientos, sin seguir una relación en cuanto a las variables estudiadas como se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis de tukey de los resultados de sólidos solubles

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T 2	3	,9667	
T 3	3	,9667	
T 4	3		1,2000
T 1	3		1,2667
Sig.		1,000	,669

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

La relación que presenta en los resultados de Sólidos solubles muestra que existen dos pares de tratamientos similares cuya relación se presenta en mayor proporción el tratamiento T4 y T1. En el caso del cacao CCN-51

fermentado tuvo el mayor contenido de sólidos solubles con relación a los otros. Sin embargo; se conoce por literatura que el proceso de fermentación los azúcares o sólidos solubles deben bajar en cierta medida debido al desdoblamiento de los azúcares.

En el proceso de fermentación es de vital importancia ya que en esta fase las levaduras transforman el almidón y azúcares del mucílago en alcohol etano. (Diana, 2021). “La fermentación consiste en un proceso de glucólisis (ruptura de las moléculas de glucosa) que producen piruvato y que carecen de oxígeno como receptores de electrones sobrante de NADH” (Ondarse Álvarez, 2024). En el caso del Cacao nacional fino y de aroma sin fermentar, cumplió con el concepto de no fermentación al encontrar °brix elevados.

Acidez

En relación con los resultados obtenidos, con una probabilidad de $p > 0,005$ muestra una relación significativa entre variables, resultados observados en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis de Tukey de los resultados de acidez.

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T 2	3	,1467		
T 1	3	,1667		
T 3	3		,2100	
T 4	3			,2367
Sig.		,144	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

Se observa el comportamiento del parámetro de acidez en relación con los tratamientos, en este caso muestran 3 subconjuntos, que en el primer subconjunto nos muestran dos pares de muestras relacionadas entre sí, cuya particular evidente es el proceso de fermentación que se le dio tanto al tratamiento 1 como el tratamiento 2. Esto permite conocer que pese a las condiciones climatológicas presentadas en la finca de la región sierra se presencia una fermentación con un grado de aceptación moderado.

Los resultados muestran que los tratamientos son diferentes estadísticamente, por tal razón el proceso de fermentación condiciona a que bajen los niveles de acidez. Debido a que durante el proceso de fermentación la acidez baja considerablemente, Según (Cadby, 2019), nos menciona que el ácido cítrico también se descompone y sale con la sudoración. Los resultados obtenidos coinciden con lo indicado por (Jimenez, et al. 2014), que el cacao que pasas por un proceso de fermentación y los productos derivados deben poseer una acidez baja.

Ceniza

Respecto a los resultados mencionados en la tabla 4, con una probabilidad de $p > 0,005$ mostraron diferencias significativas de acuerdo con la variedad, hace referencia a que el Cacao Nacional Fino y de Aroma presenta valores de ceniza menores a comparación del CCN-51.

Tabla 4. Análisis de Tukey de los resultados de cenizas

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T 4	3	3,1467		
T 2	3		3,2700	
T 3	3			3,3800
T 1	3			3,4033
Sig.		1,000	1,000	,110

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

Según los análisis obtenidos durante el proceso experimental con referencia a los resultados mediante el método de Tukey para cenizas se evidencia que los T3 y T1 tiene mayor contenido de cenizas, ambos son del tratamiento correspondiente a granos de cacao CCN-51.

Durante este proceso de generación de ceniza todos los citratos, tartratos y malatos presentes se convierten en carbonatos, lo cual incrementará el valor de la alcalinidad. La determinación de la alcalinidad de las cenizas indica no solo los carbonatos presentes, sino también la adulteración mineral potencial del cacao si existe un valor excesivo de este parámetro. (HANNA INSTRUMENT, 2019).

Chapa Gonza (2022), indica que por lo general el rango de ceniza de las almendras de cacao varía entre 2.14% a 3.13%, lo cual no coincide con los resultados encontrados para las dos variedades ya que en este estudio indistintamente de las variables estudiadas son valores ligeramente mayores.

Grasas

Respecto, a la tabla 5 que muestra los resultados de grasa con un grado de probabilidad $p > 0,005$, resultado que al analizar las medias de forma creciente existe una diferencia significativa, que va desde el CCN-51 Sin fermentar con mayor porcentaje de grasas mientras que el cacao Nacional fermentado mostrando niveles inferiores.

Tabla 5. Análisis de tukey de los resultados de grasas

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T 3	3	37,8500			
T 4	3		40,2300		
T 1	3			43,3000	
T 2	3				43,9633
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

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

Los análisis que se representan en la tabla 5, muestran como el contenido de grasa varía significativamente por el proceso de fermentación que se le aplica y la variedad de cacao que este en particular hace referencia tratamiento T4 Y T2 siendo el Cacao Nacional fino y de aroma con mayor contenido de grasa con valores correspondientes a 40,23% sin fermentar y 43,96% fermentado. Este se debe a que las almendras de esta variedad de acuerdo con (Lares, Pérez, Álvarez, 2013) Menciona resultados similares, que se observó aumento en el contenido de grasa después del proceso de fermentación, lo cual podría estar asociado a la actividad microbiana, que condiciona a la fermentación y aumento de la cantidad de grasa en las almendras.

Carbohidratos

Con una probabilidad de $p > 0,005$ lo resultados que se muestran en la tabla 6 hace referencia a los carbohidratos, mostrando diferencias entre la media que de forma de creciente se ven influenciadas por la variable de fermentación, las dos variedades de cacao que se muestran con menos cantidad de carbohidratos fue la fermentada.

Tabla 6. Análisis de Tukey de los resultados de Carbohidratos totales

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T 2	3	33,5633			
T 1	3		35,9267		
T 4	3			36,1833	
T 3	3				36,3867
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

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

Los carbohidratos totales durante el proceso de análisis se realizaron por medio de una diferencia de compuesto, donde muestran diferencias significativas que va de manera creciente mostrando que el proceso de fermentación incide en los carbohidratos mostrando un resultado bajo en cuanto al tratamiento 2 con un 33,56% de carbohidratos, mientras que el tratamiento 3 correspondiente a CCN-51 Sin fermentar tiene valores más altos de carbohidratos con 36,38%. La fermentación facilita la descomposición enzimática de las proteínas y los carbohidratos al interior del grano, permitiendo así el desarrollo del sabor. (Cadby, 2019). Debido a el proceso de fermentación baja el porcentaje en las almendras de cacao como muestran en las tablas, además, las almendras del tratamiento T1 Y T3 que corresponden al cacao CCN-51 presentan un mayor de carbohidratos debido a la variedad.

Proteínas

De acuerdo con el análisis de proteínas presente en los granos de cacao, con una probabilidad de $p > 0.005$ encontramos diferencias significativas entre grupos, en este caso la variación es mayor de acuerdo con la condición de fermentación o sin Fermentación.

Tabla 7. Análisis de Tukey de los resultados de Proteínas

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T 2	3	12,2933		
T 1	3	12,4700	12,4700	
T 4	3		12,5400	12,5400
T 3	3			12,7033
Sig.		,080	,679	,109

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

En relación, al porcentaje de proteínas presentes en el tratamiento, mostraron 3 subconjuntos de los cuales realizan dos pares cada uno en cuanto a diferencias significativas entre las muestras, por ejemplo, el subconjunto 1 muestran los tratamientos T2 Y T1 son similares, compartiendo la variación por medio de la fermentación, haciendo que los niveles de proteínas disminuyan, por otro lado, el subconjunto 3 con tratamientos T4 Y T3 muestran similitud debido a la ausencia de fermentación. La fermentación facilita la descomposición enzimática de las proteínas y los carbohidratos al interior del grano, permitiendo así el desarrollo del sabor. (Cadby, 2019). Como nos menciona, pese a las condiciones de temperatura y altitud los resultados de proteína se asociaron a la fermentación idónea.

Fibras

Las fibras y el análisis correspondiente con una probabilidad del $p > 0.005$ muestran diferencias significativas fuerte de acuerdo con la relación, mostrando que no existe un orden relacionado a las variables (Variedad o Fermentación).

Tabla 8. Análisis de Tukey de los resultados de Fibras

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T 1	3	4,9000			
T 2	3		6,9100		
T 4	3			7,9000	
T 3	3				9,7000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

En cuanto a los análisis de fibras que se presentan en la tabla muestran 4 subconjuntos, hace referencia a las diferencias que existen entre las muestras de cada uno de los tratamientos, haciendo énfasis a que los subconjuntos de en medio se relacionan únicamente por la especie que en este caso es Cacao Nacional Fino y de Aroma, mientras que el lo de los extremos, tratamiento 1 con 4,9% de fibra y tratamiento 3 con 9,7% son similares por especie como es el CCN-51. En este caso, ocurrió que al momento de tamar las muestras haya pasado mayor cantidad de cascarilla de cacao incorporándose a la muestra esto provocó en gran medida tener los resultados de diferencias significativas entre los tratamientos (GAVILÁNEZ., 2019).

Compuestos Fenólicos

Con relación al análisis presente, con un grado de probabilidad de $p > 0.005$ los compuestos fenólicos muestran una conducta inusual debido a que la variable fermentación muestra diferencias significativas fuertes, mientras que las Sin Fermentar comparten igualdad.

Tabla 9. Análisis de Tukey de los resultados de Compuestos Fenólicos

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.995		
		1	2	3
T 2	3	64,6600		
T 3	3		145,9000	
T 4	3		147,6033	
T 1	3			232,1267
Sig.		1,000	1,000	1,000

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

El Cacao Nacional Fino de Aroma, es una variedad de cacao que es conocida por tener un perfil fenólico distinto que contribuye a su sabor suave y aromas complejos. Según algunos estudios, el CFA tiene una alta concentración de flavonoides como epicatequina, catequina y proantocianidinas, los cuales están asociados con sus características organolépticas. Sin embargo, de acuerdo a los resultados los compuestos fenólicos para el tratamiento 2 (Cacao Nacional Fino y de Aroma) mostró un bajo contenido de compuestos fenólicos.

Un estudio de Van der Merwe et al. (2017), reportó que el CFA presenta una mayor diversidad de compuestos fenólicos, lo que puede explicar su perfil de sabor más complejo y menos amargo en comparación con otros tipos de cacao.

Mientras que el cacao CCN-51 es una variedad híbrida que ha sido seleccionada por su alta resistencia a enfermedades y su productividad, pero a menudo tiene un perfil sensorial más plano y amargo. Los estudios indican que el CCN-51 presenta una mayor concentración de compuestos

fenólicos como los ácidos fenólicos y catequinas, pero con menor diversidad en comparación con el cacao nacional fino y de aroma Mejía, L. E., & Palma, J. (2018).

CONCLUSIONES

La investigación demostró diferencias significativas en las características bromatológicas de los granos de Cacao CCN-51 y Cacao Nacional Fino y de Aroma obtenidos de la región sierra del Ecuador, determinadas debido a la ausencia o presencia de fermentación. Los resultados revelaron cambios específicos en parámetros fisicoquímicos: el pH osciló entre 4,8867 y 5,1533, los sólidos solubles entre 0,9667 y 1,2667, y la acidez entre 0,1467 y 0,2367. El Cacao Nacional Fino y de Aroma presentó mayor variabilidad en el contenido de grasas, aumentando de 40,23% a 43,96% tras la fermentación, mientras que el CCN-51 mostró modificaciones menos pronunciadas. Los carbohidratos totales disminuyeron durante la fermentación, con valores que oscilaron entre 33,56% y 36,38%. El contenido de proteínas y fibras también mostró variaciones significativas entre tratamientos. Estos hallazgos comprueban que el proceso fermentativo y la variedad influyen directamente en la composición bromatológica del cacao, el estudio sobre compuestos fenólicos reveló una variabilidad significativa en el contenido de compuestos fenólicos entre las diferentes variedades de cacao. El tratamiento 1 mostró la mayor concentración, mientras que el Cacao Nacional Fino de Aroma presentó un contenido más bajo de lo esperado.

BIBLIOGRAFÍA

Cadby, J. (28 de Julio de 2019). *Perfect Dayli Grind*. Recuperado el 2025, de ¿Qué Sucede Durante la Fermentación Del Cacao?: <https://perfectdailygrind.com/es/2019/06/28/que-sucede-durante-la-fermentacion-del-cacao/>

GAVILÁNEZ., C. Y. (22 de Abril de 2019). *DISEÑO DE UN FERMENTADOR Y SECADOR SOLAR PILOTO*. Recuperado el 2025, de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3361/1/FERMENTACION%20DE%20CAAO.pdf>

HANNA INSTRUMENT. (21 de Agosto de 2019). *HANNA INSTRUMENT*. Obtenido de Determinación de la alcalinidad de la ceniza del cacao: <https://hannainst.ec/blog/industria-alimenticia-boletines/determinacion-de-la-alcalinidad-de-la-ceniza-del-cacao/>

Mary Lares Amaiz, E. C. (Junio de 2013). *Cambios de las propiedades físico-químicas y perfil de ácidos grasos en cacao de Chuao, durante el beneficio*. Recuperado el 2025, de Ecielo: Cambios de las propiedades físico-químicas y perfil de ácidos grasos en cacao de Chuao, durante el beneficio

Nogales, J. R. (29 de Agosto de 2017). *Poscosechacacao*. Obtenido de BENEFICIO DEL CACAO, MÉTODOS DE FERMENTACIÓN: <https://poscosechacacao.com/2017/08/beneficio-del-cacao-metodos-de-fermentacion/>

Ondarse Álvarez, D. (24 de Octubre de 2024). *Fermentación*. Recuperado el 05 de Enero de 2025, de Concepto: <https://concepto.de/fermentacion/>

Sánchez-Reinoso, A., et al. (2020). Caracterización de variedades de cacao en Ecuador. *Revista Científica Agronómica*, 48(3), 215-230.

Ramírez-Gómez, M., et al. (2019). Desarrollo y características del cacao CCN51. *Agrociencia*, 53(4), 567-582.

Armijos, C., et al. (2018). Influencia agroecológica en granos de cacao. *Agrociencia Ecuador*, 22(1), 45-59.
Ramos-Escudero, F., et al. (2021). Análisis proximal de variedades de cacao. *Alimentos y Función*, 12(3), 156-170.

Vera, P., et al. (2022). Mejoramiento de la calidad del cacao ecuatoriano. *Agricultura Tropical*, 55(2), 89-104.

Zambrano, A. et al. (2020). "Caracterización Físicoquímica de Variedades de Cacao". *Revista Científica Agraria*, 15(2), 78-92.

Sánchez-Reinoso, M. (2021). "Procesos Fermentativos y Cambios de pH en Cacao Nacional". Editorial Universitaria, Quito-Ecuador.

Rodríguez-Morales, A. et al. (2022). "Análisis Comparativo de Parámetros Químicos en Cacao". *Journal of Agricultural Chemistry*, 9(3), 145-160.

Quiroz, M.F. (2021). "Evaluación Integral de Variedades de Cacao en Ecuador". Tesis Doctoral, Universidad Central del Ecuador.

INIAP. (2022). "Boletín Técnico de Variedades de Cacao". Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito-Ecuador.

IMPLICACIONES PRÁCTICAS Y LIMITACIONES

Ozaeta & Palma et al. (2025) Vol. 01 N° 1. pp: 0-0. ISSN:1390-8103

Chapa Gonza, S. R. (2022). Caracterización física y química de almendras secas del cacao □no de aroma (*Theobroma cacao* L.) provenientes de la región Amazonas.

<https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/27>

04

Mejía, L. E., & Palma, J. (2018). Desarrollo de variedades híbridas de cacao en Ecuador. *Revista Científica Agrícola*, 25(3), 112-125.

Jimenez J., Fredy, A. & Solórzano, E., 2014. Componentes de identidad para reconocer las diferencias del cacao que se produce en varias regiones del Ecuador. Quevedo: Estación Experimental Tropical Pichilingue (INIAP).