

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

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

TEMA:

**COMPOSICIÓN PROXIMAL DE GRANOS DE CACAO CCN-51 Y
NACIONAL FINO Y DE AROMA CULTIVADOS EN LA REGIÓN COSTA
DEL ECUADOR**

AUTORES:

**VILLAMAR REYES DANIELA ANDREA
FARFÁN VÉLIZ KENNY WILLIAN**

TUTOR:

ING. MIRABELLA DEL JESUS LUCAS ORMAZA Mg.

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

2024(2)

DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA

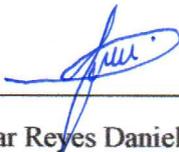
Nosotros, Villamar Reyes Daniela Andrea con C.I 1316287638 y Farfán Véliz Kenny Willian con C.I 1315732139 declaramos que el presente trabajo de titulación denominado **“Composición proximal de granos de cacao CCN-51 y Nacional Fino y de Aroma cultivados en la Región Costa del Ecuador”** es de nuestra 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.

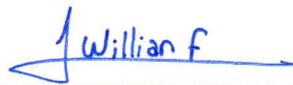
La responsabilidad del contenido presente en este estudio corresponde exclusivamente a nuestra autoría y el patrimonio intelectual de la investigación pertenecerá a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Manta, 12 febrero del 2025

Lo certificamos:



Villamar Reyes Daniela Andrea



Farfán Véliz Kenny Willian

 Uleam UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ	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 Villamar Reyes Daniela Andrea, legalmente matriculada en la carrera de Agroindustrias, período académico 2024-2, cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto es "COMPOSICIÓN PROXIMAL DE GRANOS DE CACAO CCN-51 Y NACIONAL FINO Y DE AROMA CULTIVADO EN LA REGIÓN COSTA 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: Agroindustrias

 Uleam UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ	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 Farfán Véliz Kenny Willian, legalmente matriculada en la carrera de Agroindustrias, período académico 2024-2, cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto es "COMPOSICIÓN PROXIMAL DE GRANOS DE CACAO CCN-51 Y NACIONAL FINO Y DE AROMA CULTIVADO EN LA REGIÓN COSTA 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: Agroindustrias

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

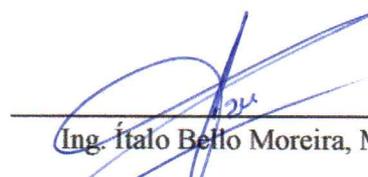
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los honorables Miembros del Tribunal Examinador aprueban el proyecto de investigación con el tema **“Composición proximal de granos de cacao CCN-51 y Nacional Fino y de Aroma cultivados en la Región Costa del Ecuador”**, de los estudiantes de la carrera de ingeniería agroindustrial: **Villamar Reyes Daniela Andrea** y **Farfán Véliz Kenny Willian**, 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:

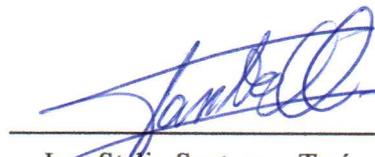
Para constancia firman:



Lic. Dolores Muñoz Verduga, Ph.D.
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. Ítalo Bello Moreira, Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Stalin Santacruz Terán, Ph.D.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

COMPOSICIÓN PROXIMAL DE GRANOS DE CACAO CCN-51 Y NACIONAL FINO Y DE AROMA CULTIVADOS EN LA REGIÓN COSTA DEL ECUADOR

PROXIMAL COMPOSITION OF CCN-51 AND NACIONAL FINO AND AROMA COCOA BEANS GROWN IN THE COASTAL REGION OF ECUADOR

Daniela Andrea Villamar Reyes¹, Kenny Willian Farfán Véliz¹

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

Email: e1316287638@live.ulead.edu.ec ; e1315732139@live.ulead.edu.ec

Información del artículo

Tipo de artículo:

Artículo original

Recibido:

dd/mm/aaaa

Aceptado:

dd/mm/aaaa

Licencia:

CC BY-NC-SA 4.0

Revista

ESPAMCIENCIA

11(1):1-11

Resumen

Del cacao (*Theobroma Cacao L.*), cultivado en Ecuador sobresalen las variedades CCN-51 y el denominado Nacional Fino de Aroma conocido también como "Arriba". El presente estudio se enfocó en analizar las características fisicoquímicas de los granos de cacao CCN-51 y Nacional Fino de Aroma, provenientes de la provincia de Esmeraldas, en la Región Costa del Ecuador, fermentados y sin fermentar. Los parámetros evaluados fueron sólidos solubles, pH, acidez, proteínas, lípidos, cenizas, fibras y carbohidratos totales. Los resultados obtenidos revelaron que las características fisicoquímicas estudiadas en los granos de cacao están influenciadas por la variedad y los procesos a los cuales se someten. Las muestras fermentadas y no fermentadas presentaron diferencias significativas entre sí en ambas variedades. Por último, la fermentación afecta al cacao Nacional Fino de Aroma disminuyendo el contenido de compuestos fenólicos a diferencia, del cacao CCN-51 en donde no hubo diferencia significativa.

Palabras clave: Cacao CCN-51, cacao Nacional fino y de aroma, características fisicoquímicas, secado, fermentación.

Abstract

Of the cocoa (*Theobroma Cacao L.*), grown in Ecuador, the CCN-51 varieties and the so-called Nacional Fino de Aroma, also known as "Arriba", stand out. The present study focused on analyzing the physicochemical characteristics of CCN-51 and Nacional Fino de Aroma cocoa beans, coming from the province of Esmeraldas, in the Coastal Region of Ecuador, fermented and unfermented. The parameters evaluated were soluble solids, pH, acidity, proteins, lipids, ashes, fibers and total carbohydrates. The results obtained revealed that the physicochemical characteristics studied in cocoa beans are influenced by the variety and the processes to which they are subjected. The fermented and non-fermented samples present significant differences between themselves in both varieties. Finally, fermentation affects the Nacional Fino de Aroma cocoa, decreasing the content of phenolic compounds, unlike CCN-51 cocoa where there was no significant difference.

Keywords: CCN-51 cocoa, national fine cocoa and aroma, physicochemical characteristics, drying, fermentation.

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma Cacao L.*), tiene su origen en América del Sur. En la actualidad, su cultivo se ha expandido a regiones que forman parte de países como Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Venezuela y las Guayanas. Ecuador se destaca como uno de los principales

productores mundiales de cacao, consolidándose como un actor clave en el mercado de exportación. Es importante señalar que, en Ecuador, el 80% de los cultivos de cacao se localizan en la Región Costa. A nivel nacional, la provincia de Esmeraldas ocupa el cuarto lugar en

superficie cultivada, con una producción aproximada de 525.000 quintales de cacao al año (Palate 2019).

En Ecuador se cultivan diversas variedades de cacao, sobresaliendo el Cacao CCN-51 y el denominado Cacao Nacional. Este último, es un Cacao Fino de Aroma conocido también como "Arriba" desde la época colonial (Guerrero 2014). Es fundamental destacar que su fruto es una mazorca alargada, con tonalidades que varían entre rojo y amarillo púrpuro. En estado maduro, pesa aproximadamente 450 gramos, con dimensiones de 15 cm a 30 cm de largo y 7 cm a 12 cm de ancho. Las semillas, de forma oblonga, varían de tamaño según el tipo de cacao y disponen de un recubrimiento cuya función es proteger a los cotiledones. En el exterior, se encuentra el mucílago, una sustancia dulce y viscosa que desempeña un papel crucial en la fermentación de las semillas (Paredes et al. 2022).

El cacao ecuatoriano es reconocido a nivel mundial por su exquisito sabor, aroma, calidad y refinamiento. Estas cualidades se atribuyen a las variedades cultivadas, condiciones climáticas del país y al proceso de fermentación de las semillas. La fermentación es una etapa clave en el procesamiento del grano, ya que desencadena cambios bioquímicos que reducen el amargor y la astringencia, al mismo tiempo generan los precursores del aroma y el sabor característico del chocolate (Teneda 2017).

Esta investigación se enfocó en analizar las características fisicoquímicas de los granos de cacao CCN-51 y Nacional Fino de Aroma, provenientes de la provincia de Esmeraldas, en la Región Costa del Ecuador. Se compararon los cambios entre granos fermentados y sin fermentar, evaluando parámetros como sólidos solubles, pH y acidez. Además, se determinó la cantidad de proteínas, lípidos, cenizas, fibras y carbohidratos totales, y se analizó el contenido de compuestos fenólicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los granos de Cacao CCN-51 y Cacao Nacional Fino y de Aroma se recolectaron en la ciudad Rosa Zárate, ubicada en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, Ecuador. Para esta investigación, se utilizaron 4 kg de cacao de cada variedad, provenientes de la región costera del país, tal como se ha señalado.

Fermentación

Para las muestras fermentadas se usó el método de "fermentación a 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. Inicialmente, se realizó un escurrido 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 horas, lo que permitió disminuir aún más el contenido de mucílago. Este paso fue clave para evitar una acidez excesiva en los granos durante la fermentación, ya que la presencia de mucílago influye directamente en el nivel de acidez del cacao.

El proceso de fermentación se llevó a cabo durante 4 días, considerando que el tiempo óptimo para esta etapa se encuentra en un rango de 3 a 4 días. Los dos primeros días son críticos, ya que corresponden a una fase anaeróbica, en la cual los granos deben permanecer aislados de la luz y el aire. Para garantizar esta condición, se cubrieron con sacos de yute. Al concluir esta etapa, los granos de cacao presentaron un olor característico a alcohol, resultado de la fermentación de los azúcares presentes en el mucílago. Consecutivamente, el alcohol se transforma en vinagre o ácido acético. Este cambio ocurrió tras el primer volteo, cuando las bacterias presentes en la masa de cacao, estimuladas por la reciente aireación, evolucionaron hacia microorganismos aeróbicos que requerían oxígeno para sobrevivir. Por esta razón, las remociones fueron esenciales y se llevaron a cabo en intervalos consecutivos, con el propósito de alcanzar un nivel de fermentación superior al 90%. Es importante señalar que los granos ubicados en el centro del montón fermentan rápidamente y de mejor manera. Por ende, fue fundamental realizar las remociones de manera uniforme, esto garantiza que todos los granos se fermenten de forma homogénea. Además, se controló la temperatura, que se midió en el centro del montón (Teneda 2017).

Tabla 1. Temperaturas de cacao fermentado

Etapas	Variedad	
	Cacao CCN-51	Cacao Nacional Fino y de Aroma
Escurrido	26°C	28°C
Pre-secado/oreado	24°C	27,8°C
Inicio fermentación	25°C	24°C
1ra Remoción	48°C	49°C
2da Remoción	49°C	49°C
3ra Remoción	38°C	39°C

Secado

El cacao pasó a un proceso de secado que duró 4 días, aplicando el método de "secado al sol", este método es adecuado por su carácter natural y capacidad para mejorar la acidez de los granos. Durante este proceso, es necesario remover constantemente los granos para asegurar un secado uniforme, además de separarlos para evitar que se peguen entre sí y prevenir el crecimiento de moho. Los tiempos de secado varían según las condiciones climáticas de la zona. Si el secado no es correcto, la humedad será

elevada, favoreciendo al desarrollo de moho. Y si el secado se prolonga demasiado, la cáscara y el grano se vuelven quebradizos (Ortiz et al. 2021).

Al finalizar el proceso de fermentación y secado se obtuvieron granos de cacao con forma arriñonada y tonalidad marrón, características que se deben lograr en el interior de los granos.

A las muestras sin fermentar, se les escurrió el exceso de mucilago y se secaron con el método de "secado al sol", durante un tiempo de 11 días. Los granos presentaron un color violeta en su interior debido a la ausencia de fermentación.

Preparación de muestras

Una vez obtenidas las muestras de cada variedad de cacao, se procedió a clasificarlas y rotularlas según el tratamiento aplicado. Posteriormente, los granos se molieron completamente en un molino pulverizador marca Vevor-Estados Unidos, y mediante un proceso de cernido, se eliminó cualquier residuo restante. El resultado final fue un polvo de cacao.

Para garantizar la conservación de las diferentes muestras de cacao y prevenir la oxidación de las mismas, estas fueron envasadas al vacío y selladas herméticamente, usando un equipo de vacío y sellado a pequeña escala marca Anova-China.

Se tomaron 25 g de cada muestra y se diluyeron con agua destilada en relación 1:9, con la finalidad de disminuir la densidad y viscosidad, dejando en reposo durante 24 horas, con agitación cada 8 horas. A continuación, las muestras se colocaron en tubos y después en una centrifuga marca Sigma-Japón, y se centrifugaron a 3900 rpm durante 10 minutos. Finalmente, las muestras se filtraron empleando un equipo de filtración al vacío. Una vez separadas las partículas en suspensión se obtuvo una muestra limpia y se almacenó en refrigeración.

Análisis físicos

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.

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 ecuación 1, a partir de los análisis de

proteínas, grasas, cenizas y fibras siguiendo la metodología propuesta por Bastidas (2016).

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

Ecuación 1. Porcentaje de carbohidratos totales

pH y acidez

Para determinar el pH, 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 ecuación 2 siguiendo la técnica de Melendez (2017). Se usaron 5 mL de muestra diluidos en 45 mL de agua destilada, con una solución de fenolfaleína al 1% e hidróxido de sodio al 1N. Los resultados se expresaron como ácido cítrico, cuyo meq es de 0,064 meq/L.

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

Ecuación 2. Porcentaje de acidez

Compuestos fenólicos

Este análisis se llevó a cabo siguiendo la metodología de Antezana et al. (2018) con algunas modificaciones. Para ello, las muestras previamente filtradas y en matraces se dejaron reposar durante 24 horas en un lugar seco y oscuro, y se cubrieron con papel aluminio para garantizar valores más precisos en los resultados.

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 añadieron 5 mL de agua destilada y 0,5 mL de Folin (Folin-Ciocalteu) al 2N, y la mezcla se colocó en una probeta de 10 mL. Se dejó reposar durante 8 minutos, cubriendo la muestra con papel aluminio y manteniéndola en un lugar seco y oscuro. A continuación, se añadieron 1,5 mL de carbonato de sodio al 7.5% y se completó el volumen hasta 10 mL con agua destilada. Se esperó durante 2 horas, asegurándose de que la muestra permaneciera en un lugar seco y oscuro. Finalmente, se procedió a medir la absorbancia utilizando un espectrofotómetro marca Jenway-Reino Unido a una longitud de onda de 765 nm (nanómetros).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

pH

Los resultados analizados con una probabilidad ($P < 0.05$) muestran una diferencia significativa entre el T1 y el resto de tratamientos, con 5.48 de pH es el tratamiento con mayor tendencia hacia la acidez, tal como se muestra en la tabla 2, mientras los T4, T2 y T3 son iguales estadísticamente, sin embargo, esta diferencia no es muy marcada de forma general, y de las variables estudiadas la variedad de cacao es la que tiene menor valor de pH indistintamente de la fermentación.

Tabla 2. Análisis de Tukey de los resultados de pH

Tratamientos del cacao	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1	3	5,4833	
T4	3		5,5767
T2	3		5,5900
T3	3		5,6067
Sig.		1,000	,277

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

El autor Erazo (2019) indica que en el proceso de fermentación del cacao, el pH sufre variaciones por diferentes factores, como la degradación causada por la actividad de microorganismos, efectos del mezclado o volteo. Por otra parte, Loureiro et al. (2017) afirman que el pH de los granos de cacao fermentados es aproximadamente el doble a comparación de los granos no fermentados, indicando que el rango ideal de pH para los granos fermentados oscila entre 5.0 y 5.5, mientras que los granos no fermentados entre 3.0 y 3.5. En esta investigación los valores de pH de los granos fermentados del T1 y T2 se encuentran dentro del rango esperado. No obstante, los tratamientos T3 y T4, correspondientes a las muestras no fermentadas, exhiben un pH más elevado al reportado en la literatura.

Sólidos solubles

Los resultados de sólidos solubles expresados en grados Brix, exhibieron diferencias significativas entre los tratamientos con una probabilidad ($P < 0.05$), aunque las variaciones son menores, los tratamientos T1 y T3 presentaron un mayor contenido de sólidos solubles, como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis de Tukey de los resultados de sólidos solubles

Tratamientos del cacao	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T4	3	,5667			
T2	3		,7667		
T1	3			,9667	
T3	3				1,1000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

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

Escobar (2023) detalla que, durante la fermentación de granos de cacao, el contenido de sólidos solubles en el mucilago disminuye debido a la degradación de los azúcares como la glucosa y la fructosa. Este cambio es evidente en los tratamientos T1 y T3, correspondientes al cacao CCN-51 fermentado y sin fermentar,

respectivamente, observando una reducción de sólidos solubles sujetos a la fermentación. En cambio, en el cacao Nacional Fino y de Aroma, el comportamiento fue diferente indistintamente del proceso de fermentación.

Acidez

El porcentaje de acidez visualizado en la tabla 4, evidenció una diferencia significativa con una probabilidad ($P < 0.05$) entre los tratamientos T1 y T2, con valores de 0.55 y 1.02 de acidez respectivamente. En el caso de los tratamientos T3 y T4 no mostraron una diferencia significativa.

Tabla 4. Análisis de Tukey de los resultados de acidez

Tratamientos del cacao	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1	3	,5533		
T2	3		1,0233	
T3	3			1,9200
T4	3			2,0067
Sig.		1,000	1,000	,917

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

Es importante mencionar que, según Ortiz et al. (2009), los niveles de acidez en los granos de cacao pueden variar dependiendo del tipo de proceso y del lugar donde se realice la fermentación y el secado. Además, López (2017) explica que el secado tiene como objetivo completar el proceso de oxidación iniciado durante la fermentación, y que desempeña un papel crucial en la disminución de la astringencia, el amargor y la acidez de las almendras. En relación con los niveles de acidez, en la investigación de Loureiro et al. (2017) se indica que la acidez en los granos de cacao fermentados debe ser aproximadamente 14 veces menor que en los granos sin fermentar. En otras palabras, el proceso de fermentación provoca una reducción significativa de la acidez. Este concepto se refleja en los tratamientos T1 – T3 y T2 – T4, donde se aprecia una disminución de la acidez en las muestras de cacao CCN-51 y Nacional Fino y de Aroma, fermentados y sin fermentar, respectivamente.

Cenizas

La concentración de ceniza varió entre los tratamientos como se contempla en la tabla 5. Esta variación con una probabilidad ($P < 0.05$), muestra diferencia significativa en todos los tratamientos, mostrando en el T3 y T2 un mayor porcentaje de cenizas.

Tabla 5. Análisis de Tukey de los resultados de cenizas

Tratamientos del cacao	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T4	3	3,1467			
T1	3		3,2500		
T3	3			3,4767	
T2	3				3,8067
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

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

El análisis de cenizas en granos secos es un indicador del grado de fermentación del cacao, ya que determina si un grano fue fermentado o directamente secado, según explica Peñaherrera (2021). En la investigación de Álvarez et al. (2022) señalan que a menor fermentación en las semillas frescas, menor será la pérdida de sustratos, aumentando los niveles de cenizas. Con respecto a los granos de cacao CCN51, se observa una disminución en el porcentaje de ceniza entre los tratamientos fermentados (T1) y no fermentados (T3), como se citó anteriormente. Sin embargo, este patrón no se cumple en los granos de cacao Nacional Fino y de Aroma, el valor del tratamiento fermentado (T2) es superior al de los granos no fermentados (T4).

Grasas

En la tabla 6 se expone el contenido de grasa, revelando variaciones notables con una probabilidad ($P < 0.05$) entre los tratamientos. Los tratamientos T2 y T3 resaltan por su mayor porcentaje de grasa.

Tabla 6. Análisis de Tukey de los resultados de grasas

Tratamientos del cacao	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T4	3	40,2300			
T1	3		43,6900		
T2	3			44,7367	
T3	3				47,8267
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

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

En la investigación de Neira et al. (2020) mencionan que un alto contenido de grasa puede interferir con el proceso de fermentación, alargando su duración. Otros autores Cobos et al. (2022) señalan que el cacao CCN-51 tiene un porcentaje de grasa $> 52\%$ y el Fino Nacional y de Aroma $< 50\%$. Y Andrade et al. (2019), nos dice en su artículo que entre menores niveles de fermentación, mayores niveles de grasa. Los granos de cacao CNN-51 muestran un porcentaje de grasa inferior al 52% , aunque estos valores son más bajos, se puede notar que la fermentación afecta su contenido, como se señaló anteriormente. En el caso del

cacao Nacional Fino y de Aroma, los valores cumplen con la condición de ser menores al 50% , sin embargo, variedad fermentada tiene un porcentaje de grasa mayor que la no fermentada

Proteínas

Los porcentajes de proteínas presentan diferencias significativas con una probabilidad ($P < 0.05$), para todos los tratamientos, el T1 muestra el valor más bajo con 11.68 , mientras que el tratamiento T3 contiene mayor porcentaje de proteína tal como se evidencia en la tabla 7.

Tabla 7. Análisis de Tukey de los resultados de proteínas

Tratamientos del cacao	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T1	3	11,6800			
T4	3		12,5400		
T2	3			12,6500	
T3	3				12,9067
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

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

Según Armenta et al. (2023), explica que la fermentación provoca una serie de transformaciones bioquímicas y reacciones enzimáticas dentro de las almendras de cacao. Estos cambios, sumados al método de secado empleado afectan la cantidad de proteínas en el grano. Diversos autores como Rodríguez et al. (2024) obtuvieron en su investigación un porcentaje de proteínas en cacao CCN-51 fermentado de 11.50% , y de Nacional Fino de Aroma fermentado entre 11.81% y 16.19% . Resultados que se encuentran alrededor de los encontrados en la presente investigación para cada caso. Otros autores como por ejemplo Flores (2023), señala que los granos de cacao CCN-51 y Fino Nacional de aroma sin fermentar, presentan un contenido de proteínas de 13.7% y 10.14% , respectivamente. Estos resultados difieren de los valores obtenidos en los tratamientos sin fermentar tanto para el cacao Nacional Fino y de Aroma y CCN-51.

Fibras

Con una probabilidad ($P < 0.05$), el análisis del contenido de fibra indicó que los tratamientos difieren entre sí. En la tabla 8 se contempla que los tratamientos T1 y T2 poseen los porcentajes más elevados de fibra.

Tabla 8. Análisis de Tukey de los resultados de fibras

Tratamientos del cacao	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T3	3	2,7300			
T4	3		3,2800		
T1	3			5,2367	
T2	3				7,2700
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

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

Los resultados muestran que tanto para el cacao Nacional Fino de Aroma y CCN-51 fermentados su contenido de fibra es mayor al de las muestras no fermentadas en ambos casos. Lo encontrado en la literatura está relacionado con los resultados de los autores Miranda (2019) y Rodríguez et al. (2024), indicando que las almendras de cacao sin fermentar en las dos variedades estudiadas tienen un contenido de fibra de 3.42% y 3.00%, dicho porcentaje aumenta después de la fermentación a 5.09% y 4.13% para los granos de CCN-51 y Nacional Fino de Aroma, respectivamente. Cabe mencionar que en esta investigación el cacao Nacional Fino de Aroma alcanza un valor de 7.27 superior al de las investigaciones revisadas, doblando su contenido en estado fermentado.

Carbohidratos totales

Los carbohidratos totales variaron entre tratamientos como se ve en la tabla 9. El T1 y T4 obtuvieron los valores más altos con una probabilidad ($P < 0.05$).

Tabla 9. Análisis de Tukey de los resultados de carbohidratos totales

Tratamientos del cacao	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T2	3	31,5367			
T3	3		33,0600		
T1	3			36,1433	
T4	3				40,8033
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

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

El contenido de carbohidratos totales en los granos de cacao es mayor para el Nacional Fino y de Aroma sin fermentar superando a los resultados de la investigación de Vilchez (2016) quien muestra un resultado de 37.46%. Un hallazgo similar se visualiza en el cacao CCN-51 sin fermentar, ya que el mismo autor indicó que obtuvo un valor de 30.5%. Otros autores como Andrade et al. (2019), mencionan que el cacao CCN-51 y el Nacional Fino de Aroma fermentados tienen un porcentaje de 36.78% y 32.28%, respectivamente. Estos resultados se aproximan a

los nuestros, mostrando una relación en cuanto a las variables estudiadas.

Contenido de compuestos fenólicos

En la tabla 10 se visualizan los resultados de los compuestos fenólicos, existiendo diferencias significativas con una probabilidad ($P < 0.05$). El tratamiento T2 alcanzó un valor de 50.65, en comparación con los tratamientos T1, T3 y T4 que presentaron cifras muy superiores.

Tabla 10. Análisis de Tukey de los resultados del contenido de compuestos fenólicos

Tratamientos del cacao	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T2	3	50.6533			
T1	3		110.6367		
T3	3			145.9000	
T4	3				170,8033
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

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

Según Vázquez et al. (2016) los compuestos fenólicos presentes en las almendras de cacao desempeñan un papel clave en el aroma y sabor del cacao y productos derivados. Estos compuestos son los responsables de los sabores amargos, astringentes y ácidos, así como de los olores ácidos, verdes y afrutados, entre otros. En su investigación, Menéndez y Burgos (2021) destacan que los granos de cacao frescos poseen una mayor concentración de compuestos fenólicos en comparación con otras etapas del procesamiento. Y durante la fermentación, una parte de estos compuestos se pierden, aunque la reducción es menor durante el secado natural. En su estudio, analizó los compuestos fenólicos en granos de cacao tipo Forastero y observó una disminución del 35% y 59%, al tercer y séptimo día de fermentación (en cajas de poliestireno). Este parámetro se cumple al observar los distintos tratamientos, donde los granos de cacao fermentados, tanto Nacional Fino de Aroma (T2) y CCN-51 (T1), presentan un contenido de compuestos fenólicos de 50.65 ppm y 110.63 ppm, respectivamente. En contraste, los tratamientos que solo fueron secados muestran valores más altos, con 145.90 ppm para el cacao CCN-51 (T3) y 170.80 ppm para el cacao Nacional Fino de Aroma (T4).

CONCLUSIONES

Los granos de cacao CCN-51 y Nacional Fino de Aroma fermentados y no fermentados provenientes de la provincia de Esmeraldas, de la región Costa del Ecuador muestran un cambio notable en las características fisicoquímicas. El contenido de pH, sólidos solubles,

cenizas, grasas y proteínas se redujeron notablemente en la variedad CCN-51 en los granos fermentados, mientras que no se registró variaciones de estos compuestos en el cacao Nacional Fino y de Aroma. La fermentación también disminuyó el porcentaje de acidez y aumentó el contenido de fibras en ambas variedades, con un incremento más notable de fibra en la variedad Nacional Fino de Aroma. Los carbohidratos de la variedad CCN-51 fueron favorecidos por la fermentación, caso contrario se dio en la variedad Nacional Fino de Aroma en donde se observó una disminución. Finalmente, el contenido de compuestos fenólicos se vio afectado notablemente por el proceso de fermentación en el cacao Nacional Fino de Aroma. En contraste, en la variedad CCN-51, la diferencia en el contenido de compuestos fenólicos en ppm no fue tan drástica.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, C; Pérez, E; Lares, M. 2022. Beneficio del cacao Criollo venezolano: variaciones en composición proximal, metilxantinas y polifenoles (en línea). RIVAR 9(27). DOI: <https://doi.org/10.35588/rivar.v9i27.5625>.

Andrade, J; Rivera, J; Chire, G; Ureña, M. 2019. Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú (En sección: enfoque ute: facultad de ciencias de la ingeniería e industrias - universidad ute). Enfoque UTE: Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias - Universidad UTE 10(4):1-12.

Antezana, A; Vizalque, B; Aliaga, E; Tejeda, L; Book, O; Mollinedo, P; Peñarrieta, M. 2018. Determinación De La Capacidad Antioxidante Total, Fenoles Totales, Y La Actividad Enzimática En Una Bebida No Láctea En Base a Granos De *Chenopodium Quinoa*. Revista Boliviana de Química 35(5):168-176.

Armenta, J; Olarte, D; Rincón, J; Rodríguez, M. 2023. Características físicas, fisicoquímicas y sensoriales de granos de cacao (*Theobroma cacao*) variedad FTA-4 cosechado en el departamento de Arauca evaluado en condiciones de fermentación y secado variables. Entre Ciencia e Ingeniería 17(33):47-54. DOI: <https://doi.org/10.31908/19098367.2829>.

Asociación Científica Dedicada a la Excelencia Analítica (AOAC). 1971. AOAC 962.09: Determinación de fibra cruda. s.l., s.e. 7 p. Consultado 27 dic. 2024.

Bastidas, E. 2016. Análisis proximal, compuestos fenólicos, alcaloides, ácidos grasos y actividad antioxidante de dos lotes de Chocolate Piura Milk,

Cacaosuyo. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Consultado 27 may 2024.

Cobos, F; Alcivar Torres, L; Alvarado, A; Obando, M. 2022. Índices de calidad en la comercialización del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Ecuador. (En sección: revista ciencia e investigación). Revista Ciencia e Investigación 7(Extra 1):42.

Erazo, C. 2019. Diseño de un fermentador y secador solar piloto, para dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.), en el cantón El empalme provincia Guayas (En aceptado: 2019-05-07t20:29:48z). :73.

Escobar, C. 2023. Elaboración de un néctar a base del mucilago de cacao (*Theobroma Cacao*) (en línea). Consultado 29 dic. 2024. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37885>.

Flores, J. 2023. Análisis de cadena de valor en productos prioritarios para ecuador y oportunidades de mejora para alcanzar la sostenibilidad: Análisis de la cadena de valor del banano (*Musa paradisiaca*) en Ecuador y oportunidades de mejora para alcanzar la sostenibilidad. (en línea). bachelorThesis. Quito, Escuela Politécnica Nacional. Consultado 2 ene. 2025. Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23700>.

Guerrero, G. 2014. El Cacao ecuatoriano: Su historia empezó antes del siglo XV. Sitio web (en línea, sitio web). Consultado 13 may 2024. Disponible en <http://www.revistalideres.ec/lideres/cacao-ecuatoriano-historia-empezo-siglo.html>.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 1980. NTE INEN 465: Determinación de la proteína bruta. s.l., s.e. 10 p. Consultado 27 dic. 2024.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 1980. NTE INEN 466: Determinación de la materia grasa. s.l., s.e. 7 p. Consultado 27 dic. 2024.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 1980. NTE INEN 467: Determinación de cenizas. s.l., s.e. 7 p. Consultado 27 dic. 2024.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 1985. NTE INEN 0380: Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico. s.l., s.e. 11 p. Consultado 12 may 2024.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 1985. NTE INEN 0389: Conservas vegetales. Determinación de

la concentración del ión hidrógeno (pH). s.l., s.e. 7 p. Consultado 12 may 2024.

López, O. 2017. Características químicas y actividad antioxidante de pasta de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) (en línea). *Agro Productividad* 10(8). Consultado 29 dic. 2024. Disponible en <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/articloe/view/1078>.

Loureiro, G; Araujo, Q; Valle, R; Sodré, G; Souza, S. 2017. Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahía, Brasil. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 4(12):579-587.

Melendez, A. 2017. Determinación de cadmio y plomo en granos de cacao, frescos, secos y en licor de cacao (*Theobroma cacao*). *Universidad Nacional Agraria de la Selva* :80.

Menéndez, L; Burgos, G. 2021. Efectos de la fermentación y secado en el contenido de polifenoles y alcaloides del cacao. *Dominio de las Ciencias* 7(5):1280-1304. DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v7i5.2310>.

Miranda, J. 2019. Variación de la conductividad eléctrica del medio acuoso por inmersión de granos de cacao CCN-51 con diferentes índices de fermentación (en línea) (En accepted: 2019-02-26t23:12:18z). *Universidad Nacional Agraria La Molina*. Consultado 29 dic. 2024. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3844>.

Neira, J; Revilla, K; Aldas, J; Sánchez, S. 2020. Métodos de fermentación del cacao nacional (*theobroma cacao*) y su influencia en las características físico-químicas, contenido de cadmio y perfiles sensoriales. 21(3):42-48.

Ortiz, L; Camacho, G; Fari nas, L. 2021. Efecto del secado al sol sobre la calidad del grano fermentado de cacao (En publicación: instituto nacional de investigaciones agrícolas (inia)). *Agronomía Tropical* 54(1):31-43.

Ortiz, L; Graziani, L uis; Rovedas, G. 2009. Evaluación de varios factores sobre características químicas del grano de cacao en fermentación (En sección: agronomía tropical). *Agronomía Tropical* 59(1):73-79.

Palate, R. 2019. Reconocimiento de las plagas y enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la parroquia Ricaurte, cantón San Lorenzo, Provincia de Esmeraldas 2019 (en línea). *bachelorThesis*. El  ngel,

Universidad Técnica de Babahoyo. 32 p. Consultado 19 may 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6449>.

Paredes, N; Monteros,  ; Lima, L; Caicedo, C; Tinoco, L; Fernández, F; Vargas, Y; Pico, J; Subía, C; Burbano, A; Chanaluzza, A; Sotomayor, D; Díaz, A; Intriago, J; Chancosa, C; Andrade, A; Enriquez, G. 2022. Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía Ecuatoriana. N 125 (en línea). s.l., s.e. 82 p. Consultado 13 may 2024. Disponible en <http://repositorio.iniap.gov.ec/handle/41000/5833>.

Peñaherrera, N. 2021. Estudio de métodos de fermentación y secado del cacao (en línea). Consultado 29 dic. 2024. Disponible en <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/www.dspace.uce.edu.ec>.

Rodríguez, W; Martínez, J; Rivas, C; Rendón, A; Torres, C; Cedeño, W. 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>.

Teneda, W. 2017. Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao: (*Theobroma cacao* L.) Variedad Nacional y Variedad CCN51. *Andalucía, Universidad Internacional de Andalucía*. 138 p. Consultado 30 jul. 2024.

Vázquez, A; Ovando, I; Adriano, L; Betancur, D; Salvador-, M. 2016. Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN)* 66(3):239-254.

V lchez, N. 2016. Efecto del material del fermentador, en el grado de fermentación de granos de cacao (*Theobroma cacao* L, clon: CCN - 51) (en línea) (En aceptado: 2017-12-15t13:08:36z). *Repositorio - UNSM*. Consultado 3 ene. 2025. Disponible en <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2550>.