

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,
Volumen 9, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y COMPUESTOS FENÓLICOS EN LA PLACENTA DE DOS VARIEDADES DE CACAO (NACIONAL Y CCN-51)

COMPARATIVE EVALUATION OF PHYSICOCHEMICAL
PARAMETERS AND PHENOLIC COMPOUNDS IN THE
PLACENTA OF TWO VARIETIES OF COCOA (NACIONAL
AND CCN-51).CT

Fredis Franco - Pesantez

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Brenda Silvana Toro Castillo

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Gabriela Viviana Armijos Cabrera

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Teresa María Alvarado Espinoza

Seguro Social Campesino-IESS, Ecuador

Stefany Paulette Vilela Castro

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.20653

Evaluación Comparativa de Parámetros Físico-Químicos y Compuestos Fenólicos en la Placenta de dos Variedades de Cacao (Nacional y CCN-51)

Fredis Franco - Pesantez¹fpesantez@utmachala.edu.ec<https://orcid.org/0000-0001-5700-1344>Universidad Técnica de Machala
Ecuador**Gabriela Viviana Armijos Cabrera**gvarmijos@utmachala.edu.ec<https://orcid.org/0000-0001-8391-3048>Universidad Técnica de Machala
Ecuador**Stefany Paulette Vilela Castro**stefanyvilela25.06@gmail.com<https://orcid.org/0009-0003-2713-3313>Universidad Técnica de Machala
Ecuador**Brenda Silvana Toro Castillo**btoro2@utmachala.edu.ec<https://orcid.org/0009-0008-9940-6137>Universidad Técnica de Machala
Ecuador**Teresa María Alvarado Espinoza**tere231075@gmail.com<https://orcid.org/0000-0001-9917-5350>Seguro Social Campesino-IESS
Ecuador

RESUMEN

El presente estudio se enfoca en la caracterización fisicoquímica y compuestos fenólicos de la placenta de cacao Nacional y CCN-51 de la Provincia de El Oro, Ecuador. Mediante el uso de espectrofotometría UV-vis, se analizaron los niveles de polifenoles totales, azúcares reductores y vitamina C en muestras recolectadas de cinco localidades distintas. Los resultados revelaron variaciones significativas en los niveles de estos compuestos bioactivos según la localidad de origen, destacándose Atahualpa y El Guabo por sus altos niveles de azúcares y vitamina C, respectivamente. Además, se observó que el CCN-51 presenta mayores concentraciones de azúcares y polifenoles en comparación con el cacao Nacional, mientras que este último contiene más vitamina C. La investigación también subraya la influencia de las condiciones climáticas y geográficas en la composición fisicoquímica de la placenta de cacao, lo que tiene implicaciones importantes para su aprovechamiento industrial. Los altos contenidos de compuestos antioxidantes en la placenta de cacao la posicionan como una fuente valiosa en diferentes industrias como son: Química y Farmacéutica, además, para el desarrollo de suplementos nutricionales y productos alimentarios. Los análisis estadísticos validaron la precisión, así como también, la fiabilidad de los datos obtenidos, con coeficientes de determinación (R^2) elevados para todos los parámetros analizados. Esto respalda la robustez de los hallazgos y su potencial aplicación en futuras investigaciones y en el ámbito industrial. El estudio sugiere la necesidad de explorar y desarrollar nuevos productos que incorporen extractos de placenta de cacao, optimizar las prácticas agrícolas según las condiciones geográficas y climáticas, y promover prácticas sostenibles en la industria del cacao. Además, se recomienda la ampliación del estudio a otras regiones en la realización de investigaciones con las propiedades funcionales y compuestos bioactivos.

Palabras clave: placenta de cacao, polifenoles, vitamina C, azúcares, propiedades fisicoquímicas

¹ Autor principal.

Correspondencia: Fredis Franco Pesantez

Comparative Evaluation of Physicochemical Parameters and Phenolic Compounds in the Placenta of Two Varieties of Cocoa (Nacional and CCN-51).CT

ABSTRACT

The present study focuses on the physicochemical characterization and phenolic compounds of the placenta of Nacional and CCN-51 cocoa, from the province of El Oro, Ecuador. Using UV-vis spectrophotometry, the levels of total polyphenols, reducing sugars and vitamin C were analyzed in samples collected from five different locations. The results revealed significant variations in the levels of these bioactive compounds according to the locality of origin, with Atahualpa and El Guabo standing out for their high levels of sugars and vitamin C, respectively. In addition, it was observed that CCN-51 has higher concentrations of sugars and polyphenols compared to Nacional cocoa, while the latter contains more vitamin C. The research also highlights the influence of climatic and geographical conditions on the physicochemical composition of cocoa placenta, which has important implications for its industrial utilization. The high contents of antioxidant compounds in cocoa placenta position it as a valuable source for the cosmetic and pharmaceutical industry, as well as for the development of nutritional supplements and food products. Statistical analyses validated the accuracy and reliability of the data obtained, with high coefficients of determination (R^2) for all parameters analyzed. This supports the robustness of the findings and their potential application in future research and industrial settings. The study suggests the need to explore and develop new products incorporating cocoa placenta extracts, optimize agricultural practices according to geographical and climatic conditions, and promote sustainable practices in the cocoa industry. Furthermore, it is recommended that the study be extended to other regions and that additional research be conducted on the functional properties and health benefits of the bioactive compounds.

Keywords: cocoa placenta, polyphenols, vitamin C, sugars, physicochemical properties

Artículo recibido 15 octubre 2025

Aceptado para publicación: 18 noviembre 2025



INTRODUCCIÓN

El mundo se encuentra atravesando un importante cambio climático, como consecuencia de las acciones negativas diarias del hombre. Ecuador, se considera un país privilegiado, principalmente por estar situado en la Cordillera de los Andes, otorgándole una variación espectacular hablando de términos de flora y fauna.

En Ecuador cerca de 525 435 hectáreas son ocupadas por la producción de cacao para las diferentes variedades cultivadas, obteniéndose como resultado un aproximado de 283 680 toneladas/año, el aprovechamiento del mismo radica en solo un 10% de fruto fresco, quedando un 90% como producto de desecho; Cuando se habla de desecho, en el cacao se hace referencia a algunas partes como: cáscara de caco, mucílago y placenta que representan un 75% aproximadamente del peso final por mazorca cosechada (Vera Rodríguez, y otros, 2021).

Los desechos provenientes de la actividad de cosecha de cacao generalmente sirven para ser reincorporados al suelo; sin embargo, al haber falencias a la hora de su disposición final, la mayoría se convierte en un contaminante para el suelo y agua (Goude, Adingra Kouassi, Gbotognon, & Kouadio Eugène, 2019). Por otra parte, de acuerdo a diferentes fuentes bibliográficas, se sabe que este fruto se caracteriza por tener una variada caracterización físico-química y organoléptica, considerando específicamente la almendra de cacao.

Las propiedades organolépticas son más enriquecedoras, este país no prioriza la calidad sensorial, desperdiciando estos grandes atributos que favorecen al mercado extranjero (García Briones, Pico Pico, & Jaimez, 2021). La fermentación juega un papel fundamental en sus características, con un porcentaje mayor al 75% color marrón, al obtener este resultado se procede a deducir que el proceso ha sido manejado correctamente (Andrade Almeida, Rivera García, Chire Fajardo, & Ureña Peralta, 2019). La glucosa y la fructosa pueden ser extraídos y purificados mediante métodos enzimáticos y de fermentación, añadiendo valor a un subproducto que de otro modo sería descartado (Rivas Rea, 2016). Las concentraciones bajas en relación al sustrato oxidable; es el encargado de prevenir o retrasar la oxidación de dicho sustrato (Zamora Guevara, Campoverde Mori, Jiménez Jiménez, & Mariscal Santi, 2022). La actividad endógena o exógena, en relación a las células generalmente contrarrestan los bajos niveles de radicales libres, evitando daños nocivos (Mora, Zeledón, & Vargas, 2019).

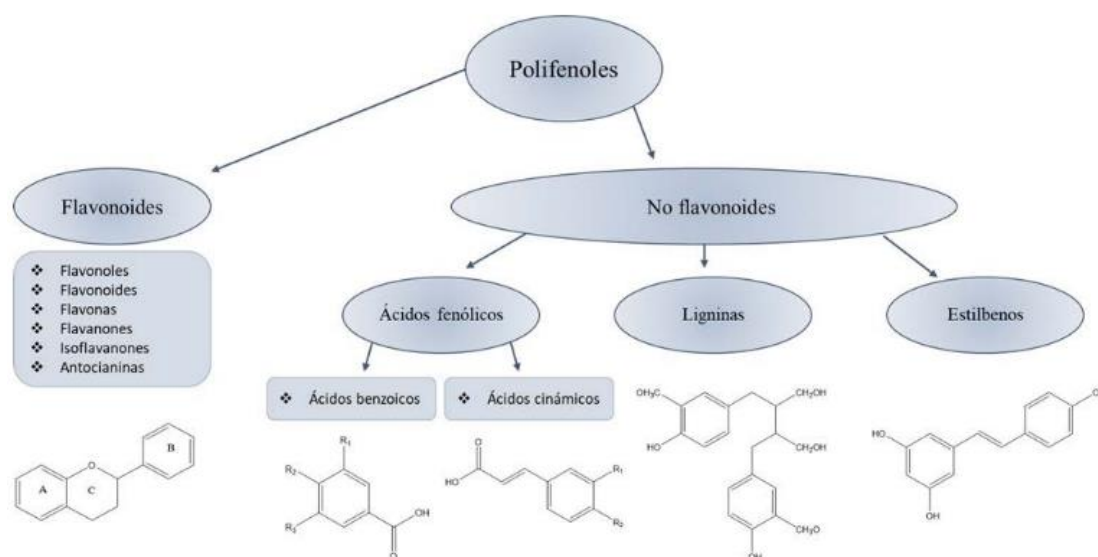


Este tipo de residuos generalmente el agricultor suele despedir al medio, provocando la contaminación del agua, aire y suelo, pero aprovechar este tipo de materia es una buena alternativa para ayudar a la conservación del ambiente, mejorar las condiciones ambientales, producción del fruto, para los seres vivos, y crear una fuente económica diferente (Abad, Acuña, & Naranjo, 2019). La placenta de cacao es parte de los residuos de la cosecha (10% en peso), conjuntamente con el mucílago y la cáscara, actualmente se aprovecha la almendra o semilla de cacao en industrias chocolateras a nivel mundial; los residuos se encuentran como fertilizante, dando lugar a la proliferación de plagas o enfermedades en el cultivo (Kim, y otros, 2024).

La presencia de compuestos fenólicos en el cacao simboliza un importante papel en cuanto a la calidad de los derivados, considerando características que aportan como son: acidez, color, olor y propiedades benéficas en la salud del ser humano (Alvarado, Portillo, Boulanger, Bastide, & Macia, 2020). La presencia de polifenoles como catequina y epicatequina, destacándose por su importante efecto inhibidor (Ortiz, y otros, 2019). Económicamente es altamente competitivo, así como también va constantemente en evolución (Chávez Salazar, Encina Zelada, Muñoz Delgado, Guevara Pérez, & Vidaurre Rojas , 2023). El contenido de polifenoles totales está el grupo de flavonoides como: procianidinas en un 58%, también las catequinas en un 37% y las antocianinas en un 4%, esto se debe a que las características que destacan son dos (Fajardo Rosabal, y otros, 2020). La caracterización de los polifenoles, de esta manera se tiene que en su estructura química contiene mínimo un anillo aromático, mismo que está unido a uno o más grupos hidroxilo, relativamente se los puede encontrar como ésteres, éteres y glucósidos (Ordóñez, León, Rivera, & Vargas, 2019). Contienen gran cantidad de propiedades antioxidantes convirtiéndolo idealmente para la salud del ser humano, siendo importante tener en cuenta la idoneidad que tienen para atrapar radicales libres (Cáceres Roa, López Giraldo, & Muvdi Nova, 2023). Además, los polifenoles, incluidos los del cacao, ejercen efectos antioxidantes, aumentando así las funciones neurológicas y previniendo el daño dependiente de la edad (Magrone, Russo, & Jirillo, 2017). Los solventes que se han empleado más a menudo son agua acidificada, etanol, metanol y acetona (Paz Díaz, y otros, 2019). Algunos expertos sugieren utilizar combinaciones de solventes como etanol y agua para mejorar los niveles de rendimiento en el proceso de extracción (Laila, Nurhayati, Khasanah, Herawati E., & Wiyono, 2020).



Los polifenoles tienen propiedades antioxidantes, desempeñando un papel crucial en diversas funciones del cuerpo humano. Estos compuestos pueden mejorar la función cognitiva mediante la actividad neuronal, optimizar el rendimiento visual y aumentar el flujo sanguíneo cerebral. Además, contribuyen a disminuir el riesgo de desarrollar enfermedades coronarias (Amésquita Nolasco & Gutiérrez Portilla, 2023).



Fuente: (Huerta Madroñal, Aguilar de Armas, & Vázquez Lasa, 2022)

En la actualidad es muy escasa la información referente a la placenta de cacao, no obstante, se estima que su caracterización físico-química se asemeje a la semilla de cacao, otorgándole relevancia a este tipo de residuo que al ser estudiado generará interés en diferentes áreas, no solo por la parte económica que representaría, si no, también por la sostenibilidad de los ecosistemas; Con base en este último aspecto, el cacao, conjuntamente con el petróleo y el banano, se consideran los principales productos de acogida a nivel mundial (Abad, Acuña, & Naranjo, 2019).

El objetivo de la presente investigación fue caracterizar físicoquímicamente la placenta de Cacao Nacional y Cacao CCN-51, tomando como referencia 5 puntos geográficos de la Provincia de El Oro, mediante el uso del método de espectrofotometría UV-vis, para la realización de una comparación en cuanto al contenido de polifenoles totales, azúcares totales y vitamina C, considerando los diferentes pisos climáticos que intervienen en el estudio; la finalidad es identificar una posible utilización efectiva de un residuo proveniente de una de las principales plantaciones del país.

METODOLOGÍA

Población y muestra

El presente trabajo de investigación se basa en un estudio experimental, analítico y comparativo-descriptivo. Este enfoque permite examinar y comparar las características físico-químicas de la placenta de cacao Nacional y CCN-51 en diversas condiciones climáticas.

La población de estudio consistió en cinco localidades de los cantones productores de cacao ubicados en la Provincia de El Oro. Las muestras de placenta de cacao Nacional y CCN-51 fueron recolectadas frescas y tratadas inmediatamente para asegurar la integridad de sus propiedades físico-químicas. Las localidades seleccionadas fueron Zaruma, Piñas, El Guabo, Pasaje y Atahualpa, asegurando una representación geográfica diversa.

Ubicación de la investigación

Los ensayos experimentales y análisis físico-químicos de la placenta de cacao se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en Km. 5 ½ Vía Machala-Pasaje. Este entorno proporcionó el equipamiento y condiciones necesarios para llevar a cabo los experimentos de manera precisa y controlada.

Los reactivos (metanol, DNPH, DNS, Folin-Ciocalteu's) y equipos (estufa, mufla, centrífuga, pH-metro, Espectrofotómetro y otros) que fueron utilizados para la realización de la parte experimental del trabajo de titulación.

Procedimiento

El procedimiento para la recolección, preparación y análisis de las muestras de placenta de cacao se describe a continuación, detallando cada paso sin incluir los resultados específicos obtenidos.

Recolección de la muestra

Se siguieron los lineamientos del Reglamento CE No. 333/2007 de la Comisión Europea, que establece métodos de muestreo y análisis para el control en productos alimenticios. Las muestras fueron recolectadas de cinco fincas productoras (Zaruma, Piñas, El Guabo, Pasaje y Atahualpa). La muestra global de la placenta de cacao Nacional y CCN-51 pesada en una balanza analítica, garantizando la precisión del peso. Las muestras, con alta humedad debido a su estado fresco, fueron colocadas en recipientes limpios e inertes para evitar contaminación y pérdida del analito por absorción en las paredes

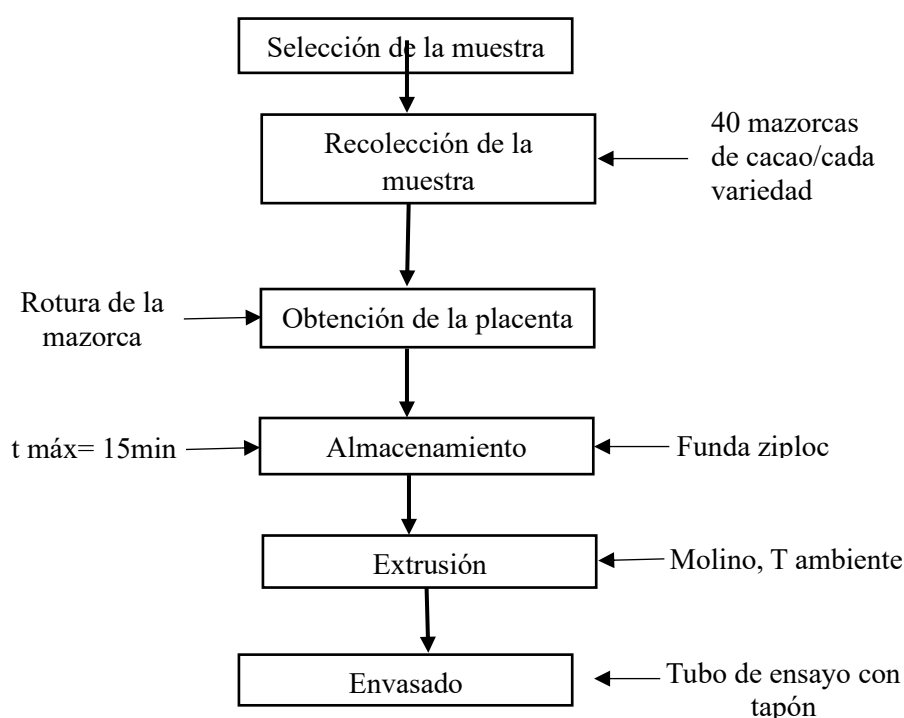


internas del recipiente. Se rotulo a las muestras, siguiendo los protocolos a las normas standards en el transporte y almacenamiento.

Tratamiento preliminar de la muestra

Las muestras de placenta de cacao Nacional y CCN-51, provenientes de mazorcas maduras y recién cosechadas, fueron procesadas inmediatamente después de su recolección, el tratamiento preliminar incluyó la extracción de los compuestos bioactivos mediante métodos específicos.

Diagrama 1. Flujo de proceso para la recolección y extrusión de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Determinación de parámetros físico-químicos.

Los parámetros físico-químicos se determinaron mediante procedimientos estándar que incluyen la cuantificación de azúcares reductores, contenido de polifenoles totales y niveles de vitamina C, utilizando técnicas de espectrofotometría UV/VIS.

Análisis de datos

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente para determinar la media, mediana, desviación estándar y significancia de las diferencias entre las muestras de las diferentes localidades.

Validación de resultados

Para asegurar la precisión y la fiabilidad de los resultados obtenidos, se realizaron duplicados de todas las mediciones y se calcularon los coeficientes de determinación (R^2) para cada uno de los parámetros analizados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del pH

Los niveles de pH en las muestras de placenta de cacao Nacional (CN) y CCN-51 recolectadas en diferentes localidades de la provincia de El Oro. El pH se midió utilizando un pH-metro calibrado.

Tabla 1: Determinación del pH (R1 y R2)

Localidad	Muestra	pH (R1)	pH (R2)
Zaruma	CN	4.4	4.48
Zaruma	CCN-51	4.05	4.1
Piñas	CN	4.05	4.08
Piñas	CCN-51	4.34	4.39
El Guabo	CN	4.44	4.49
El Guabo	CCN-51	4.32	4.29
Pasaje	CN	4.13	4.12
Pasaje	CCN-51	4.31	4.33
Atahualpa	CN	4.19	4.14
Atahualpa	CCN-51	4.54	4.59

Fuente: Elaboración propia

Las muestras de CN presentan un pH ligeramente más alto en comparación con las de CCN-51. En Zaruma, el pH de CN fue de 4.4 (R1) y 4.48 (R2), mientras que el pH de CCN-51 fue de 4.05 (R1) y 4.1 (R2) en El Guabo y Pasaje. La interacción entre la variedad de cacao y la localidad es crucial para entender las variaciones en el pH. En El Guabo, CN presentó niveles de pH relativamente altos con valores de 4.44 (R1) y 4.49 (R2), mientras que CCN-51 mostró niveles de 4.32 (R1) y 4.29 (R2). Esta localidad parece proporcionar condiciones óptimas para mantener un pH relativamente alto en ambas variedades. En contraste, en Pasaje, el pH en CN fueron de 4.13 (R1) y 4.12 (R2), mientras que en CCN-51 fueron de 4.31 (R1) y 4.33 (R2). A pesar de que CCN-51 mostró niveles más altos en esta localidad.



Análisis de Acidez Titulable

La acidez titulable se determinó siguiendo la norma INEN 0038:73 para grasas y aceites comestibles, mediante volumetría. Se pesaron 5 g de muestra con balanza BOECO BBL31, mezclados con 100 ml de agua destilada, hervidos por 10 minutos en cocineta Goldsun ES-2615 y luego filtrados. Posteriormente, se añadieron 2–3 gotas de fenolftaleína y se tituló con NaOH 0.1 N hasta el cambio de color, obteniendo así el valor de acidez de la muestra.

Tabla 2: Determinación de Acidez Titulable (R1 y R2)

Localidad	Muestra	Cenizas (R1)	Cenizas (R2)
Zaruma	CN	0.72 +-0.06	0.70 +-0.02
Zaruma	CCN-51	0.51+-0.05	0.56+-0.01
Piñas	CN	0.70 +-0.06	0.72 +-0.06
Piñas	CCN-51	0.54+-0.05	0.54+-0.05
El Guabo	CN	0.78 +-0.06	0.79 +-0.06
El Guabo	CCN-51	0.60+-0.05	0.58+-0.05
Pasaje	CN	0.77 +-0.06	0.78 +-0.06
Pasaje	CCN-51	0.57+-0.05	0.59+-0.05
Atahualpa	CN	0.72 +-0.06	0.70+-0.06
Atahualpa	CCN-51	0.52+-0.05	0.53+-0.05

Fuente: Elaboración propia

Las muestras de cacao CCN-51, presentan menores niveles de acidez titulable en comparación con el cacao Nacional. En Zaruma los niveles de acidez titulable para CCN-51 fueron 0.52 (R1) y 0.53 (R2), mientras que para CN fueron 0.78 (R1) y 0.79 (R2). Este patrón es variante en Piñas y Atahualpa en relación con niveles mayores en las localidades de El Guabo y Pasaje. En Zaruma, Pinas y Atahualpa, donde los niveles de acidez titulable fueron bajos para para el CCN-51 no así en el Guabo y Pasaje.

Análisis de Humedad

La humedad para este tipo análisis se procedió a pesar aproximadamente un gramo de cada muestra de placenta de cacao seca; el cual se lo hizo en el determinador de humedad marca OHAUS MB90, colocando la muestra madre en el platillo del equipo y en un lapso de 5 minutos por muestra para el análisis.



Tabla 3: Determinación de la Humedad (R1 y R2)

Localidad	Muestra	% Humedad (R1)	% Humedad (R2)
Zaruma	CN	5.88+-0.15	5.98+-0.10
Zaruma	CCN-51	5.48+-0.07	5.50+-0.05
Piñas	CN	5.90+-0.12	5.92+-0.08
Piñas	CCN-51	5.60+-0.10	5.58+-0.09
El Guabo	CN	5.94+-0.09	5.93+-0.06
El Guabo	CCN-51	5.92+-0.04	5.92+-0.03
Pasaje	CN	5.96+-0.12	5.97+-0.10
Pasaje	CCN-51	5.95+-0.14	5.94+-0.02
Atahualpa	CN	5.89+-0.16	5.88+-0.07
Atahualpa	CCN-51	5.60+-0.04	5.61+-0.01

Fuente: Elaboración propia

El cacao CCN-51 presentan menores niveles de porcentaje de Humedad en comparación el cacao Nacional. Zaruma tiene niveles de porcentaje humedad para CCN-51 fueron 5.60 (R1) y 0.61 (R2), mientras que el CN es 5.90 (R1) y 5.88 (R2). Es variante en Piñas y Atahualpa, es mayor en El Guabo y Pasaje. En Zaruma, Pinas y Atahualpa, fueron bajos para para el CCN-51 y mientras que en el Guabo y Pasaje fueron altos niveles, las condiciones geográficas pueden ser favorables.

Análisis de Cenizas

Para la determinación de las cenizas se tomó como referencia el método AOAC 972.15 50; así se procedió a lavar el material, y a su vez se estabilizó la temperatura de la mufla a 600 °C. Se trataron los crisoles en el Horno Mufla THERMO SCIENTIFIC F6018 durante 2 horas para posteriormente llevarlos al desecador por 30 min., para así eliminar la mayor cantidad de humedad presente en el material y pesarlos.

Tabla 4: Determinación de Cenizas (R1 y R2)

Localidad	Muestra	Cenizas (R1)	Cenizas (R2)
Zaruma	CN	1.99+-0.06	2.00+-0.06
Zaruma	CCN-51	1.88+-0.05	1.89+-0.05
Piñas	CN	1.98+-0.06	1.97+-0.06
Piñas	CCN-51	2.00+-0.05	1.97+-0.05
El Guabo	CN	2.11+-0.06	2.13+-0.06
El Guabo	CCN-51	2.13+-0.05	2.10+-0.05



Pasaje	CN	2.15+-0.06	2.11+-0.06
Pasaje	CCN-51	2.13+-0.05	2.15+-0.05
Atahualpa	CN	2.00+-0.06	2.01+-0.06
Atahualpa	CCN-51	1.97+-0.05	1.98+-0.05

Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos revelan que las muestras de cacao CCN-51 generalmente presentan menores niveles de ceniza en comparación con las muestras de cacao Nacional. En la localidad de Zaruma, los niveles de ceniza para CCN-51 fueron 1.99 (R1) y 1.97 (R2), mientras que para CN fueron 2.00 (R1) y 2.15 (R2). Este patrón es variante en las localidades de Piñas y Atahualpa en relación con niveles mayores en las localidades de El Guabo y Pasaje. En Zaruma, Pinas y Atahualpa fueron altas para para el CCN-51 y El Guabo y Pasaje fueron niveles altos, debido a las condiciones geográficas favorables.

Análisis de Azúcares Totales

La cuantificación de azúcares totales en las muestras de placenta de cacao Nacional (CN) y CCN-51 recolectadas de diferentes localidades de la provincia de El Oro se realizó utilizando el reactivo DNS.

Tabla 5: Azúcares Totales (R1) y (R2)

Localidad	Muestra	X (Fórmula)	Y (Abs)	X (Fórmula)	Y (Abs)
Zaruma	CN	660.480	1.252	663.552	1.255
Zaruma	CCN-51	893.952	1.480	901.120	1.487
Piñas	CN	416.768	1.014	423.936	1.021
Piñas	CCN-51	301.056	0.901	300.032	0.900
El Guabo	CN	1054.720	1.637	1058.816	1.641
El Guabo	CCN-51	1093.632	1.675	1099.776	1.681
Pasaje	CN	407.552	1.005	410.624	1.008
Pasaje	CCN-51	687.104	1.278	684.032	1.275
Atahualpa	CN	1260.544	1.838	1267.712	1.845
Atahualpa	CCN-51	967.680	1.552	976.896	1.561

Fuente: Elaboración propia

En los resultados hay una variabilidad significativa entre las dos variedades de cacao (CN y CCN-51), Los datos indican que hay diferencias notables en los niveles de azúcares totales. En Zaruma, los niveles de azúcares totales para CCN-51 fueron 893.952 (R1) y 901.120 (R2), y para CN fueron 660.480 (R1) y 663.552 (R2). Esto se repite en El Guabo y Atahualpa, donde CCN-51 tiene niveles más altos de azúcares, 1260.544 (R1) y 1267.712 (R2) para CN, y 967.680 (R1) y 976.896 (R2) para CCN-51.



En Piñas, tiene bajos valores CN, 416.768 (R1) - 423.936 (R2), y CCN-51 301.056 (R1) - 300.032 (R2). La interacción entre la variedad de cacao y la localidad también merece atención. Aunque CCN-51 tiende a tener mayores niveles de azúcares en todas las localidades, la magnitud de esta diferencia varía. En El Guabo, los niveles de azúcares para CN fueron 1054.720 (R1) y 1058.816 (R2), mientras que para CCN-51 fueron 1093.632 (R1) y 1099.776 (R2).

Análisis de Polifenoles Totales

La cuantificación de polifenoles totales en las muestras de placenta de cacao Nacional (CN) y CCN-51 procedentes de distintas localidades de la provincia de El Oro se realizó mediante la metodología de Folin-Ciocalteu.

Tabla 6: Polifenoles Totales (R1) y (R2)

Localidad	Muestra	X (Fórmula)	Y (Abs)	X (Fórmula)	Y (Abs)
Zaruma	CN	371.029	1.236	373.088	1.243
Zaruma	CCN-51	592.500	1.989	594.265	1.995
Piñas	CN	438.676	1.466	439.559	1.469
Piñas	CCN-51	519.265	1.740	517.794	1.735
El Guabo	CN	175.147	0.570	176.029	0.573
El Guabo	CCN-51	384.559	1.282	388.088	1.294
Pasaje	CN	606.912	2.038	606.029	2.035
Pasaje	CCN-51	578.088	1.940	577.206	1.937
Atahualpa	CN	852.206	2.872	853.088	2.875
Atahualpa	CCN-51	821.324	2.767	824.265	2.777

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos revelan que las muestras de cacao CCN-51 generalmente presentan mayores niveles de polifenoles totales en comparación con las muestras de cacao Nacional. Por ejemplo, en la localidad de Zaruma, los niveles de polifenoles para CCN-51 fueron 592.500 (R1) y 594.265 (R2), mientras que para CN fueron 371.029 (R1) y 373.088 (R2). Este patrón es consistente en las localidades de Piñas, El Guabo, Pasaje y Atahualpa. En Atahualpa, los niveles de polifenoles en CCN-51 fueron de 821.324 (R1) y 824.265 (R2), mientras que en CN 852.206 (R1) y 853.088 (R2). Aunque CN mostró niveles



comparativamente altos en Atahualpa, CCN-51 mantuvo una alta concentración de polifenoles. En contraste, en El Guabo, los niveles de polifenoles fueron relativamente bajos para CN, con valores de 175.147 (R1) y 176.029 (R2).

Aunque CCN-51 generalmente presenta mayores niveles de polifenoles, la magnitud de esta diferencia varía según la localidad. Pasaje tiene niveles de polifenoles para CN fueron de 606.912 (R1) y 606.029 (R2), mientras que para CCN-51 fueron de 578.088 (R1) y 577.206 (R2). El análisis de polifenoles totales en la placenta de cacao Nacional y CCN-51 revela diferencias significativas tanto entre variedades como entre localidades. La variedad CCN-51 muestra consistentemente mayores niveles de polifenoles, y localidades como Atahualpa presentan condiciones climáticas favorables para la acumulación de estos compuestos.

Análisis de Vitamina C

Los datos obtenidos sobre los niveles de vitamina C en las muestras de placenta de cacao Nacional (CN) y CCN-51 se determinaron utilizando el reactivo de Brady y con espectrofotometría UV/VIS.

Tabla 7: Vitamina C (R1) y (R2)

Localidad	Muestra	X (Fórmula)	Y (Abs)	X (Fórmula)	Y (Abs)
Zaruma	CN	3296.461	0.111	3427.533	0.115
Zaruma	CCN-51	2542.797	0.088	2706.637	0.093
Piñas	CN	904.397	0.038	806.093	0.035
Piñas	CCN-51	1887.437	0.068	2018.509	0.072
El Guabo	CN	4345.037	0.143	4476.109	0.147
El Guabo	CCN-51	2182.349	0.077	2378.957	0.083
Pasaje	CN	1199.309	0.047	1133.773	0.045
Pasaje	CCN-51	1920.205	0.069	1985.741	0.071
Atahualpa	CN	3984.589	0.132	4213.965	0.139
Atahualpa	CCN-51	2903.245	0.099	3198.157	0.108

Fuente: Elaboración propia

Las muestras de CN tiene más altos de vitamina C en comparación con CCN-51, en Zaruma, el nivel de vitamina C en CN fue de 3296.461 (R1) y 3427.533 (R2), mientras que en CCN-51 fue de 2542.797 (R1) y 2706.637 (R2). Esta tendencia se observa también en otras localidades como El Guabo y Atahualpa. En la localidad de El Guabo, CN mostró los niveles más altos de vitamina C con valores de



4345.037 (R1) y 4476.109 (R2), mientras que CCN-51 presentó niveles de 2182.349 (R1) y 2378.957 (R2).

En Zaruma, los niveles de vitamina C fueron altos en ambas variedades, con valores de 3296.461 (R1) y 3427.533 (R2) para CN y de 2542.797 (R1) y 2706.637 (R2) para CCN-51. En Piñas, los niveles de vitamina C fueron relativamente bajos en ambas variedades, con CN mostrando 904.397 (R1) y 806.093 (R2), y CCN-51 con 1887.437 (R1) y 2018.509 (R2). Estas diferencias pueden deberse a condiciones menos favorables para la síntesis de vitamina C, temperaturas más altas o menor disponibilidad de agua.

Interacciones entre variedad y localidad

En Atahualpa, CN presentó niveles muy altos de vitamina C con 3984.589 (R1) y 4213.965 (R2), mientras que CCN-51 también mostró niveles relativamente altos con 2903.245 (R1) y 3198.157 (R2). En contraste, en Pasaje, los niveles de vitamina C en CN fueron de 1199.309 (R1) y 1133.773 (R2), mientras que en CCN-51 fueron de 1920.205 (R1) y 1985.741 (R2).

Implicaciones para la industria

La vitamina C es un antioxidante valorado por sus beneficios para la salud, y su presencia en el cacao puede aumentar el valor agregado de los productos derivados. Además, las condiciones ambientales afectan los niveles de vitamina C puede ayudar a los productores a optimizar las prácticas agrícolas. Por ejemplo, elegir localidades con condiciones favorables para la síntesis de vitamina C

Correlación y validación de resultados

Los parámetros incluyen azúcares totales, polifenoles, vitamina C y pH, cada uno de los cuales contribuye de manera significativa a las propiedades fisicoquímicas y potenciales aplicaciones industriales de la placenta de cacao.

Tabla 8 Correlación entre parámetros analizados

Parámetros	Azúcares Totales	Polifenoles Totales	Vitamina C	pH
Azúcares Totales	1	0.82	0.78	0.65
pH	0.65	0.70	0.72	1
Acidez Titulable	0.70	0.68	0.80	0.79
% Humedad	5.08	0.78	0.78	0.65
Cenizas	2.55	0.65	0.68	0.75
Polifenoles Totales	0.82	1	0.85	0.70
Vitamina C	0.78	0.85	1	0.72

Fuente: Elaboración propia



Los datos presentados en la tabla muestran una correlación positiva significativa entre los azúcares totales y los polifenoles totales ($r = 0.82$), lo cual indica que las muestras con altos niveles de azúcares también tienden a tener una mayor concentración de polifenoles.

La correlación entre los azúcares totales y la vitamina C también es positiva ($r = 0.78$), lo que sugiere que las muestras con mayores niveles de azúcares tienden a tener una mayor concentración de vitamina C. Esta relación puede ser el resultado de la actividad biosintética en la planta, donde ambos compuestos se producen simultáneamente o en respuesta a factores ambientales similares.

El pH muestra una correlación positiva más moderada con los otros parámetros, siendo más fuerte con la vitamina C ($r = 0.72$) y los polifenoles ($r = 0.70$). Esto sugiere que las condiciones de pH más altas pueden estar asociadas con una mayor estabilidad y acumulación de estos compuestos bioactivos. La correlación más débil con los azúcares totales ($r = 0.65$) podría indicar que, aunque el pH influye en la estabilidad de los azúcares, su efecto no es tan pronunciado como en los otros compuestos.

La acidez titulable, la humedad y la ceniza, muestra una correlación positiva más moderada con los otros parámetros, siendo más fuerte con la vitamina C ($r = 0.72$) y los polifenoles ($r = 0.70$). Esto sugiere que las condiciones de acidez titulable más altas pueden estar asociadas con una mayor estabilidad y acumulación de estos compuestos bioactivos. La correlación más débil con el porcentaje de humedad y la ceniza ($r = 0.78$ y $r=0.65$) podría indicar que, aunque la humedad influye en la estabilidad de los azúcares.

Validación de resultados

La validación se llevó a cabo mediante la realización de duplicados de todas las mediciones y el cálculo de los coeficientes de determinación (R^2) para cada uno de los parámetros analizados cuyo coeficiente de determinación (R^2) obtenido fue de 0.9954. Este valor extremadamente alto indica una excelente correlación entre los datos experimentales y el modelo de regresión utilizado.

Los polifenoles totales, el R^2 fue de 0.9941, lo que también refleja una excelente correlación. Este alto valor de R^2 confirma que los métodos utilizados para medir los polifenoles totales son precisos.

La vitamina C, el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.9944. Este alto valor de R^2 sugiere que las mediciones de vitamina C son altamente precisas y que los datos obtenidos son fiables.



La humedad, el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.7844. Este moderado alto valor de R^2 sugiere que las mediciones de porcentaje de humedad son precisas y que los datos obtenidos son fiables.

La ceniza, el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.8044. Este moderado alto valor de R^2 sugiere que las mediciones de cenizas son precisas y que los datos obtenidos son fiables.

Conclusiones sobre la correlación y validación de resultados.

Este estudio proporciona una comprensión más profunda de las interacciones entre los compuestos bioactivos en la placenta de cacao. Los altos coeficientes de determinación (R^2) obtenidos para los azúcares totales, porcentaje de humedad, cenizas, polifenoles y vitamina C validan la precisión y la fiabilidad de los métodos utilizados, asegurando que los datos presentados son consistentes y reproducibles.

Discusión sobre las diferencias y similitudes encontradas

Una de las diferencias más notables entre este estudio y los estudios previos es el enfoque en la placenta de cacao, un subproducto que ha sido menos estudiado en comparación con las almendras y el mucílago. Mientras que estudios como lo de Fajardo Rosabal y Ortiz se centraron en otras partes del cacao, este estudio proporciona una visión única de la placenta y revela que contiene niveles comparables de compuestos bioactivos, lo cual no había sido ampliamente reportado anteriormente.

Este estudio como otras investigaciones previas coinciden en que los factores climáticos y geográficos relacionan con la composición fisicoquímica del cacao. Las similitudes en los hallazgos refuerzan un impacto significativo en la calidad y cantidad de compuestos bioactivos presentes en el cacao. Estudios como de Vera-Rodríguez y Zamora Guevara han mostrado que la variabilidad en los niveles de compuestos bioactivos puede atribuirse a diferencias en el clima, la altitud y las prácticas agrícolas, lo cual es consistente con los resultados de este estudio.

CONCLUSIONES

El análisis ha confirmado que las condiciones climáticas y geográficas influyen notablemente en los niveles de compuestos bioactivos y pH de la placenta de cacao, las localidades de Atahualpa y El Guabo mostraron los niveles más altos de azúcares y vitamina C, respectivamente, mientras que los polifenoles totales fueron más elevados en Atahualpa.



La comparación entre las dos variedades de cacao mostró que el CCN-51 tiende a tener mayores concentraciones de azúcares y polifenoles en comparación con el CNacional. Estas diferencias sugieren que cada variedad tiene sus propias fortalezas nutricionales, lo que puede influir en su selección para diferentes aplicaciones industriales y alimentarias.

Los compuestos bioactivos, como los polifenoles y la vitamina C, posicionando a la placenta de cacao como una fuente valiosa de antioxidantes naturales, ofreciendo beneficios antiinflamatorios y antioxidantes. Además, puede ser utilizada en la industria cosmética y farmacéutica para desarrollar productos antioxidantes y suplementos nutricionales, siendo un potencial como fuente de azúcares naturales para ser aprovechado en la industria alimentaria.

La validación de los resultados, con altos coeficientes de determinación (R^2) obtenidos para los parámetros analizados, confirma la precisión y fiabilidad de los datos, lo que fortalece la base científica para futuras investigaciones y aplicaciones industriales de la placenta de cacao. El aprovechamiento de la placenta de cacao como subproducto promueve prácticas agrícolas más sostenibles y economía circular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2019). El Cacao en la Costa Ecuatoriana: Estudio de su Dimensión Cultural y Económica. *Estudios de la Gestión: Revista Internacional de Administración*(7), 59-83. doi:10.32719/25506641.2020.7.3
- Alvarado, M. L., Portillo, E. A., Boulanger, R., Bastide, P., & Macia, I. (2020). Efecto Del Tratamiento Poscosecha En Los Polifenoles Del Cacao de Biscucuy y Chabasquén, Estado Portuguesa. *Revista de la Facultad de Agronomía Luz*, 37, 224-228.
- Amésquita Nolasco, X. A., & Gutiérrez Portilla, J. P. (2023). Correlación entre el contenido de polifenoles totales, capacidad antioxidante y contenidos de (+)- Catequina y (-)- Epicatequina con el porcentaje de sólidos de cacao en chocolates comerciales, Arequipa 2023. (U. C. María, Ed.)
- Andrade Almeida, J., Rivera García, J., Chire Fajardo, G., & Ureña Peralta, M. (2019). Propiedades Físicas y Químicas de Cultivares de Cacao (*Theobroma Cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4). Obtenido de <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.462>



- Cáceres Roa, S. A., López Giraldo, L. J., & Muvdi Nova, C. J. (2023). Extracción de Polifenoles: Una Comparación a Partir de Cáscara de Cacao Húmeda vs Cáscara de Cacao Secada. *Ingeniería y Competitividad*, 25(2). Obtenido de <https://doi.org/10.25100/iyv.25i2>
- Chávez Salazar, A., Encina Zelada, C., Muñoz Delgado, V., Guevara Pérez, A., & Vidaurre Rojas, P. (2023). Condiciones de Fermentación y Secado En Las Características Físico Químicas Del Cacao (TheobromacacaoL.) Cultivar CCN 51. *Revista Agrotecnología Amazónica*, 3(2). Obtenido de <https://doi.org/https://doi.org/10.51252/raa.v3i2.555>
- Fajardo Rosabal, L., Figueredo Delgado, Y. P., Rosabal Cordovi, U., Guardia Puebla, Y., Rodríguez Pérez, S., Silva Pupo, J. J., & Viera Tamayo, Y. (2020). Contenido de Polifenoles Totales En Callos de Theobroma Cacao L. Clon 'UF-650.'. *Biotechnol Veg*, 20, 63-72.
- García Briones, A. R., Pico Pico, B. F., & Jaimez, R. E. (2021). La Cadena de Producción Del Cacao En Ecuador: Resiliencia En Los Diferentes Actores de La Producción. *Novasinergia Revista Digital de Ciencia, Ingeniería y Tecnología*, 4(2), 152-172. Obtenido de <https://doi.org/10.37135/ns.01.08.10>
- Goude, K. A., Adingra Kouassi, M. D., Gbotognon, O. J., & Kouadio Eugène, J. P. (2019). Biochemical Characterization, Nutritional and Antioxidant Potentials of Cocoa Placenta (Theobroma Cacao L.). *Annals. Food Science and Technology*, 20(3), 603-613 .
- Huerta Madroñal, M., Aguilar de Armas, M. R., & Vázquez Lasa, B. (2022). Polifenoles: Propiedades y Papel en Desarrollos Biomédicos. *Revista de Plásticos Modernos: Ciencia y Tecnología de Polímeros*, 123, 775.
- Kim, M., Green, A., Burkard, J., Gubler, I., Borradori, R., Kohler, L., . . . Windhab, E. J. (2024). Valorization of Cocoa Pod Side Streams Improves Nutritional and Sustainability Aspects of Chocolate. *Nature Food*, 5(5), 423-432. Obtenido de <https://doi.org/10.1038/s43016-024-00967-2>
- Laila, U., Nurhayati, R., Khasanah, Y., Herawati E., R. N., & Wiyono, T. (2020). Preliminary Study of Cocoa Powder's Polyphenol Extraction by Food Grade Solvent. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics Publishing, 462. Obtenido de <https://doi.org/10.1088/1755-1315/462/1/012037>



- Magrone, T., Russo, M. A., & Jirillo, E. (9 de June de 2017). Cocoa and Dark Chocolate Polyphenols: From Biology to Clinical Applications. *Frontiers in Immunology*. Frontiers Media S.A. Obtenido de <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.00677>
- Mora, S., Zeledón, A., & Vargas, T. (2019). Estrés Oxidativo y Antioxidantes: Efectos En El Embarazo. *evista Médica Sinergia*, 4(5), 89-100. Obtenido de <https://doi.org/doi.org/10.31434/mrs.v4i5.211>
- Ordóñez, E., León, A., Rivera, H., & Vargas, E. (2019). Cuantificación de Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante En Cáscara y Semilla de Cacao (*Theobroma Cacao* L.), Tuna (*Opuntia Ficus Indica* Mill), Uva (*Vitis Vinífera*) y Uvilla (*Pourouma Cecropiifolia*). *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 175-183. Obtenido de <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.02>
- Ortiz, S. J., Chungara, M., Ibieta, G., Alejo, I., Tejeda, L., Peralta, C., . . . Peñarrieta, J. M. (2019). Determinación de Teobromina, Catequina, Capacidad Antioxidante Total y Contenido Fenólico Total En Muestras Representativas de Cacao Amazónico Boliviano y Su Comparación Antes y Después Del Proceso de Fermentación. *Revista Boliviana de Química*, 1(36.1). Obtenido de <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.1.4>
- Paz Díaz, H. J., Agudelo Beltrán, A. Y., Plata Pastor, D. A., Pacheco Valderrama, M. M., Salazar Beleño, A. M., & Murillo Méndez, C. J. (2019). Extracto de Taninos Del Fruto Piñón de Oreja (*Enterolobium Cyclocarpum*) Como Curtiente Para Piel de Conejo Común (*Oryctolagus Cuniculus*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(1). Obtenido de [https://doi.org/10.18684/bsaa\(19\)180-190](https://doi.org/10.18684/bsaa(19)180-190)
- Rivas Rea, I. C. (2016). Evaluación Del Proceso de Extracción de Compuestos Fenólicos de La Placenta de Cacao Para Su Aplicación Como Potencial Agente Inhibidor Del Pardeamiento Enzimático. Escuela Politécnica Nacional.
- Vera Rodríguez, J. H., Jiménez Murillo, W. J., Naula Mejía, M. C., Villa Cárdenas, U. J., Zaruma Quito, F. A., Montecé Maridueña, G. Y., . . . Astudillo Ludizaca, C. M. (2021). Residuos de La Producción de Cacao (*Theobroma Cacao* L.) Como Alternativa Alimenticia Para Rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 13(2), e839. Obtenido de <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n2.2021.839>



Zamora Guevara, J. A., Campoverde Mori, J. R., Jiménez Jiménez, W. J., & Mariscal Santi, W. E. (2022).

Actividad Antioxidante de Pulpa, Semilla y Pericarpio de Mazorca Del Theobroma Cacao.

RECIAMUC, 6, 564-574. Obtenido de

[https://doi.org/https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.564-574](https://doi.org/https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.564-574)

