

13

Fecha de presentación: septiembre, 2023

Fecha de aceptación: diciembre, 2023

Fecha de publicación: enero, 2024

PERFIL QUÍMICO

DE 12 CLONES TIPO NACIONAL DE PASTA DE CACAO (*THEOBROMA CACAO* L.)

CHEMICAL PROFILE OF 12 NATIONAL TYPE COCOA (*THEOBROMA CACAO* L.)

Jaime Vera Chang¹

E-mail: jverac@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6127-2307>

Matteo Radice²

E-mail: mradice@uea.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4771-8912>

Luis Vásquez Cortez³

E-mail: lvasquez7265@utm.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1850-0217>

Frank Intriago Flor⁴

E-mail: frank.intriago@utm.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0377-1930>

¹ Universidad Técnica de Ecuador Quevedo, Ecuador.

² Universidad Estatal Amazónica, Ecuador.

³ Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

⁴ Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Vera Chang, J., Radice, M., Vásquez Cortez, L., Intriago Flor, F. (2024). Perfil químico de 12 Clones Tipo Nacional de pasta de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Universidad y Sociedad*, 16(1), 126-136.

RESUMEN

En Quevedo, Provincia de Los Ríos, se lleva a cabo una investigación para caracterizar la pasta de cacao de doce tratamientos de cacao Tipo Nacional. El objetivo es evaluar su idoneidad para la industria y preservar su identidad ligada al “sabor arriba”. La evaluación química se realizó en los laboratorios de Bromatología de la UTEQ y Santa Catalina INIAP. Se utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar con doce tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 48 muestras. La prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) se empleó para identificar diferencias entre medias de tratamientos; no se hallaron diferencias estadísticas en temperatura, ni pH de la masa de cacao. Sin embargo, para la variable de grasa, se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos. Los tratamientos CCN-51 (41.91) y EET-103 (39.13) presentaron mayores porcentajes de grasa, mientras que el T10 L46H75 (23.73) mostró el menor porcentaje. En relación con los polifenoles totales (mg/g), los tratamientos L40H49 (86.00), L15H31 (85.25) y L17H30 (81.42) registraron los valores más altos. En la variable teobromina/cafeína, el tratamiento L12H27 obtuvo el valor más bajo (3.49%), posiblemente debido a un alto contenido de cafeína y bajo contenido de proteína.

Palabras clave:

Calidad, cafeína, fermentación, pasta de cacao, teobromina.

ABSTRACT

An investigation was conducted in Quevedo, Los Ríos Province, to characterize the cocoa paste of twelve treatments of National Type cocoa. The objective was to assess its suitability for the industry and preserve its identity linked to the “sabor arriba” flavor. The chemical evaluation took place in the Bromatology laboratories of UTEQ and Santa Catalina INIAP. A Completely Randomized Experimental Design was used with twelve treatments and four replications, totaling 48 samples. The Tukey test ($P \leq 0.05$) was used to identify differences between treatment means; no statistical differences were found in temperature, nor pH of the cocoa mass. However, for the fat variable, statistical differences were observed between treatments. Treatments CCN-51 (41.91) and EET-103 (39.13) presented higher fat percentages, while T10 L46H75 (23.73) showed the lowest percentage. In relation to total polyphenols (mg/g), treatments L40H49 (86.00), L15H31 (85.25) and L17H30 (81.42) recorded the highest values. In the variable theobromine/caffeine, treatment L12H27 obtained the lowest value (3.49%), possibly due to a high content of caffeine and low content of protein.

48 samples. The Tukey test ($P \leq 0.05$) was employed to identify differences in treatment means; no statistical differences were found in temperature or pH of the cocoa mass. However, for the fat content variable, statistical differences among treatments were observed. Treatments CCN-51 (41.91) and EET-103 (39.13) showed higher fat percentages, while T10 L46H75 (23.73) displayed the lowest percentage. Regarding total polyphenols (mg/g), treatments L40H49 (86.00), L15H31 (85.25), and L17H30 (81.42) recorded the highest values. In the theobromine/caffeine variable, treatment L12H27 obtained the lowest value (3.49%), possibly due to a high caffeine content and low protein content.

Keywords: Quality, Caffeine, Fermentation, Cocoa Paste, Theobromine.

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) fue clasificado botánicamente por Carlos Linneo. Es un árbol de 4-8 m de alto de la familia *Sterculiaceae*, nativo de las regiones tropicales de América, sus semillas contienen una cantidad significativa de grasas (40-50 %) y alrededor del 10 % del peso del grano seco corresponde a polifenoles (Alvarado et al., 2020).

El cacao Nacional de Ecuador actualmente goza de una gran reputación a nivel mundial, lidera el mercado de los cacaos finos de aroma denominados también "sabor arriba" por tener perfil sensorial floral. Esto se puede atribuir al medio ambiente donde se desarrolla, como también a su alta variabilidad genética, lo que ha permitido a través del tiempo expresar de manera natural aromas y sabores especiales muy apreciados por las industrias chocolateras, actualmente el Ecuador es el tercer mayor exportador de cacao a nivel mundial (Vásquez et al., 2022).

Para obtener estos parámetros deseables es necesario realizar una cura o beneficio del cacao, el cual es un proceso que se realiza a las semillas de cacao cosechadas iniciando desde el la seleccionan frutos sanos y maduros. De esta baya o mazorca se retiran las almendras que están en condiciones estériles, estas son colocadas en recipientes especiales por lo general de madera blanca, se acondicionan posteriormente y pasan por cambios o transformaciones físicas y químicas que permiten desarrollar su calidad. Un punto muy importante es que el cacao apropiadamente fermentado y secado, produce el verdadero sabor a chocolate, lo que está determinado por su genética (Vásquez et al., 2023).

En el beneficio o cura del cacao existen dos etapas consideradas como críticas, la primera es el secado y la segunda la fermentación. Se ha determinado que estas fases son procesos importantes que ocasionan que las paredes celulares se destruyan, permitiendo que los contenidos de la semilla puedan ser expuestos a otros constituyentes químicos que afectan sus propiedades organolépticas y aromáticas (Durango et al., 2019). El aroma del cacao es una condición innata, los tratamientos post-cosecha incluida la torrefacción son los factores determinantes de la expresión de ese potencial aromático y sensorial (Vásquez et al., 2023).

La calidad del cacao es integral debido a que la tendencia industrial es identificar nuevos sabores especiales, creando oportunidades para encontrar perfiles de sabores que interesen al consumidor final. Estudios realizados con cacao fino y aromático en Venezuela determinan que las principales características organolépticas del chocolate son: sabor a cacao, baja acidez (pues fueron secados lentamente al sol) y baja astringencia. Los cacaos criollos con una breve fermentación no presentan amargor. Pero si una alta fragancia, es decir, un aroma con marcada diferencia de muchos otros cacaos, y un afrutado con alta intensidad del olor floral (Vera et al., 2023).

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), desde el año 2004 realiza la selección de progenies experimentales; provenientes de la Finca Experimental La Buseta, cantón Guayaquil provincia del Guayas. Las mismas han sido seleccionadas por tener características agronómicas deseables, sin embargo, no hay un conocimiento exacto de sus características físicas, químicas y organolépticas como un posible potencial para el mercado agro-industrial. La novedad de esta investigación consiste en estudiar la calidad química del cacao tipo Nacional, y poder determinar aspectos deseables en la obtención de un producto de proceso del chocolate como lo es la pasta de cacao, la investigación tiene como objetivo primordial la caracterización química de la pasta de cacao de doce tratamientos de cacao Tipo Nacional, con el propósito de evaluar su idoneidad y selección para su uso en la industria.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en la Finca Experimental "La Represa" propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el km 7.5, recinto Fayta de la vía Quevedo San Carlos, Provincia de Los Ríos: su ubicación geográfica es de 1° 03' 18" de latitud sur, y de 79° 25' 24" de longitud oeste a una altura de 73 msnm, y bajo las siguientes características climáticas y edáficas. Temperatura promedio de 24.2, humedad

relativa de 77.4, heliófanía 823 horas/luz/año, precipitación anual de 1537 mm, topografía plana, textura de suelo franco arcilloso, pH 5.7 (Erazo et al., 2021).

La evaluación se realizó en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el km 6 ½ vía El Empalme, Finca “La María”, provincia de Los Ríos.

La evaluación organoléptica se realizó en el laboratorio de calidad integral de cacao, del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP-Pichilingue, localizada en el Km 5 de la vía El Empalme, Provincia de Los Ríos; La investigación se realizó desde el mes de noviembre 2021 a julio del 2023.

Se empleó un diseño experimental completamente al azar con doce tratamientos (ver tabla 1 y 2), con cuatro repeticiones un total de 48 objetos de estudio. Se considera como unidades experimentales 20 mazorcas y las repeticiones las cosechas mensuales. Para determinar diferencias entre medias de tratamientos se emplea la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). La población en estudio fue constituida por 10 tratamientos de cacao experimentales y 2 comerciales. De cada uno de estos se toma al azar una muestra de 20 mazorcas fisiológicamente maduras seleccionadas de diez árboles, sembrados a una distancia de siembra de 3 x 3 metros, donde se procede a realizar cosechas quincenales (Condo & Pazmiño, 2015) (Melo et al., 2020).

Tabla 1: Análisis de varianza, ANOVA.

Fuente de variación	Grados de Libertad	
Tratamiento	t-1	11
Error experimental	t(r-1)	36
Total	tr-1	47

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2: Identificación y codificación de los 12 tratamientos a ser evaluados.

Tratamientos	Código	Tratamientos	Código
T1	L08H12	T7	L40H49
T2	L09H26	T8	L46 H67
T3	L12 H08	T9	L46 H71
T4	L12H27	T10	L46H75
T5	L15H31	T11	EET-103*
T6	L17H30	T12	CCN-51*

Nota: T5 y t6 Cacao Comercial.

Fuente: elaboración propia.

Evaluación de características químicas, determinación de grasas

Se procedió a colocar los *beakers* en la estufa a 110°C por 2 horas, posterior son colocados en el desecador por 30 minutos, luego se pesa 1 g de muestra estas fueron colocadas en el interior del dedal. Quedan cubiertas de manera que estén tapadas con algodón y se ubica en el porta dedal llevando los ganchos metálicos en el aparato *goldfish*. Se colocó en un vaso 40 mL de solvente abriendo el reflujo, ajustándolos a los anillos. Los vasos de la grasa se procedieron a colocar en la estufa a 105°C hasta completar la evaporación del éter de petróleo por 30 min, se pesó (g) y se registra los valores. Se extrae y se efectuar a pesar la grasa, y se calculará el extracto etéreo (INEN 174, 535) con la siguiente fórmula (ecuación 1):

$$g = \frac{W_2 - W_1}{W_0} * 100 \quad (1)$$

Determinación de proteína método de Kjeldahl

La variable del análisis de proteína se efectuó mediante el método Kjendahl, el mismo que evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra. Después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio. Método simple propuesto por Chow.

Preparación de la muestra:

- Moler aproximadamente 100 gr. De muestra, en un micro molino que contenga un tamiz de abertura de 1 mm y que atreves del pase un 95% del producto.
- Transferir rápidamente la muestra molida y homogenizada a un recipiente herméticamente cerrado, hasta el momento de análisis.
- Se homogeniza la muestra interviniendo varias veces el recipiente que lo contiene.

Procedimiento digestión:

- Pesar aproximadamente 0.3 gr. de muestra prepara sobre un papel exento de nitrógeno y colocarle en el tubo digestor.
- Adicionar una tableta catalizadora y 10 ml. de ácido sulfúrico concentrado.
- Encender el digestor y colocar los taponos.
- Encender el digestor, calibrar a 420°C y dejar la muestra hasta su clarificación (color verde claro).
- Dejar enfriar la temperatura ambiente.

Destilador:

- En cada tubo adicionar 35 mL de agua destilada
- Colocar el tubo y el Matraz de recepción con 50 ml. de ácido Bórico al 2% en el sistema kjeltec.
- Encender el sistema y adicionar 50 mL. de hidróxido de sodio al 40%, cuidado que exista un flujo normal de agua.
- Recoger aproximadamente 200 mL. de destilado, retirar del sistema los accesorios y apagar.

Titulación

- Del destilado recogido en el matriz colocar tres gotas de indicador.
- Titular con ácido clorhídrico 0.1 N utilizando un agitador mecánico.
- Registrar el volumen de ácido consumido.

Cálculos

El contenido de proteínas brutas en los alimentos se calcula mediante la siguiente ecuación (ecuación 2).

$$\%PB = \frac{(V_{HCl} - V_b) * 1.401 * NHCL * F}{g. muestra} \quad (2)$$

RESULTADOS-DISCUSIÓN

Evaluación de características químicas

Humedad

Se puede observar en la tabla 3, que no hay diferencias estadísticas altamente significativas entre las muestras de cacao estudiados para esta variable. Se aprecia que el promedio general fue de 6.59, con un coeficiente de variación de 12.52 porciento.

Tabla 3: Promedios registrados para las variables humedad, grasa, energía, cenizas en tratamiento es de cacao Tipo Nacional.

TRATAMIENTO	Humedad		Grasa		Energía		Ceniza	
L08H12	6.28	a	33.19	ab	555	a	3.36	a
L09H26	7.28	a	28.25	ab	444	a	4.17	a
L12H08	6.90	a	28.35	ab	528	a	4.90	a
L12H27	6.13	a	32.10	ab	578	a	3.27	a
L15H31	7.18	a	27.16	ab	603	a	3.42	a
L17H30	6.68	a	28.51	ab	485	a	3.31	a
L40H49	6.20	a	28.13	ab	565	a	3.31	a
L46H67	7.03	a	28.24	ab	536	a	3.09	a
L46H71	6.60	a	32.53	ab	535	a	3.18	a
L46H75	6.83	a	23.73	a	573	a	3.23	a
EET-103*(Testigo 1)	6.25	a	39.13	b	589	a	3.33	a
CCN-51* (Testigo 2)	5.75	a	41.91	b	445	a	2.65	a
Promedio	6.59		30.94		536.33		3.44	
CV (%)	12.52		19.84		19.91		29.24	

Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey ($p \leq 0.05$)

Fuente: elaboración propia.

De todas las muestras analizadas los tratamientos están dentro de este rango ya que presentan 6 y 7 % de humedad, resultado que coincide con lo establecido por Aldas et al., (2022) quien señala que las almendras después del secado deben tener un rango de humedad relativa de entre 6 y 7 % para que no sean propensas a sufrir ataques de moho. Algo similar es sustentado por Almeida et al. (2019), quienes indican que la base final de humedad en las almendras de cacao debe ser de 5 %. Por su parte Intriago et al., (2019) menciona que el contenido de humedad es un factor de calidad para preservación, conveniencia en empaque transporte y almacenamiento, también constituye un criterio de identidad. De acuerdo a lo establecido por la Normas INEN 176 es el 7% de humedad de cacao beneficiado. En función de los valores presentes de este trabajo de acuerdo a los análisis realizado se acepta que los tratamientos se encuentran en los rangos establecidos por las normas (INEN, 2016).

Grasa

El análisis de varianza para la grasa (tabla 3), presenta diferencias estadísticas entre tratamientos. Los mayores porcentajes lo obtienen el CCN-51 (41.91), y EET-103 (39.13), diferentes del T10 L46H75 (23.73) o con el menor porcentaje. Este último demuestra igualdad estadística con los demás tratamientos, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), con una media de 30.94 y un coeficiente de variación 19.84 porciento.

Por lo cual estos valores discrepan con lo sustentado por Jahurul et al. (2013) quien afirma que el porcentaje de grasa en las habas de cacao debe estar entre un 50 y 57 %, ya que es el responsable directo de las propiedades y el aroma del licor del cacao. Asimismo Amores et al. (2009) sostienen que el contenido de grasa usualmente varía del 50 al 55

% en cacao fresco y luego de ser tostado dicho contenido oscila entre 48 y 52 % en el licor de cacao. Lo anterior indica que la mayoría de los cruces discrepan con estos valores, ya que todos están por debajo de los promedios planteados por los autores para las variedades comerciales, puede suceder que estos porcentajes bajos de grasa estén relacionados con los factores genéticos.

Energía bruta

El análisis de varianza, para la energía no se presenta diferencias estadísticas entre tratamientos, sin embargo, la mayor energía se encuentra en las muestras de los tratamientos EET-103 con 589 y el L15H31 con 603 Kcal siendo superior numéricamente a los tratamientos testigos CCN-51 y L9H26 con 445 y 444 Kcal con los menores valores. Representando, con un coeficiente de variación 19.91 por ciento y una media de 536.33 kcal en 100 gramos de cacao molido. Otros resultados propuestos por Sánchez et al. (2016) especifica las características fisicoquímicas de los chocolates de mesa y los clasifica en tres tipos: chocolate amargo, chocolate semi-amargo y chocolate dulce. Conocer y especificar la composición de un producto alimenticio es importante ya que nos permite tener un control de la calidad, valorar su contenido nutricional, dar confianza al consumidor, además de ser un requisito de etiquetado en los productos derivados de cacao. El objetivo de este estudio fue caracterizar la calidad fisicoquímica de los productos tradicionales y no tradicionales derivados del cacao de la región de la Chontalpa, Tabasco. Se consideraron cuatro parámetros: materia grasa (G en cacao soluble en 100 gramos, determinan que en el cacao existen rangos de energía entre 335–546 kcal, esto explica que el componente genético y ambiental es importante e influyente en la energía final; además que se establece que en 100 gr de pasta de cacao hay un valor energético de 644 Kcal (ver tabla 3).

Ceniza

En la tabla 3, se observa que no hay diferencias estadísticas altamente significativas entre las muestras de cacao estudiados para esta variable. Se aprecia que el promedio general fue de 3.44, con un coeficiente de variación de 29.24 por ciento.

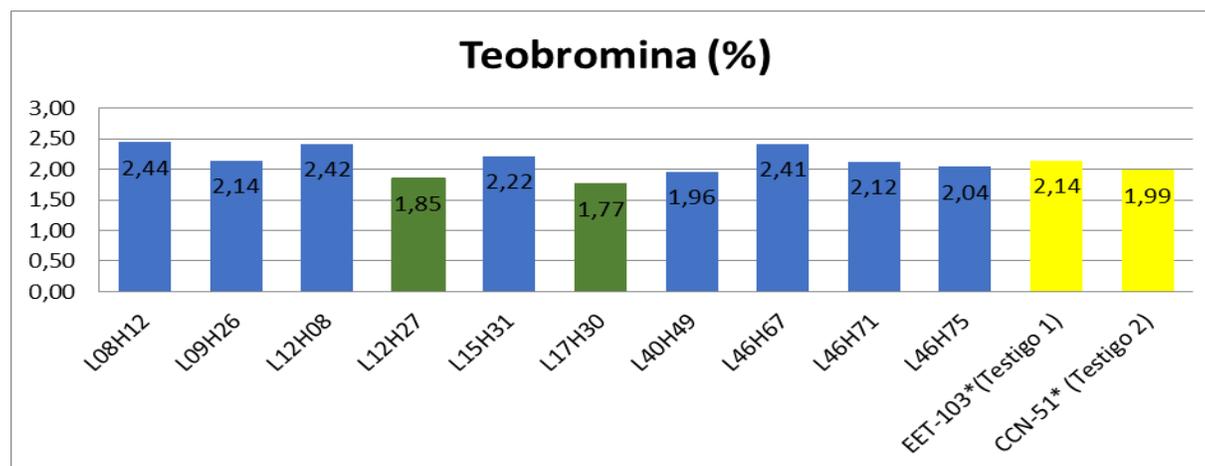
Los mayores valores lo registraron los tratamientos 2 y 3 (L9H26 y L12H08) con 4.17 y 4.90 superiores a los demás tratamientos incluidos los testigos EET-103 y CCN-51 con 3.33 y 2.65, según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Esto no se ajusta a lo citado por Reynerl & Loo, (2018), quienes indican que el porcentaje de ceniza en cotiledones secos no fermentados de cacao es de 2.63 % 0.37 % menos que los materiales estudiados. Vera et al. (2014) en sus estudios afirman que para la variedad CCN-51 cacao que posee características predominantes de Trinitario, el porcentaje promedio de ceniza es de 4.18 y para el cacao tipo Nacional el porcentaje de ceniza oscila entre 3.62.

Teobromina y Cafeína

La figura 1, muestra las concentraciones de teobromina presente en la pasta de cacao, los valores mayores entre los tratamientos lo obtuvieron L08H12 (2.44), L46H67 (2.41) y L12H08 (2.42) incluso superando a los testigos 1 y 2 (2.14, 1.99). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Zambrano et al. (2010), donde se registran porcentajes de teobromina para cacao criollo Merideño de 1.59 y 2.22 para cacao Forastero de Ghana. Algo similar argumentaron Sánchez et al. (2016) especifica las características fisicoquímicas de los chocolates de mesa y los clasifica en tres tipos: chocolate amargo, chocolate semi-amargo y chocolate dulce. Conocer y especificar la composición de un producto alimenticio es importante ya que nos permite tener un control de la calidad, valorar su contenido nutricional, dar confianza al consumidor, además de ser un requisito de etiquetado en los productos derivados de cacao. El objetivo de este estudio fue caracterizar la calidad fisicoquímica de los productos tradicionales y no tradicionales derivados del cacao de la región de la Chontalpa, Tabasco. Se consideraron cuatro parámetros: materia grasa (G, que registran valores de teobromina para cacao esmeraldeño en época lluviasas 1.73, mientras que para la época seca fue de 1.80. Los mencionados autores argumentan que cacaos ecuatorianos finos aromáticos registraron valores de hasta 2.1 en varios lotes. Según Rojas et al. (2020) "ISSN": "0377-9424", "abstract": "Introducción. Las levaduras, las bacterias ácido lácticas y ácido acéticas, involucradas en la fermentación de cacao, son las responsables del consumo de los compuestos en la pulpa para desarrollar los precursores de sabor dentro del grano de cacao. Sin embargo, la fermentación es difícil de controlar por la complejidad de este proceso y las múltiples variables que la afectan, entre ellas la genética del cultivo. Objetivo. Analizar las transformaciones bioquímicas de diferentes grupos genéticos del cacao (*Theobroma cacao* L., el contenido de los alcaloides en el cacao es importante para la obtención de un chocolate de buena calidad sensorial, ya que dichos componentes le confieren astringencia y sabor amargo al producto.

Fig 1: Gráfico de barras en el cual se indica los porcentajes de teobromina y registrado para 12 tratamientos es de cacao.



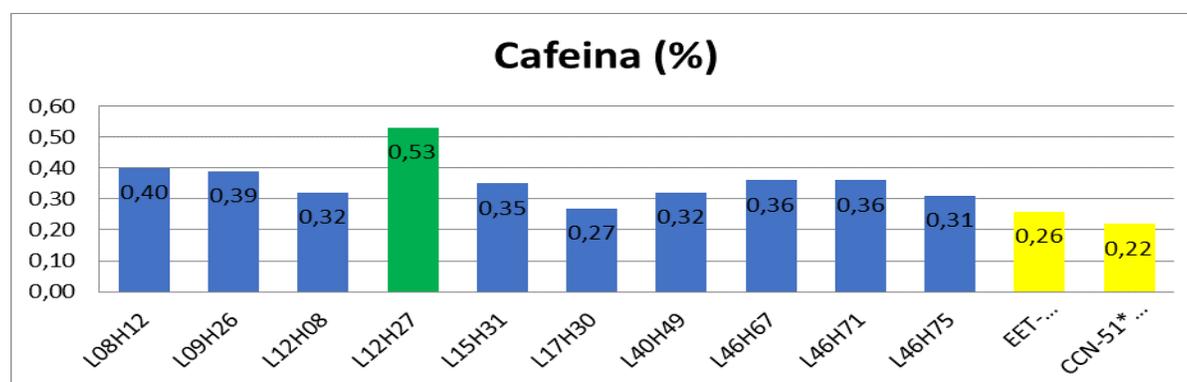
Fuente: elaboración propia.

Con relación a la cafeína, el tratamiento que obtiene el mayor porcentaje fue L12H27 (0.53), superando a los testigos EET-103 y CCN51 (0.26 y 0.22). En estudios realizados por Zambrano et al. (2010), se registran valores 0.81 % de cafeína en cacao Criollo Merideño, mientras que en el tipo Forastero 0.19 %, comparado con las muestras en estudio los valores se asemejan al cacao criollo, pero superan al cacao Forastero, según los datos obtenidos para los tratamientos en estudio T3 y T4 registraron valores muy inferiores. Rivera et al. (2012), registran valores que no sobrepasaron el 0.5 %.

Relación teobromina/Cafeína

Los valores de relación más elevada se presentan en EET.103, CCN-51 y L12H08 (7.56, 8.23 y 9.05%), ver figura 2. El valor más bajo lo adquiera el L12H27 con (3.49%), seguidos por las demás muestras. Según Amores et al. (2009), altos valores para la relación teobromina/cafeína, están asociados con orígenes de una menor calidad aromática. Si esta relación se acerca o supera la cifra de 10 pertenece a los cacaos corrientes como Forasteros. En cambio, para cacaos finos de aroma los valores deben variar 4.0 a 5.0. Además se observa que el CCN-51 (9.05) registra un valor elevado, tal vez esto se deba a que tiene genes de cacao Trinitario. En estudios realizado por Zambrano et al. (2010), se registran para cacao forastero valores que fluctúan entre 11.32 y 12.05, mientras que para cacaos Criollos los valores oscilaron entre de 1.81 a 2.19. Valores diferentes obtuvieron Rivera et al. (2012), que registran una relación de 4.80 y 4.39 para las épocas lluviosas y secas, mientras que para cacao nacional el valor promedio es de 4.78.

Fig 2: Gráfico de barras en el cual se indica los porcentajes de cafeína registrado para 12 tratamientos es de cacao.

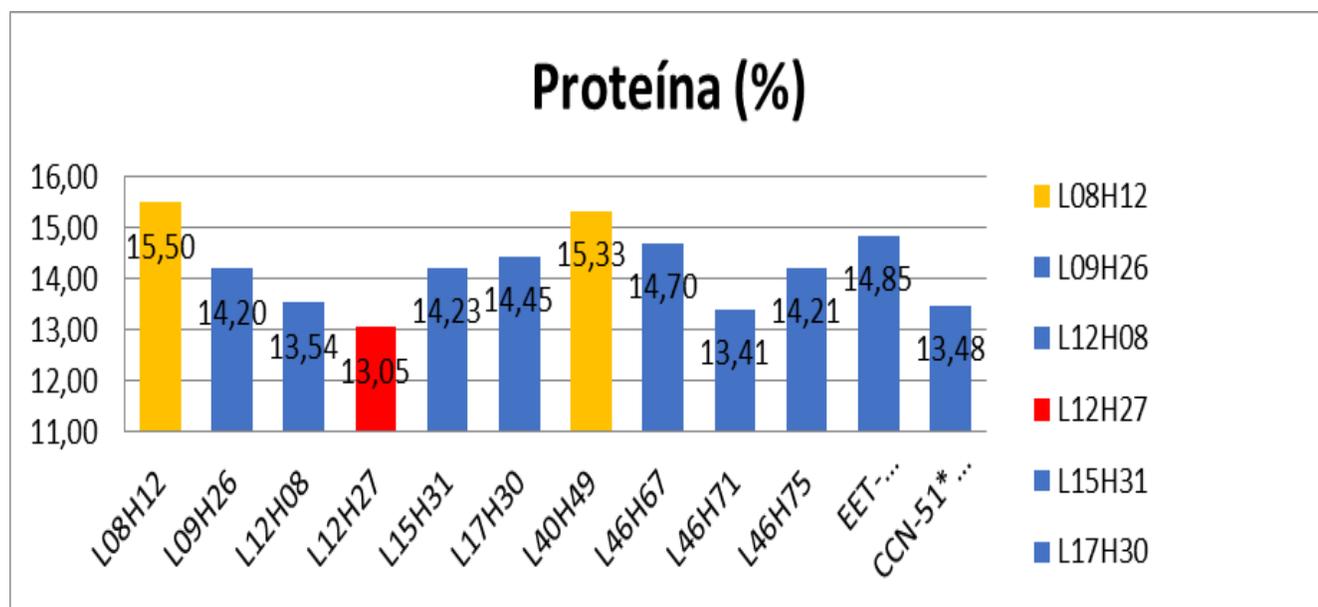


Fuente: elaboración propia.

Proteína

El porcentaje de proteína (ver figura 3), según el análisis de la varianza es notorio que el L08H12 y L40H49 presenta el mayor porcentaje de proteína de 15,50 y 15,33%, mientras que el mínimo lo obtiene el L12H27 con 13,05 por ciento. Por otra parte, estos resultados son diferentes de los señalados por Rivera et al. (2012), en sus análisis de tratamiento es de cacao criollo venezolano, para los que se encuentran un contenido proteico (9,46%); mientras en otras investigaciones realizados por Zambrano et al. (2010), registrándose con una Proteínas para el criollo con 4,27%, Forasteros Amazónico con 4,31%, trinitario con 4,27 por ciento.

Fig 3: Gráfico de barras en el cual se indica los porcentajes de proteína registrado para 12 tratamientos es de cacao.



Fuente: elaboración propia.

Los valores de los tratamientos son superiores a los registrados por Lerceteau et al. (1999), quienes estudiaron el tratamiento forastero amazónico IMC 67 de Quevedo, obteniendo 9% de proteína. Sin embargo, pero si concuerdan con los datos registrados en cacao criollos tradicionales venezolanos cuyos valores muestran un rango de variabilidad de 12.31 a 14.00%.

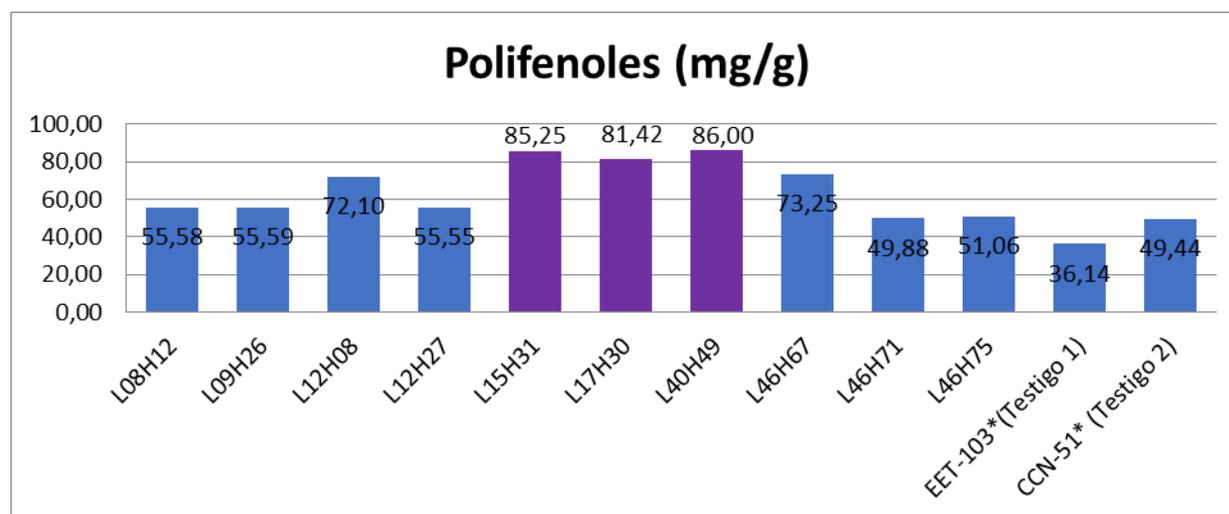
Polifenoles totales

EL mayor valor para la variable Polifenoles (mg/g) lo registra el L40H49, L15H31 y L17H30 con 86.00, 85.25 y 81.42mg/g respectivamente (figura 4 y tabla), mientras que los menores valores lo registraron los testigos EET-103 (36.14) y CCN-51 (49.44) como también el tratamiento correspondiente a las muestras del L46H71 con 49.88mg/g. Contrariamente a lo expresado por Vera et al. (2019), en los cotiledones del cacao existen aproximadamente 10 taninos que son entidades poli fenólicas distintas (Catequinas 3%, Complejos de taninos, 2.1%, Leucocianidinas, 2.5%, Ciandinglucósidos pigmento purpura con 0.4% expresando un total de 8.0%. Estas sustancias solubles en aguas y tiene un sabor astringente, que al oxidarse dan productos color pardo.

Estudios realizados en Cuba, (Buenaventura & Gutiérrez, 2002) sugieren que el consumo regular de los productos del cacao o el uso de sus principios activos como agentes terapéuticos pueden influir favorablemente en la lucha contra las enfermedades cardiovasculares e incluso en otras patologías como el cáncer.

Esto fue confirmado por Padilla et al., (2007) quien menciona que el cacao resulta ser el más alto y equivalente al poder reductor de 5,80g de ácido ascórbico /100g, seguido por la chiga. Asimismo, las semillas de chiga y de cacao presentaron una actividad antioxidante, comparable a la del butil hidroxianisol antioxidante sintético.

Fig 4: Gráfico de barras en el cual se indica las cantidades de polifenoles registrado para 12 tratamientos de cacao.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 4: indica las cantidades de polifenoles registrado para 12 tratamientos de cacao.

TRATAMIENTO	Teobromina	Cafeína	Relación T/C	Proteína	Polifenoles
L08H12	2.44	0.40	6.10	15.50	55.58
L09H26	2.14	0.39	5.49	14.20	55.59
L12H08	2.42	0.32	7.56	13.54	72.10
L12H27	1.85	0.53	3.49	13.05	55.55
L15H31	2.22	0.35	6.34	14.23	85.25
L17H30	1.77	0.27	6.56	14.45	81.42
L40H49	1.96	0.32	6.13	15.33	86.00
L46H67	2.41	0.36	6.69	14.70	73.25
L46H71	2.12	0.36	5.89	13.41	49.88
L46H75	2.04	0.31	6.58	14.21	51.06
EET-103*(Testigo 1)	2.14	0.26	8.23	14.85	36.14
CCN-51* (Testigo 2)	1.99	0.22	9.05	13.48	49.44
PROMEDIO	2.13	0.34	6.51	14.25	62.61
CV (%)	10.34	23.49	21.50	5.43	26.09

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados descritos en los anteriores capítulos, se puede llegar a las conclusiones siguientes.

Todas las muestras analizadas los tratamientos están dentro de este rango ya que presentaron 6 y 7% de humedad. Mientras que para la grasa presento diferencias estadísticas entre tratamientos, los mayores porcentajes lo obtuvieron el tratamiento es CCN-51 (41.91), y EET-103 (39.13), diferentes del T10 L46H75 (23.73) o con el menor porcentaje.

Para las variables energía y ceniza no se encuentran diferencias estadísticas en las muestras estudiadas, la mayor energía corresponde al EET-103 con 589 y el L15H31 con 603 kcal. Mientras que la mayor cantidad de ceniza lo muestra el L12H08 con 4.90.

Las mejores relaciones de teobromina/cafeína el valor más bajo lo obtuvo el tratamiento L12H27 3.49%, esto está ligado a un alto porcentaje de cafeína y un bajo porcentaje de proteína y al perfil sensorial sabor floral, confirma la tendencia a tener una pasta de cacao con una alta aceptabilidad.

Para las los polifenoles totales (mg/g), lo registran los tratamientos L40H49 (86.00), L15H31 (85.25) y L17H30 (81.42).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldas, J., Otero, V., Revilla, K., Carrillo, M., & Sánchez, D. (2022). Incidencia del tostado sobre las características fisicoquímicas y alcaloides de la cascarrilla de cacao (*Theobroma cacao*) y su efecto en las propiedades organolépticas de una infusión. *Agroindustrial Science*, *13*(1), 15–21. <https://doi.org/doi.org/10.17268/agroind.sci.2023.01.02>
- Almeida, A., García, Ri., Fajardo, C., & Peralta, U. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, *10*(4), 1–12. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.462>
- Alvarado, K., Vera, J., Tuarez, D., & Intriago, F. (2020). Fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.) con adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y enzima (PPO´s) en la disminución de metales pesados. *Centrosur*, *2020*(1), 24. <https://www.centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/191>
- Amores, F., Agama, J., Francisco, M., Jimenez, J., Loor, G., & Quiroz, J. (2009). Nuevos Clones de Cacao Nacional para la producción bajo riego en la península de Santa Elena. *INIAP - Estación Experimental Pichilingue*, *134*, 1–54. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1583>
- Buenaventura, A., & Gutiérrez, M. (2002). Chocolate, polifenoles y protección a la salud. *Acta Farmaceutica Bonaerense*, *21*(2), 149–152. http://www.latamjpharm.org/trabajos/21/2/LAJOP_21_2_3_1_S2133VGV50.pdf
- Condo Plaza, L., & Pazmiño Guadalupe, J. (2015). *Diseño experimental en el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias* (I. de Investigaciones (ed.); 1st ed.).
- Durango, W., Caicedo, M., Vera, D., Sotomayor, I., Saini, E., & Chávez, E. (2019). *La Cadena de Valor del CACAO en América Latina y El Caribe* (V. H. Sánchez, J. L. Zambrano, & C. Iglesias (eds.); FONTAGRO).
- Erazo, C., Bravo, K., Tuárez, D., Fernández, Á., Torres, Y., & Vera, J. (2021). Efecto de la fermentación de cacao (*theobroma cacao* L.), variedad nacional y trinitario, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. *Revista de Investigación Talentos*, *8*(2), 42–55. <https://doi.org/10.33789/talentos.8.2.153>
- INEN. (2016). *Norma INEN NTE 176*.
- Intriago, F., Talledo, M., Cuenca, G., Macías, J., Álvarez, J., & Menjivar, J. (2019). Evaluación del contenido de metales pesados en almendras de cacao (*Theobroma cacao* L) durante el proceso de beneficiado. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, *3*(26), 17–23. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss26.2019pp17-23>
- Jahurul, M., Zaidul, I., Norulaini, N., Sahena, F., Jinap, S., Azmir, J., Sharif, K., & Mohd, A. (2013). Cocoa butter fats and possibilities of substitution in food products concerning cocoa varieties, alternative sources, extraction methods, composition, and characteristics. *Journal of Food Engineering*, *117*(4), 467–476. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.09.024>
- Lerceteau, E., Rogers, J., Pétiard, V., & Cruzillat, D. (1999). Evolution of cacao bean proteins during fermentation: A study by two-dimensional electrophoresis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *79*(4), 619–625. [https://doi.org/https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(19990315\)79:4<619::AID-JSFA230>3.0.CO;2-O](https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(19990315)79:4<619::AID-JSFA230>3.0.CO;2-O)
- Melo, O., López, L., & Melo, S. (2020). *Diseño de experimentos métodos y aplicaciones* (U. N. de Colombia (ed.); 2nd ed.). http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas_Libros/Estadistica/Diseno_de_Experimentos/DisenodeExperimentos.pdf

- Padilla, F., Rincón, A., & Rached, L. (2007). Contenido de polifenoles y actividad antioxidantes de varias semillas y nueces. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 57(3), 211. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000300014
- Reynerl, V., & Loor, O. (2018). Tipos de secado de Theobroma Cacao L. y su efecto en la calidad organoléptica en Esmeraldas, Ecuador. *Revista Alfa*, 2(4), 31–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v2i4.36>
- Rivera, R., Mecías, F., Guzmán, Á., Peña, M., Medina, H., Casanova, L., Barrera, A., & Nivelá, P. (2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (Theobroma cacao L.) tipo Nacional. *Ciencia y Tecnología*, 5(1), 7–12. <https://doi.org/10.18779/cyt.v5i1.77>
- Rojas, K., Hernández, C., & Mencía, A. (2020). Transformaciones bioquímicas del cacao (Theobroma cacao L.) durante un proceso de fermentación controlada. *Agronomía Costarricense*, 45(1), 53–65. <https://doi.org/10.15517/rac.v45i1.45694>
- Sánchez, Á., Naranjo, J., Córdova, V., Ávalos, D., & Zaldivar, J. (2016). Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (Theobroma cacao L.) en la Chontalpa, Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(14), 2817–2830. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016001002817
- Vásquez, L., Vera, J., Alvarado, K., Ochoa, K., Intriago, F., Raju, M., & Radice, M. (2023). Calidad sensorial de cuatro cruces experimentales de cacao adicionando pasta de frutas deshidratadas. *Revista Multidisciplinaria Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista*, 5(1), 1–9. <https://www.dateh.es/index.php/main/article/view/112>
- Vásquez, L., Vera, J., Erazo, C., & Intriago, F. (2022). Induction of rhizobium japonicum in the fermentative mass of two varieties of cacao (Theobroma Cacao L.) as a strategy for the decrease of cadmium. *International Journal of Health Sciences*, 3, 11354–11371. [https://doi.org/https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.8672 Induction](https://doi.org/https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.8672%20Induction)
- Vera, J., Benavides, J., Vásquez, L., Alvarado, K., Reyes, J., Intriago, F., Naga, M., & Castro, V. (2023). Effects of two fermentative methods on cacao (Theobroma cacao L.) Trinitario, induced with Rhizobium japonicum to reduce cadmium. *Revista Colombiana de Investigación Agroindustriales*, 10(1), 95–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.23850/24220582.5460>
- Vera, J., Ramos, R., Sánchez, F., Chévez, H., Veliz, B., & Pinargote, J. (2019). Caracterización física y sensorial de treinta materiales élités de cacao (Theobroma cacao L.) en la cuenca alta de río Guayas – Ecuador. *CONAMTI*, 5(22), 115–124.
- Vera, Vallejo, C., Párraga, D., Morales, W., Macías, J., & Ramos, R. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (Theobroma cacao L.) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2), 21–34. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/139>
- Zambrano, A., Romero, C., Gómez, Á., Lacruz, C., & Brunetto, R. (2010). Chemical evaluation of aroma and flavor of precursors of the criollo merideño cocoa during fermentation in two edafoclimatic conditions. *Agronomía Tropical*, 60(2), 1–8. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000200010