



Incidencia del tostado sobre las características fisicoquímicas y alcaloides de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) y su efecto en las propiedades organolépticas de una infusión

Incidence of roasting on the physical-chemical characteristics and alkaloids of the cocoa husk (*Theobroma cacao*) and its effect on the organoleptic properties of an infusion

Jhonnatan Aldas-Morejon^{1,*}; Víctor Otero-Tuarez¹; Karol Revilla-Escobar¹; María Carrillo-Pisco¹; Damaris Sánchez-Aguilera¹

¹ Facultad Ciencias de la Vida y Tecnológicas, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Circunvalación, Vía San Mateo, Manta, Ecuador.

ORCID de los autores

J. Aldas-Morejon: <https://orcid.org/0000-0003-3592-0563>

V. Otero-Tuarez: <https://orcid.org/0000-0002-1020-7414>

K. Revilla-Escobar: <https://orcid.org/0000-0002-8734-1216>

M. Carrillo-Pisco: <https://orcid.org/0000-0002-6618-2690>

D. Sánchez-Aguilera: <https://orcid.org/0000-0002-7813-3618>

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la incidencia de la temperatura de tostado (120, 130 y 140 °C) sobre las características fisicoquímicas y alcaloides de cascarilla de tres variedades de cacao (Forastero, Trinitario y CCN51) y su efecto en las propiedades organolépticas de una infusión. La evaluación de las características fisicoquímicas (humedad, pH y acidez titulable) se realizó de acuerdo con lo establecido por las normas INEN: 1676:2013; 1842:2013 y 381 respectivamente y análisis de alcaloides (teobromina y cafeína) según el método de referencia AOAC 980.14-1998, en lo que respecta al análisis organoléptico se utilizó una prueba hedónica de 9 puntos. Esto permitió determinar que la temperatura de tostado influye significativamente sobre las características fisicoquímicas y enfatiza que los valores de los parámetros evaluados disminuyen conforme la temperatura asciende. En los alcaloides, se demostró que el tipo de cascarilla de cacao tuvo incidencia en el contenido. Además, la temperatura de tostado alta reduce la teobromina y aumenta considerablemente la cafeína. Para el análisis organoléptico se determinó que el T1 (Forastero + 120 °C) obtuvo las mayores calificaciones en aroma, sabor y aceptabilidad, con relación al color, el T4 (Trinitario + 120 °C) resalto con mayor calificación. De esta forma, se atribuye que la presencia de sabores amargo, ácido y astringente en la cascarilla es debido a temperaturas mayores o igual a 140 °C.

Palabras clave: Subproducto de cacao; tostado; alcaloides; calidad de cacao; infusión.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the incidence of roasting temperature (120, 130 and 140 °C) on the physical-chemical characteristics and husk alkaloids of three cocoa varieties (Forastero, Trinitario and CCN51) and their effect on the organoleptic properties of an infusion. The evaluation of the physical-chemical characteristics (humidity, pH and titratable acidity) was carried out according to INEN standards: 1676:2013; 1842:2013 and 381 respectively and alkaloid analysis (theobromine and caffeine) according to the reference method AOAC 980.14-1998, regarding the organoleptic analysis a 9-point hedonic test was used. This allowed determining that the roasting temperature significantly influences the physical-chemical characteristics and emphasizes that the values of the evaluated parameters decrease as the temperature rises. For alkaloids, it was shown that the type of cocoa husk had an impact on the content. In addition, high roasting temperature reduces theobromine and considerably increases caffeine. For the organoleptic analysis, it was determined that T1 (Forastero + 120 °C) obtained the highest scores in aroma, flavor and acceptability; in relation to color, T4 (Trinitario + 120 °C) stood out with the highest score. Thus, it is attributed that the presence of bitter, acid and astringent flavors in the husk is due to temperatures greater than or equal to 140 °C.

Keywords: Cocoa by-product; toasted; alkaloids; cocoa quality; infusion.

1. Introducción

En la actualidad los residuos alimentarios han demostrado ser fuente de nutrientes y compuestos de notable interés en la industria alimentaria como posibles ingredientes (Vargas et al. 2022). Además, estudios realizados por Villabona et al. (2022) mencionan que la reducción del desperdicio de alimentos está creciendo exponencialmente como un importante proceso de bienestar ambiental y económico.

Entre ellos, los subproductos del cacao, los cuales se obtienen del proceso de transformación, han recibido una gran atención como una buena fuente de adsorción debido a su disponibilidad, capacidad de renovación y bajo costo (Soares & Oliveira, 2022). La cascarilla de los granos de cacao es el subproducto obtenido durante la producción de productos de cacao, generalmente desechado y considerado como desecho en la industria del cacao (Firmanto & Nurcholis, 2022). Corresponde entre el 10% a 17% del peso de un grano de cacao y del 12% al 14% del desperdicio del fruto (Vargas et al., 2022).

Barrios et al. (2022) en su investigación, demuestran que la cáscara de los granos de cacao contribuye a la contaminación y la eutrofización, debido a la lixiviación del exceso de nutrientes de la cascarilla descompuesta. Por ello, San et al. (2022) proponen revalorizaciones para alimentos, piensos para ganado o usos agroindustriales. Baldera et al. (2021) estipulan que el consumo de cascarilla de cacao produce efectos beneficiosos para la salud debido a que posee propiedades terapéuticas y medicinales, siendo abundante en magnesio, vitaminas, pectinas, ácidos oleicos y linoleico, teobromina y cafeína, que pueden ser aprovechadas en el sector agroindustrial (Laaz & Zambrano, 2017).

La cascarilla se obtiene después del proceso de tostado y descascarillado, cabe mencionar que el tostado juega un papel muy importante en el desarrollo de aromas y sabores, la temperatura comúnmente utilizada en el tueste oscila entre 100 – 150 °C (Vera, et al., 2018). Por ello, Teneda et al. (2019) que la cascarilla de cacao se puede utilizar en la elaboración de infusiones, a fin de potenciar el uso de los residuos orgánicos al producir productos que innoven el mercado.

Por otro lado, se hace referencia que el cultivo del cacao es uno de los más dinámicos dentro de la economía del país, en sus últimos años el cacao ha sido de gran contribución para el Producto Interno Bruto, mencionando que en Ecuador se cultivan distintas variedades de cacao entre ellas: forastero, trinitario (Cacao Nacional) y CCN-51

(Vivanco et al., 2017). De esta forma, situándose como el tercer productor de cacao en el mundo con una capacidad del 8% de la producción y como primer productor de cacao fino de aroma con el 65% (Ramos et al., 2020).

Según la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, desde el 2015 hasta la fecha el país exporta por año un volumen de 236 mil t de materia prima, volumen que posiciona al país como uno de los mayores exportadores de cacao, siendo reconocido a nivel mundial por sus ventajas competitivas en las características organolépticas del sabor y aroma (Vargas et al., 2020).

Por esta razón, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la incidencia del tostado sobre las características fisicoquímicas y alcaloides de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) y su efecto en las propiedades organolépticas de una infusión. Se promueve el aprovechamiento del desecho orgánico como alternativa en la elaboración de un producto sostenible y sustentable con excelentes características beneficiosas para el consumidor.

2. Material y métodos

2.1. Material

El cacao nacional, tipo forastero y trinitario se obtuvo en una finca ubicada en el Cantón Baba y el cacao CCN51 en una hacienda del Cantón Babahoyo. Durante la recolección del fruto se escogieron los que estaban en buenas condiciones. Los frutos seleccionados, fueron trasladados hasta las instalaciones de la micro-empresa “Santanero Cacao” para su procesamiento.

2.2. Manejo experimental

La materia prima empleada para la investigación fue la cascarilla, que se obtuvo de los granos fermentados y secos de los tres tipos de cacao antes mencionados. El proceso de obtención se detalla a continuación.

Fermentación. Se realizó en cajones en cascada, utilizando 5 kg de cada tipo de cacao, donde el día 1, se colocó el material en el primer cajón, a fin de realizar el proceso de escurrido, por un periodo de 24 horas. Posteriormente a ello, se removió y volteo, para iniciar la fase de fermentación anaerobia que tiene una duración de 48 horas (Día 2 y 3), una vez transcurrido los dos días, se realizó una segunda remoción, esta debe ser rápida a fin de evitar que la masa pierda temperatura, se volteo al siguiente cajón de

fermentación por 24 h (Día 4), al finalizar el cuarto día se remueve por tercera vez y se coloca por 24 h adicionales para culminar con el proceso. Esta operación es la más importante según Sangronis et al. (2020) en la elaboración de chocolate y derivados, ya que se forman los precursores químicos del sabor, los que se expresan en el tostado como componentes de aroma y sabor típico a chocolate y otras notas sensoriales.

Secado. Se empleó una marquesina para el secado de manera natural, se realizó remociones cada 2 h, hasta obtener una humedad de 7%.

Clasificación. Consistió en limpiar el cacao de materias extrañas tales: residuos de las mazorcas de cacao, maguay y granos en mal estado con la finalidad de asegurar la calidad.

Tostado y descascarillado. Se realizó con el propósito de facilitar la eliminación de la cascarilla, en este estudio se aplicó diferentes temperaturas (120, 130, 140 °C) por medio de un tostador de convección con circulación de aire caliente, cabe destacar que durante proceso las almendras de cacao desarrollan las cualidades aromáticas y sabor

2.3. Diseño experimental

Se usó un diseño experimental con arreglo bifactorial A*B, factor A [Variedades de cascarilla de cacao] y factor B [Temperatura de tostado] con 3 niveles y 3 repeticiones, un total de 27 unidades experimentales. Para determinar diferencia significativa se empleó la prueba de Tukey ($p > 0,05$) mediante Statgraphics e InfoStat. Los factores y niveles se encuentran descritos en la Tabla 1.

Tabla 1

Combinación de tratamientos para la fase experimental de la investigación

Tratamientos	Descripción
T1	Forastero + 120 °C
T2	Forastero + 130 °C
T3	Forastero + 140 °C
T4	Trinitario + 120 °C
T5	Trinitario + 130 °C
T6	Trinitario + 140 °C
T7	CCN51 + 120 °C
T8	CCN51 + 130 °C
T9	CCN51 + 140 °C

2.3. Caracterización fisicoquímica de la cascarilla de cacao

Determinación humedad. De acuerdo la norma "NTE INEN 1676:2013, se pesaron 10 g de muestra de cascarilla triturada, las muestras se colocaron en una estufa a 130 °C por un periodo de 24 h.

Determinación de pH. Se determinó según la norma "NTE INEN-ISO 1842:2013. Productos vegetales y de frutas". Donde se licuo 5 g de cascarilla o testa con 100 ml de agua destilada, luego se procedió a filtrar y finalmente con un potenciómetro se realizó la lectura del pH, en un lapso de 2 – 3 min.

Determinación de acidez titulable. Se efectuó conforme a la norma "INEN 381. Conservas Vegetales". Para ello se mezclaron 5 g de muestra de cascarilla con 10 ml de etanol y 90 ml de agua destilada, una vez filtrada la solución, se agregó 3 gotas de fenolftaleína. Posteriormente se tituló con NaOH al 0,1N, agitando constante, hasta que la muestra tome una coloración marrón con rosado (INEN, 381).

Contenido de alcaloides (teobromina y cafeína). Se realizó según el método de referencia AOAC 980.14-1998 en INIAP "Estación Experimental Santa Catalina.

2.4. Caracterización organoléptica de la infusión de cascarilla de cacao

Prueba hedónica de 9 puntos. Para el análisis organoléptico se organizó un panel de jueces aleatorios no entrenados, utilizando el test de preferencia por ordenamiento para evaluar la aceptabilidad y seleccionar el tratamiento con mejores características según las categorías evaluadas. Al panel se le solicitó, que después de la catación respondieran cuanto le gusto o disgusto cada uno de los tratamientos. Siendo 1 = me disgusta extremadamente y 9 = me gusta extremadamente.

Prueba de Kruskal Wallis. Una vez obtenidos los resultados del análisis organoléptico, se aplicó la prueba de Kruskal Wallis, para datos no paramétricos, la cual se basa en el rango que puede emplearse para corroborar si existe diferencia significativa entre dos o más grupos. De esta forma, calculó un estadístico de prueba y se lo comparó con un punto de corte de la distribución aceptando o rechazando la H0 o H1 (Barrientos, 2004).

Análisis de componentes principales. Es uno de los métodos de análisis de datos multivariantes más utilizados que permite investigar conjuntos de datos multidimensionales con variables cuantitativa. En este estudio, se utilizó el software Matlab versión 7.11.0. con el cual se realizó un análisis de componentes principales de cada uno de los tratamientos con la finalidad de determinar las categorías organolépticas predominantes en cada muestra.

3. Resultados y discusión

3.1. Caracterización física química de la cascarilla de cacao

Los resultados de la diferencia de medias de las características bromatológicas, como humedad, pH y acidez titulable fueron evaluadas a partir de la cascarilla obtenida de los tres tipos de cacao (Forastero, Trinitario y CCN51) y temperaturas de tostado (120, 130 y 140 °C).

En la Figura 1 se muestran los porcentajes de humedad para cada uno de los tratamientos. Demostrando que el mayor contenido de humedad se obtuvo en el T7 con un valor de 2,66%, siendo significativamente diferente ($p < 0,05$) en comparación al T3 cuyo valor fue el más bajo (0,55%). Donde se demuestra que la humedad a temperaturas de 120 y 130 °C se mantienen estables, en cambio, a 140 °C disminuye significativamente ($p < 0,05$). Se hace referencia que las muestras estudiadas se encuentran dentro de lo determinado por Lares et al. (2018) quienes obtuvieron una humedad de 4,76% en cascarilla de cacao. Así como también, los valores de humedad reportados en este trabajo de investigación se encuentran dentro del límite permisible para la comercialización de filtrantes que es del 12%, cabe mencionar que el contenido de humedad es un parámetro importante de calidad (INEN 2392:2013).

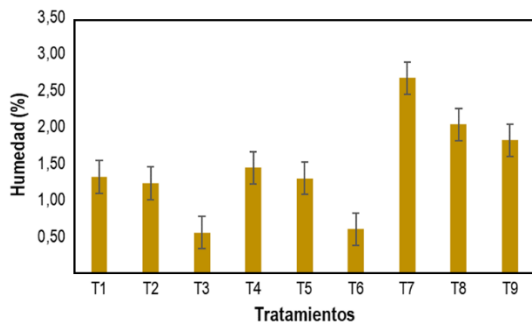


Figura 1. Resultados de humedad.

Según la variable pH (Figura 2) el mayor rango observado fue en el T3 (5,46) con una temperatura de tostado de 140 °C, este valor de pH fue significativamente diferente ($p < 0,05$) en comparación al T7 que presentó el menor rango con un pH de 4,69. Se observó que, al incrementar la temperatura de tostado, el pH de la cascarilla aumenta considerablemente. Los valores antes mencionados guardan relación con Garay et al. (2020) quienes determinaron pH de 6,79 para la cascarilla del clon CCN51 obtenido a una temperatura de 140 °C. Se menciona que, el

aumento del pH por la influencia la temperatura se debe a la volatilización de los ácidos predominantes (Rosas et al., 2021). Otra teoría reportada por Aldave (2016) expone que, los valores de pH están relacionado con el genotipo y lugar de procedencia de los granos. Como se observa en esta investigación, los valores de pH difieren significativamente entre variedades de cacao.

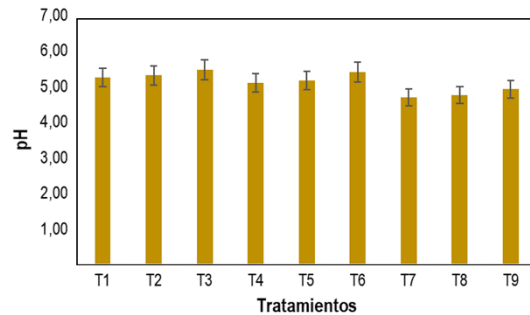


Figura 2. Resultados de pH.

En la Figura 3 se representan los valores obtenidos de los análisis de acidez titulable. Se observó que el T7 presentó los valores más altos de porcentaje (1,61%) que fue significativamente diferente ($p < 0,05$) a la T6 que presentó el valor más bajo (0,49%). Todos los tratamientos de estudio se encuentran dentro del rango reportado por Andrade et al. (2019) quienes determinaron valores de acidez que oscilan entre 0,14% a 1,20%, a excepción del T8 que presentó un valor superior a lo estipulado. Además, se hace énfasis a lo mencionado por Vivanco et al. (2017) quienes describieron que el tostado a alta temperatura y un menor tiempo disminuye la acidez e incrementa los olores y sabor a chocolate. También señalan que, durante el proceso del tostado, se originan reacciones de cambios en la composición de los ácidos orgánicos (acético, láctico y cítrico). Estos antecedentes concuerdan con los resultados obtenidos en esta investigación, donde se constató que a mayor temperatura de tostado se presenta una tendencia descendente de acidez.

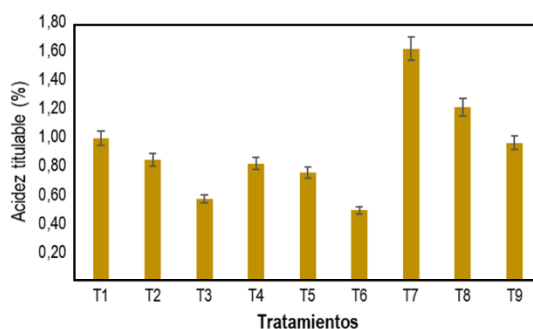


Figura 3. Resultados de acidez titulable.

Contenido de alcaloides (teobromina y cafeína)

En la Figura 4 se observa el contenido de teobromina en los tratamientos. Se determinó que, en la cuantificación de teobromina existió diferencia significativa ($p < 0,05$), obteniendo mayor concentración en el T7 con 1,33% mientras que la menor concentración en los T3 y T6 con valores de 0,56% y 0,57% respectivamente; guardando relación a lo reportado por González et al. (2019) quienes obtuvieron valores de 0,15 g TB/100g y 0,17 g TB/100g en cascarilla de cacao tostado, determinado por el método de extracción con CO₂. Además, Tolentino (2019) indica que el contenido de teobromina en las almendras de cacao disminuye en función del genotipo, nivel de fermentación, tiempo y temperatura de tostado.

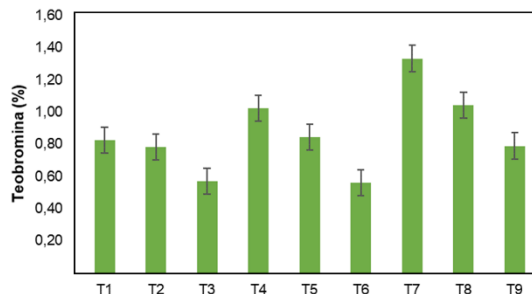


Figura 4. Resultados del contenido de teobromina.

En cafeína (Figura 5) existió diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las muestras, situando el valor más alto en el T9 con 0,09% y el menor contenido con 0,01 en el T1. Los resultados obtenidos se encuentran por debajo de lo encontrado por Ortiz et al. (2019), los cuales determinaron 0,074 mg/g en cascarilla de cacao. Ellos mencionan que en el proceso de beneficiado se reduce alrededor del 20% a 50%. En cambio, Tacuri (2022) determinó valores nulos (0) después del tostado y destaca que valores superiores a 1,5% de teobromina y cafeína en almendras secas evidencia intensidades altas de sabor amargo y astringente, disminuyendo la calidad de las mismas.

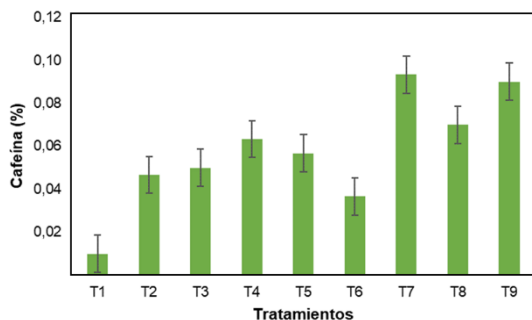


Figura 5. Resultados del análisis de cafeína.

En la Tabla 2 se detallan los promedios asignados por los catadores no entrenados a las categorías sensoriales, donde se aplicó la prueba de rangos múltiples Tukey ($p < 0,05$) para establecer grupos homogéneos y finalmente la prueba de Kruskal Wallis para determinar diferencia significativa entre las medias de los tratamientos.

Los resultados de la prueba de Kruskal Wallis para el parámetro sensorial Aroma presentó un P-value de 0,0024 demostrando que existió diferencia significativa entre los tratamientos. Se identificó que la mayor valoración con $7,97 \pm 0,72$ fue el T1, el segundo puntaje más alto de la escala hedónica con la categoría "Me gusta mucho"; mientras que la menor valoración con $4,90 \pm 1,03$ se determinó en T9 denominándose como "Ni me gusta, ni me disgusta".

El tipo de cacao y la temperatura de tostado influye significativamente en el aroma de la infusión de cascarilla. De acuerdo con Freire & Díaz (2022) temperaturas mayores a 130 °C incide en la carencia o poca intensidad del aroma característico a cacao, presentando notas a café tostado. Cabe destacar que la temperatura fermentación y tostado, se deben controlar adecuadamente, a fin de no eliminar los atributos aromáticos del cacao. Según Jiménez et al. (2014) el cacao nacional posee características particulares, con aromas florales muy perceptibles.

3.2. Caracterización organoléptica de la infusión de cascarilla de cacao

Referente al Color (Figura 5) se puede observar que no existió diferencia significativa entre los tratamientos al presentar un *p-value* de 0,4631. Sin embargo, la prueba de múltiple rangos Tukey muestra que T4 posee una mayor valoración para este atributo sensorial con una media de $7,53 \pm 1,17$ teniendo una tonalidad agradable ante al catador, mientras que el T9 con $4,83 \pm 1,18$ sitúo el menor valor, presentando una tonalidad marrón oscuro. Cabe indicar que, los tratamientos con mayores temperaturas de tostado obtuvieron las puntuaciones más bajas en las dos variedades estudiadas. Según Iglesias et al. (2022) describen que la testa o cascarilla de color café, marrón, olor característico al cacao y de naturaleza crujiente. Por otro lado, Steinau et al. (2018) hacen referencia que el color ámbar es idóneo para infusiones, cabe mencionar que su investigación emplearon nibs de cacao, cascarilla de cacao y hierbas aromáticas.

Tabla 2

Resultado del análisis sensorial para la infusión de cascarilla de cacao

Tratamientos	Aroma	Color	Sabor	Aceptación
T1	7,97 ± 0,72 ^E	7,00 ± 1,23 ^{CD}	7,47 ± 1,25 ^D	7,87 ± 1,25 ^E
T2	6,83 ± 0,95 ^D	6,53 ± 0,90 ^C	5,77 ± 1,04 ^{BC}	6,73 ± 1,04 ^{DE}
T3	5,77 ± 0,82 ^{BC}	5,50 ± 0,78 ^B	5,37 ± 0,67 ^{AB}	5,50 ± 0,67 ^{ABC}
T4	6,17 ± 0,91 ^C	7,53 ± 1,17 ^D	6,13 ± 1,28 ^C	6,23 ± 1,28 ^{CD}
T5	6,13 ± 1,11 ^C	6,40 ± 1,33 ^C	6,23 ± 1,41 ^C	5,90 ± 1,41 ^{BCD}
T6	5,33 ± 1,06 ^{AB}	4,97 ± 0,85 ^{AB}	5,07 ± 0,91 ^{AB}	5,13 ± 0,91 ^{AB}
T7	6,67 ± 0,80 ^D	6,37 ± 1,25 ^C	6,37 ± 1,33 ^C	6,33 ± 1,33 ^{CD}
T8	5,63 ± 1,10 ^B	5,53 ± 1,48 ^B	5,63 ± 1,63 ^{BC}	5,50 ± 1,63 ^{ABC}
T9	4,90 ± 1,03 ^A	4,83 ± 1,18 ^A	4,87 ± 0,86 ^A	4,42 ± 0,86 ^A
Prueba de Kruskal Wallis	<i>p</i> - value			
	0,0024	0,4631	0,0078	0,4631

*Media de 30 catadores no entrenados, prueba de Tukey ($p < 0,05$) ± SD.

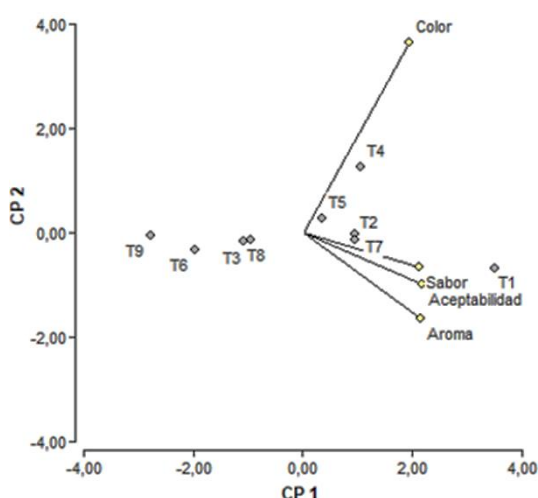


Figura 5. Análisis de componentes principales.

Se encontró diferencia significativa en cuanto al Sabor (Tabla 2) con un P-value de 0,0078, donde se observó que las muestras con altas temperatura de tostado (140 °C) obtuvieron un menor puntaje en la escala, determinando que el T1 presentó la mayor calificación con $7,47 \pm 1,25$ en comparación al T9 que situó la menor calificación $4,87 \pm 0,86$, los catadores hicieron énfasis que a temperatura de 140 °C se eliminan las especificidades aromáticas. Concordando con Jiménez et al. (2014) que en el proceso de tostado (tiempo y temperatura), se debe considerar el tipo de cacao y tamaño de la almendra. Por otro lado, Iglesias et al. (2022) recomiendan para el cacao nacional temperaturas de tostado de 110 a 115 °C por un periodo de 10 a 15 minutos y para la variedad CCN51 la combinación de tostado de 120 a 130 °C por 15 a 20 minutos, obteniendo buenos resultados sensoriales en su investigación.

En la Tabla 2 se presenta el nivel de Aceptación de los tratamientos, en los cuales no existió diferencia significativa, debido a que se obtuvo un P-value de 0,4631, sin embargo, mediante la

prueba de múltiples rangos se identificó que el T1 presentó la calificación más alta con una media $7,87 \pm 1,25$ siendo el de mayor predilección por parte de los catadores (8: me gusta mucho), mientras tanto el T9 obtuvo la menor calificación con $4,42 \pm 0,86$ debido a que presentó características no agradables. La calidad de la cascarilla está relacionada con el proceso de beneficiado del cacao, siendo la fermentación el proceso clave para el sabor y color, atribuyéndose al proceso de tostado, donde se desarrollan los compuestos aromáticos del chocolate (Rios & Lévano, 2022). Por otro lado, Acebo (2016) menciona que, los tipos de cacao pertenecientes a la familia nacional tienen una buena calidad, relacionada con sabor a cacao, dulce, frutal y floral, influyendo significativamente en la preferencia de los catadores, así como también hace referencia que altas temperaturas de torrefacción confieren al producto un sabor desagradable (amargo y astringente).

4. Conclusiones

Las diferentes temperaturas de tostado influyen significativamente en los parámetros fisicoquímicos (humedad, pH y acidez titulable) de las cascarillas de cacao; a mayor temperatura (140 °C) los valores de estos parámetros descienden. El tipo de cascarilla de cacao tiene incidencia en el contenido de teobromina y cafeína, denotando que el tipo de cacao CCN51 presentó los valores más altos. Se hace énfasis que una temperatura elevada reduce sustancialmente el contenido de teobromina y aumenta considerablemente la cafeína.

El tratamiento T1 (Forastero + 120 °C) obtuvo las mayores calificaciones para aroma, sabor y aceptabilidad con la categoría Me gusta mucho. Respecto al color no existió diferencia significativa, sin embargo, el T4 (Trinitario + 120 °C) resultó con mayor calificación. Las temperaturas

mayores o igual a 140 °C atribuyen a la presencia de sabores amargo, ácido y astringente en cualquier tipo de cascarilla de cacao.

Este estudio proporciona información valiosa sobre la cascarilla de cacao como ingrediente para la elaboración de una infusión, debido a la acción de la teobromina, un energizante suave, que puede servir como sustituto al café que produce menor alteración nerviosa. Se recomienda estudiar y caracterizar posibles aplicaciones de la cascarilla en polvo en galletas, pasteles y suplementos dietéticos de chocolate, como excelente fuente de fibra o como agente colorante.

Referencias bibliográficas

- Acebo, M. (2016). *Industria de cacao*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Aldave-Palacios, G. (2016). *Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (Theobroma cacao L.) procedente de Uchiza, San Martín – Perú para la obtención de NIBS*. Maestría Facultad de Farmacia y Bioquímica. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Andrade-Almeida, J., Rivera-García, J., & Urefría-Peralta, M. O. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1-12.
- Baldera, J., Granda, M., & Chavez, S. (2021). Capacidad antioxidante y polifenoles totales de infusión de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) y macambo (*Theobroma bicolor*). *Agroproducción sustentable*, 5(3), 13-19.
- Barrientos, C. (2004). La prueba de Kruskal-Wallis como herramienta para evaluar las diferencias en la distribución de tallas de las poblaciones de peces. *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*, 19(228), 47.
- Barrios-Rodríguez, Y. F., Salas-Calderón, K. T., Orozco-Blanco, D. A., Gentile, P., & Girón-Hernández, J. (2022). Cocoa Pod Husk: A High-Pectin Source with Applications in the Food and Biomedical Fields. *Chem Bio Eng.*, 9(5), 462-474.
- Firmanto, H., & Nurchois, M. (2022). Antioxidant Content of Tisane of Cocoa Bean Shells as Affected by Roasting Temperatures. *Palita Perkebunan*, 38(3), 200-210.
- Freire, M., & Díaz, D. (2022). Método de fermentación y secado para el beneficio de la obtención de subproductos agroindustriales a partir de cacao (*Theobroma cacao*) ecuatoriano. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(52), 323-329.
- Garay, R., Vega, J., Vela, C., & Quiñones, E. (2020). *Influencia de la temperatura de tostado en la capacidad antioxidante de la cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) clon CCN-51 aprovechado para elaborar filtrante*. Tesis de pregrado, Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Ucayali.
- González-Alejo, F. A., Barajas-Fernández, J., & García-Alamilla, P. (2019). Extracción de compuestos solubles de la cascarilla de cacao con CO₂ supercrítico. Caso de metilxantinas y grasa. *CienciaUAT*, 13(2), 128-140.
- Iglesias-Guevara, D., Morejón-Ramos, B., Ruiz-Karella, B. J., & Pérez-Santana, D. (2022). Optimización del proceso de obtención de un extracto acuoso de cascarilla de cacao. *Rev. CENIC Cienc. Quím*, 53(1), 60-71.
- NTE INEN 2392:2013. Hierbas Aromáticas. Requisitos. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN. 381. Conservas Vegetales. Requisitos. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN-ISO (1842:2013). Productos vegetales y de frutas – determinación de pH (idt). Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Jimenez, J., Amores, F., & Solórzano, E. (2014). *Componentes de identidad para reconocer las diferencias del cacao que se produce en varias regiones del Ecuador*. Quevedo: Estación Experimental Tropical Pichilingue.
- Laaz, F., & Zambrano, C. (2017). *Efectos de la stevia (Stevia rebaudiana) y cacao fino de aroma en las características bromatológicas y organolépticas del chocolate semi amargo*. Calcuta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.
- Lares, M., Pérez, E., & Álvarez, C. (2018). Cambios de las propiedades físico-químicas y perfil de ácidos grasos en cacao de Chuao, durante el beneficio. *Agronomía Tropical*, 63(1-2), 37-47.
- Ortiz, J., Chungara, M., Ibieta, G., Alej, I., Tejada, L., Peralta, C., . . . & Peñarrieta. (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*, 36(1), 40-50.
- Ramos, T., Guevara, D., Sarduy, L., & Santana, K. (2020). Producción más limpia y ecoeficiente en el procesado. *Investigación & Desarrollo*, 20(1), 135-146.
- Ríos-Jara, J., & Lévano-Rodríguez, D. (2022). Importancia de los dispositivos usados en la fermentación de Cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista agrotecnológica amazónica*, 2(1), e281.
- Rosas-Patiño, G., Puentes-Páramo, Y. J., & Menjivar-Flores, J. C. (2021). Efecto del pH sobre la concentración de nutrientes en cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonia Colombiana. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 24(1), e1643.
- Sangronis, E., Soto, M., & Valero, Y. (2020). Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 64(2), 123-130.
- San-Siow, C., Chiang-Chan, E. W., Wai-Wong, C., & Wai-Ng, C. (2022). Antioxidant and sensory evaluation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) tea formulated with cocoa bean hull of different origins. *Future Foods*, 5, 100108.
- Soares, T. F., & Oliveira, B. (2022). Cocoa By-Products: Characterization of Bioactive Compounds and Beneficial Health Effects. *Molecules*, 27(5), 1625.
- Steinau-Dueñas, I., González-Rosales, S. O., & Castañeda-de-Abrego, V. (2018). Evaluación de la incidencia de la fermentación en la calidad del grano de cacao trinitario en Caluco, Sonsonate, El Salvador. *Agrociencia*, 1(1), 11-25.
- Tacuri-Jumbo, S. A. (2022). *Estudio del contenido de los compuestos bioactivos de la cascarilla del grano de Theobroma*. Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Química de Alimentos Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Central del Ecuador.
- Teneda-Llerena, W. F., Guamán-Guevara, M. D., Oyaque-Mora, & Melinda, S. (2019). Exploración de la intención de consumo de la Cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) como infusión: caso Tungurahua-Ecuador. *Cuadernos de contabilidad*, 20(50), 12 p.
- Tolentino-Lavado, M. (2019). Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de la cascarilla de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) tostado y elaboración de un filtrante. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 4(6), 46-60.
- Vargas-Arana, G., Merino-Zegarra, C., Tang, M., Pertino, M. W., & Simirgiotis, M. J. (2022). UHPLC–MS Characterization, and Antioxidant and Nutritional Analysis of Cocoa Waste Flours from the Peruvian Amazon. *Antioxidants*, 11(3), 595.
- Vargas-Pérez, O. A., Vite-Cevallos, H., & Quezada-Campoverde, J. M. (2020). Análisis comparativo del impacto económico del cultivo del cacao en Ecuador del primer semestre 2019 versus el primer semestre 2020. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(2), 169-179.
- Vera, J., Vallejo, C., & Parraga, D. (2018). Atributos físico-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.
- Villabona-Ortiz, C., Villabona-Ortiz, A., & González-Delgado, A. (2022). Adsorption Study of Continuous Heavy Metal Ions (Pb²⁺, Cd²⁺, Ni²⁺) Removal Using Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Pod Husks. *Materials*, 15(19), 6937.
- Vivanco-Carpio, E., Matute-Castro, L., & Campo-Fernández, M. (2017). Caracterización físico-química de la cascarilla de *Theobroma cacao* L, variedades Nacional y CCN-51. *Conference Proceedings UTMACH*, 2(1), 213-222.