

Evaluación de la cascarilla de *Theobroma bicolor* para la obtención de una infusión

Jaime Fabián Vera Chang¹; Luis Humberto Vásquez Cortez²;
Dayana Tahis Valdiviezo Rivera¹; Leonilo Alfonso Durazno Delgado^{1,2,3};
Cyntia Yadira Erazo Solórzano¹; Diego Armando Tuarez García¹;
Carol Daniela Coello⁴; Frank Intriago Flor⁴; Xavier Andrés Cedeño Carpio^{2,4};
Lauden Geobakg Rizzo Zamora¹

Resumen

El cacao (*Theobroma cacao* L.) fue cultivado en Ecuador a partir de la época Incaica durante el siglo X. El cacao (*Theobroma bicolor* Humb & Bonp L) también conocido como pataxte está formado por 23.76 % de pulpa, 59.54 % de cáscara y 10 % lo conforma el peso del cotiledón y el 6,7 % lo conforma la testa. La cascarilla de cacao es la parte que recubre al grano de cacao y se recibe mediante el proceso de descascarillado de la semilla, es considerado un residuo agroindustrial que no es utilizado en la industria chocolatera, por esta razón el objetivo de la presente investigación fue evaluar a la cascarilla de cacao de montaña (*Theobroma bicolor* Humb & Bonp L) para la obtención de una infusión, para lo cual se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial, se utilizó diferentes concentraciones como factor A (1, 1,5 y 2 g) como segundo factor B con tiempos de cocción de la cascarilla (3, 5 y 10 min), las variables físicos-químicos aplicados fueron pH, acidez, humedad, ceniza y cadmio cd+2 según la normativa de la Unión Europea 2021/ 1323, además de evaluarse el perfil sensorial y escala hedónica. Los análisis realizados indican que el pH obtenido fue de 6,92, mientras que para ceniza total fue de 6,33, en la variable acidez 0,13, y una humedad 6,63, dentro de esta variable están el perfil sensorial y prueba hedónica donde existió aceptabilidad, determinando al mejor tratamiento con el código C1T1 con 1,5 g de cascarilla con un tiempo de 5 min de infusión.

Palabras clave: Té concentración, pataxte, Residuos, Agroindustria.

Evaluation of *Theobroma bicolor* husk for obtaining an infusion

Abstract

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) was cultivated in Ecuador from the Inca period during the 10th century. Cocoa (*Theobroma bicolor* Humb & Bonp L) also known as pataxte is made up of 23.76% pulp, 59.54% shell and 10% is made up of the weight of the cotyledon and 6.7% is made up of the test. The cocoa husk is the part that covers the cocoa bean and is received through the process of husking the seed, it is considered an agro-industrial residue that is not used in the chocolate industry, for this reason the objective of the present investigation was to evaluate to the mountain cocoa husk (*Theobroma bicolor* Humb & Bonp L) to obtain an infusion, for which a completely randomized design (DCA) was used with a bifactorial arrangement, different concentrations were used as factor A (1, 1.5 and 2 g) as a second factor B with husk cooking times (3, 5 and 10 min), the physical-chemical variables applied were pH, acidity, humidity, ash and cadmium cd+2 according to the regulations of the European Union 2021/1323, in addition to evaluating the sensory profile and hedonic scale. The analyzes carried out indicate that the pH obtained was 6.92, while for total ash it was 6.33, in the acidity variable 0.13, and humidity 6.63, within this variable are the sensory profile and test where there was acceptability, determining the best treatment with the C1T1 code with 1.5 g of husk with a 5-minutes infusion time.

Keywords: Tea, Concentration, Pataxte, Residue, Agroindustry.

Recibido: 20 de febrero de 2024

Aceptado: 27 de abril de 2024

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo; <https://orcid.org/0000-0001-6127-2307>; jverac@uteq.edu.ec

² Docente Investigador de la Carrera de Agroindustria; Facultad de Ciencias Agropecuarias; Universidad Técnica de Babahoyo; <https://orcid.org/0000-0003-1850-0217>; lvazquezc@utb.edu.ec

³ Universidad Técnica Estatal de Quevedo

⁴ Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Universidad Nacional de Cuyo; Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

⁵ Universidad Técnica Estatal de Quevedo

⁶ Universidad Técnica Estatal de Quevedo

⁷ Universidad Técnica de Manabí

⁸ Universidad Nacional de Cuyo; Universidad Técnica de Manabí

⁹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao es de enorme transcendencia en las ocupaciones agrícolas del Ecuador, siendo así el tercer rubro más grande de exportación que produce fuentes de trabajo directos e indirectos. Los granos de cacao comercializados hoy en día son semillas de un diminuto arbusto de la especie (*Theobroma cacao* L.) del núcleo familiar Esterculiácea. Existen diferentes tipos de especies con un costo comercial y se subdivide primordialmente en tres conjuntos, los cuales son: El Criollo, Forastero y Trinitario (Teneda *et al.*, 2017).

Por otra parte, el cacao Montaña (*Theobroma bicolor* Humb & Bonp L), además se lo conoce habitualmente como pataxte, pataxte cacao, pataste, patashe, cacao cimarrón; e incluso cacao blanco induciendo confusión con el copuazu o (*Theobroma Grandiflorum*).

Su repartición en México incluye los estados de Chiapas, Oaxaca, Tabasco y en todo el mundo, se ha informado su presencia en Colombia, Venezuela y Brasil. Los frutos del (*Theobroma bicolor* Humb & Bonp L) son los mayores del género (*Theobroma cacao* L), de entre 25 a 35 cm de largo por unos 12 a 15 cm de ancho, llegando a pesar 0,5 a 3.0 kilogramos. El (*Theobroma bicolor* Humb & Bonp L) también conocido como pataxte está formado por 23,76 % de pulpa, 62,54 % de cáscara y 13,70 % lo conforma el peso de las semillas (Gálvez *et al.*, 2016).

La cascarilla de cacao es la parte que recubre al grano de cacao y se recibe mediante el proceso de descascarillado de la semilla, de las cuales existen dos formas de hacer el proceso de descascarillado. De forma industrial, donde la cascarilla se la obtiene mediante el uso considerado de una máquina denominada descascarilladora, donde la almendra ya tostada ingresa a la máquina para ser descascarillada, separando la cascarilla de la almendra de cacao, como también existe el descascarillado manual del cacao, el cual una vez tostado el grano se procede a descascarillar manualmente la almendra (Teneda *et al.*, 2017).

Estudios de otros territorios muestran que la cascarilla de cacao tiene una fundamental actividad antioxidante y tal vez una de las maneras más eficientes de aprovechar dichas propiedades, por lo cual podría ser un medio de uso en la preparación de

infusiones Baldera *et al.*, (2021). Los antioxidantes naturales son capaces de inactivar todos los radicales libres de los procesos de oxidación del organismo, en función de prevenir la aparición de patologías degenerativas, diferentes tipos de cáncer, patologías cardiovasculares entre otras (Baena & García Cardona, 2012).

El objetivo genetal de esta investigación Evaluar a la cascarilla de cacao de montaña (*Theobroma bicolor* Humb & Bonp L) para la obtención de una infusión, lo cual ayudara a combatir la alta contaminación del medio ambiente, que son ocasionados por el desperdicio de estos residuos en las industrias Alimentarias.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La presente investigación se realizó en la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo localizada en el kilómetro 7 1/2 del campus La María, cuyas coordenadas geográficas son 79° 28' 24' 00 de latitud sur 85 msnm, teniendo una precipitación de 2442.6 mm, 25°C de temperatura, con una humedad relativa de 85,15%, donde se realizó la recepción de las mazorcas de (*Theobroma Bicolor* Humb & Bonp L).



Figura 1. Ubicación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Nota. En la figura 1 se muestra la ubicación geográfica del lugar donde se realizó la investigación

Diseño Experimental

En el presente estudio se utilizó un diseño completamente al azar bifactorial, 9 tratamientos por 3 repeticiones con un total de 27 observaciones de estudio, como primer factor (A) se eligió la cantidad de cascarilla de cacao en 1, 1.5, 2 gramos, como segundo factor (B) el tiempo de infusión que se aplico es de 3 minutos, 5 minutos y 10 minutos.

Tabla 1. Factores de estudio que intervienen en el aprovechamiento de la cascarilla de cacao de montaña (*Theobroma bicolor Humb & Bonp L*) para la elaboración de una infusión

Factor (A) Cascarilla (g)	Factor (B) Tiempo (min)
a1 1	b1 3
a2 1,5	b2 5
a3 2	b3 10

Diseño de Andeva

Tabla 2. Diseño de Andeva

Fuente Variación		Grados de Libertad
Tratamiento	axb-1	8
Factor A	(a-1)	2
Factor B	(b-1)	2
Int. AxB	(a-1)(b-1)	4
E.Experimental	axb (r-1)	18
Total	axbxr-1	26

Se implementó para el análisis Andeva la comparación de las medidas, las cuales se aplicaron la prueba de rangos múltiples de Tukey con una probabilidad de ($p \leq 0.05$), implementando un software estadístico libre.

Tabla 3. Diseño de Andeva

Nº	Códigos	Descripción
1	$c_0 t_0$	Cascarilla de cacao de (<i>Theobroma bicolor Humb & Bonp L</i>) al 1 g por un tiempo de 3 minutos.
2	$c_0 t_1$	Cascarilla de cacao de (<i>Theobroma bicolor Humb & Bonp L</i>) al 1 g por un tiempo de 5 minutos.
3	$c_0 t_2$	Cascarilla de cacao de (<i>Theobroma bicolor Humb & Bonp L</i>) al 1 g por un tiempo de 10 minutos.
4	$c_1 t_0$	Cascarilla de cacao de (<i>Theobroma bicolor Humb & Bonp L</i>) al 1,5 g por un tiempo de 3 minutos.
5	$c_1 t_1$	Cascarilla de cacao de (<i>Theobroma bicolor Humb & Bonp L</i>) al 1,5 g por un tiempo de 5 minutos.
6	$c_1 t_2$	Cascarilla de cacao de (<i>Theobroma bicolor Humb & Bonp L</i>) al 1,5 g por un tiempo de 10 minutos.
7	$c_2 t_0$	Cascarilla de cacao de (<i>Theobroma bicolor Humb & Bonp L</i>) al 2 g por un tiempo de 3 minutos.
8	$c_2 t_1$	Cascarilla de cacao de (<i>Theobroma bicolor Humb & Bonp L</i>) al 2 g por un tiempo de 5 minutos.

9 $c_2 t_2$ Cascarilla de cacao de (*Theobroma bicolor Humb & Bonp L*) al 2 g por un tiempo de 10 minutos.

Instrumentos de investigación

Los instrumentos de esta investigación aplicarse en el experimento serán los siguientes:

Caracterización física en cascarilla de cacao

Rendimiento de cascarilla de cacao, humedad, cenizas totales

Análisis químico para la testa

Cadmio

Análisis químicos de la infusión de cascarilla de cacao

pH, acidez titulable

Análisis microbiológicos de la infusión de cascarilla de cacao

E. Coli, mohos y levaduras

Análisis organoléptico de la infusión de cascarilla de cacao

Prueba hedónica, perfil sensorial

Procedimiento experimental.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de la elaboración de la infusión de cascarilla de cacao de montaña (*Theobroma bicolor Humb & Bonp L*), planteado en la figura 2.

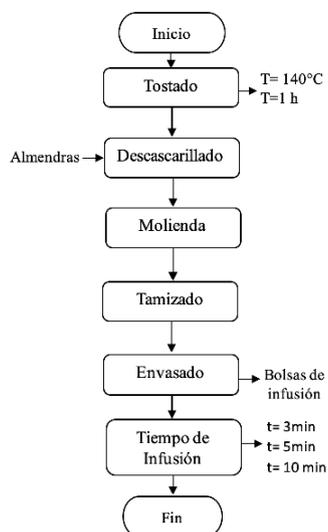


Figura 3. Diagrama de flujo de la elaboración de infusión de cascarilla de cacao de montaña
Nota. En la figura 3 representa el proceso de elaboración de una infusión a base de cascarilla de cacao.

Descripción del proceso de elaboración

Recepción de la Materia Prima

Posterior a la fermentación y secado del (*Theobroma bicolor* H & B.) para que su humedad sea entre 6 a 8 %, luego se procedió a realizar la adecuación de las almendras de cacao al tostado con la ayuda de una estufa, se tostó al 140°C durante 1 hora, no excediendo a temperaturas altas por mucho tiempo, para no afectar las propiedades de la cascarilla.

Descascarillado

En esta etapa se efectuó de maneja manual la separación de la testa (cascarilla) del cotiledón evitando que se mezcle los nibs con la cascarilla.

Molienda.

Luego de la instancia anterior se llevó a cabo la molienda para disminuir el tamaño de la cascarilla, para un adecuado manejo.

Tamizado.

Esta operación fue de importancia para separar los residuos externos de la cascarilla y a su vez sea de un tamaño adecuado.

Envasado en bolsitas de infusión

Este material fue el apropiado para la elaboración de la infusión, la cual fue resistente, siendo del mismo tamaño y con un sellado adecuado, el envasado de estas fue de 1, 1,5 y 2 gramos del material molido con la ayuda de una balanza de precisión.

Infusión

Después del envasado se realizó una infusión de cascarilla de cacao (*Theobroma bicolor* Humb & Bonp L) con diferentes cantidades entre 1, 1,5 y 2 gramos, con tiempos de infusión los cuales son de 3, 5 y 10 minutos.

Prueba de catación

Se utilizó un panel de 20 catadores semientrenados para la evaluación de una escala paramétrica de olor, sabor y color.

Formulación de llenado en bolsitas para una infusión de cascarilla de cacao de montaña

Tabla 4. Cantidades implementadas para el llenado de bolsitas de infusión al 1, 1,5 y 2 gramos.

Porcentaje de cascarilla (g)	Capacidad máxima de llenado
(1) de cascarilla	2 gramos
(1,5) de cascarilla	2 gramos
(2) de cascarilla	2 gramos

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de la cascarilla de cacao de montaña (*Theobroma bicolor* Humb & Bonp L) antes y después del proceso de triturado.

En la tabla 5 se observa un promedio del rendimiento de la cascarilla de cacao, en la cual se obtiene de 30 y 60 gramos aproximadamente por cada mazorca de cacao (*Theobroma bicolor* Humb & Bonp L), en donde vemos un promedio de cascarilla entera de 15,12 gramos, un rendimiento de cascarilla triturada de 14,19, un promedio de humedad de 6,63% y un promedio de ceniza de 6,33%.

Según Herrera *et al.*, (2020). realizaron una investigación física del grano de cacao donde quedó como resultado de la variable física de cascarilla entre el 11 al 12% que es aceptable para la producción cacaotera. Mientras tanto Galvis & Rodriguez, (2022) los valores encontrados de menor porcentaje de humedad fueron de 6,35 en una infusión de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) valores que coinciden con respecto a la infusión de cascarilla de cacao. según (Valbuena & Serrano, 2018) encontraron en la investigación realizada valores referenciales a los encontrados en la presente investigación, determinando que la ceniza de la testa o cascarilla será quien determine la humedad relativa en granos de cacao.

Tabla 5. Caracterización de la cascarilla de cacao de montaña.

Rendimiento de cascarilla Entera (g)	Rendimiento de cascarilla Triturada (g)	Humedad (%)	Ceniza (%)
15,12	14,19	6,63	6,33

Variables en la infusión de cascarilla de cacao.

Acidez Titulable

En la tabla 6 se observa los dos factores de estudio en cuestión a la acidez titulable, como factor A la cascarilla de cacao de montaña (1, 1,5 y 2 g) y como factor B los tiempos de infusión (3, 5 y 10 minutos), donde se observar que existió diferencia estadística en el factor B tiempo de infusión de 5 min, con un valor de acidez titulable de 0,14.

Según los autores Herrera *et al.*, (2020) determinaron que la acidez titulable en la cascarilla de cacao fue de 0,11 lo cual tiene concordancia con ciertos valores con la presente investigación.

Tabla 6. Efecto simple del Factor A y Factor B en Acidez titulable.

Factor A cascarilla (gramos)	Acidez titulable (%)	
1	0,23	a
1,5	0,23	a
2	0,23	a
Factor B tiempo (minutos)	Acidez titulable (%)	
3	0,24	a
5	0,14	b
10	0,31	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$).

Tabla 7. Interacción del Factor A por Factor B en Acidez titulable.

Interacciones de los factores A x B					
Nº	Tratamiento	Factor A Cascarilla (gramos)	Factor B Tiempo (Minutos)	Acidez titulable (%)	
1	C ₀ T ₀	1,00	3	0,23	abc
2	C ₀ T ₁	1,00	5	0,10	c
3	C ₀ T ₂	1,00	10	0,37	a
4	C ₁ T ₀	1,50	3	0,30	ab
5	C ₁ T ₁	1,50	5	0,13	bc
6	C ₁ T ₂	1,50	10	0,27	abc
7	C ₂ T ₀	2,00	3	0,20	abc
8	C ₂ T ₁	2,00	5	0,20	abc
9	C ₂ T ₂	2,00	10	0,30	ab
C.V(%)				29,74	
Promedio				0,23	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$).

pH

En la tabla 8 se observa los dos factores de estudio en cuestión al pH, como factor A la cascarilla de cacao de montaña (1, 1,5 y 2 g) y como factor B los tiempos de infusión (3, 5 y 10 minutos), donde se observó que existió diferencia estadística, siendo así el mejor tratamiento con el código C1T1 obtuvo un valor de 6,87 en la variable de pH.

Teneda *et al.*, (2017) en su trabajo de investigación de las características de una infusión de cascarilla de cacao que este parametro de medición ayuda a medir el proceso de descomposición de la infusión debido a que los microorganismos solo pueden proliferarse en un rango estrecho de pH donde tuvo el menor

En la tabla 7 se observa la interacción de los dos factores de estudio en cuestión a la acidez titulable, como factor A la cascarilla de cacao (1, 1,5 y 2 g) y como factor B los tiempos de infusión (3, 5 y 10 minutos), en donde se observó que existió diferencia estadística en la probabilidad de Tukey al $p \leq 0,05$. Siendo el mejor tratamiento C1T1 con 1,5 g de cascarilla y un tiempo de infusión de 5 minutos con una variable de acidez titulable de 0,13. Con un coeficiente de variación de 29,74 y un promedio de 0,23.

Según los autores Lares *et al.*, (2016) los valores de acidez titulable en cacao fermentado y seco, representó entre 1,30 a 1,55 respectivamente en la investigación realizada.

contenido de pH de 6,64 y el más alto 7,28.

Tabla 8. Efecto simple del factor A y Factor B en pH.

Factor A cascarilla (gramos)	pH (%)	
1	7,06	a
1,5	6,87	b
2	6,62	c
Factor B tiempo (minutos)	pH (%)	
3	6,82	a
5	6,84	a
10	6,89	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$).

En la tabla 9 se observa la interacción de los dos factores de estudio en cuestión al pH, como factor A la cascarilla de cacao de montaña (1, 1,5 y 2 g) y como factor B los tiempos de infusión (3, 5 y 10 minutos), en donde podemos observar que existió diferencia estadística en la probabilidad de Tukey al $p \leq 0,05$. Siendo el mejor tratamiento el código C1T1 CON 1,5

g de cascarilla con un tiempo de infusión de 5 min con un valor de 6,92 en la variable de pH. Con un coeficiente de variación de 1,28 y un promedio de 6,85.

Los autores Tapia & Teneda, (2015) encontraron pH en la testa del cacao CCN51 cuyo valor referente fue 6,79 y cacao fino de aroma 6,96.

Tabla 9. Interacción de los Factores A por Factor B en pH.

Interacciones de los factores A x B					
Nº	Tratamiento	Factor A Cascarilla (gramos)	Factor B Tiempo (Minutos)	pH (%)	
1	C ₀ T ₀	1,00	3	7,05	a
2	C ₀ T ₁	1,00	5	7,07	a
3	C ₀ T ₂	1,00	10	7,07	a
4	C ₁ T ₀	1,50	3	6,63	c
5	C ₁ T ₁	1,50	5	6,92	ab
6	C ₁ T ₂	1,50	10	7,07	a
7	C ₂ T ₀	2,00	3	6,78	bc
8	C ₂ T ₁	2,00	5	6,54	c
9	C ₂ T ₂	2,00	10	6,54	c
C.V.(%)				1,28	
Promedio				6,85	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$).

Análisis sensorial en infusión de cascarilla de cacao

Prueba hedónica color.

En la figura 4, correspondiente a la prueba hedónica de color, podemos observar que el mejor tratamiento coto, el cual representa el 1 g de cascarilla con un tiempo de infusión de 3 min, debido a la concentración de cascarilla va a existir menor

coloración. En el estudio realizado por Sánchez, (2016) a través de un panel de catación, existe una excelente acogida a pesar de que Pazmiño & Arguello, (2013) de acuerdo con la escala hedónica que realizó en su investigación, la infusión mostró un color similar al marrón lo cual es bueno frente a los catadores, que posiblemente se debió a la variedad de cacao utilizada.

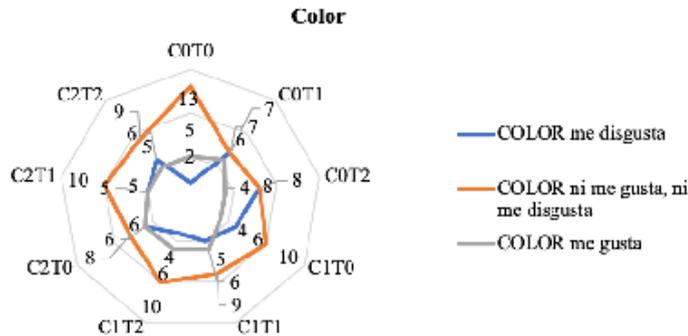


Figura 4. Prueba hedónica (Color).

Nota. Descripción de tratamientos en la prueba hedónica: CoTo (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); CoT1 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5

min); CoT2 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C1To (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C1t1 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con

un tiempo de infusión de 5 min); C₁T₂ (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C₂T₀ (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C₂T₁ (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C₂T₂ (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min).

Olor

En la figura 5, perteneciente a la prueba hedónica del olor, podemos encontrar que el mejor tratamiento

fue el C₁T₁ perteneciente a 1,5 g de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 minutos, debido a cantidad de cascarilla de cacao va a variar su olor. Los autores Siow et al., (2022) encontraron que las propiedades del residuo agroindustrial de la cascarilla de cacao fueron importantes para el consumo de la población en general, dentro de los tratamientos evaluados en la prueba hedónica de olor, de la cascarilla de cacao tuvo mucha relevancia debido a que de los 105 panelistas que evaluaron la infusión de cascarilla indicaron su aceptación.

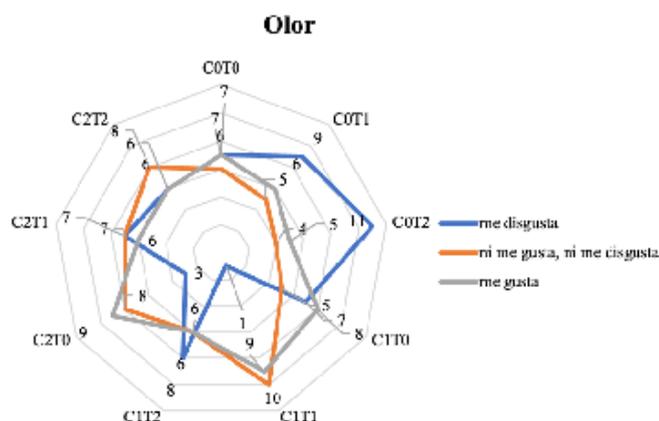


Figura 5. Prueba hedónica (Olor).

Nota. Descripción de tratamientos en la prueba hedónica: C₀T₀ (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C₀T₁ (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C₀T₂ (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C₁T₀ (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C₁T₁ (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C₁T₂ (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C₂T₀ (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C₂T₁ (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C₂T₂ (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min).

Sabor

En la figura 6, perteneciente a la prueba hedónica sabor, se obtuvo como mejor tratamiento el código C₁T₁, correspondiente a 1,5 g de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 minutos, se determinó que influye bastante las cantidades de cascarilla agregada a la infusión ya que su sabor puede variar debido a esto. Los autores Baldera et al., (2021) evidenciaron que la infusión de cascarilla de mocambo y cacao, y mezclas fueron evaluados sensorialmente para determinar la preferencia de los consumidores en cuanto a los atributos de aroma, color y sabor usando una escala hedónica de 9 puntos (1 me disgusta extremadamente; 9 me gusta extremadamente). Para ello se contó con 30 panelistas semi entrenados.

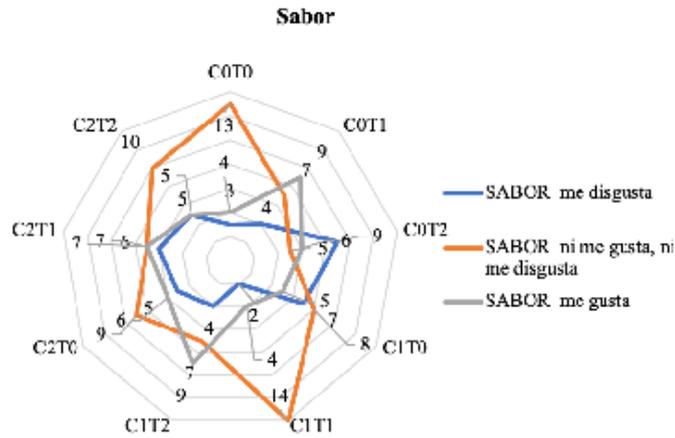


Figura 6. Prueba hedónica (Sabor).

Nota. Descripción de tratamientos en la prueba hedónica: CoTo (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); CoT1 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); CoT2 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C1To (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C1t1 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C1T2 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C2To (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C2T1 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C2T2 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min).

Aceptabilidad.

En la figura 7, de aceptabilidad, se puede visualizar que el mejor tratamiento fue el código C1T1, correspondiente a 1,5 g de cascarilla con un tiempo de infusión de 5 minutos, debido a la concentración de cascarilla implementada, va a existir variaciones en los diferentes parámetros, dando así su aceptabilidad. En el rango de aceptabilidad según Tapia & Teneda, (2015) la incorporación alta de cascarilla de cacao en las infusiones es excelente debido a que es una tendencia proporcional mientras el porcentaje de este residuo aumenta el producto final tiene mejores resultados organoléptico.

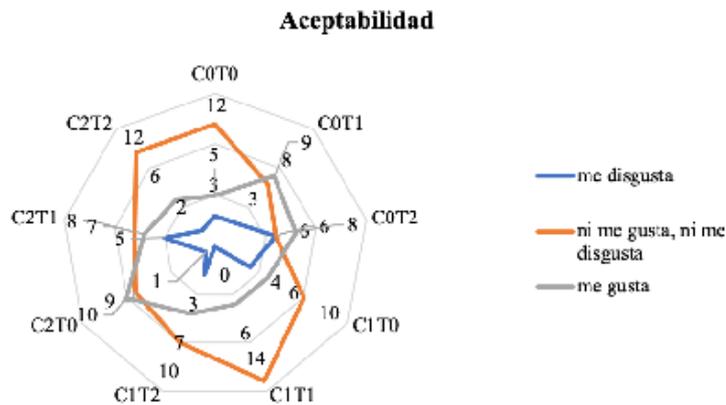


Figura 7. Prueba hedónica (Aceptividad)

Nota. Descripción de tratamientos en la prueba hedónica: CoTo (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); CoT1 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); CoT2 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C1To (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C1t1 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C1T2 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C2To (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C2T1 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C2T2 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min).

tiempo de infusión de 10 min); C1To (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C1t1 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C1T2 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C2To (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C2T1 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C2T2 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min).

10 min); C2To (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C2T1 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C2T2 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min).

Perfil sensorial.

Color

En la figura 8 del perfil sensorial del color, podemos observar que el mejor tratamiento de estudio fue el código CoTo, el cual corresponde a 1 g

de cascarilla de cacao (*Theobroma bicolor Humb & Bonp L*) con un tiempo de infusión de 3 min, con un color oxido. En el cual se puede explicar que a menor cantidad de cascarilla de cacao y menor tiempo de infusión se pudo observar una disminución de la coloración en la infusión. Según Silva, (2019) indica que el color de una infusión es fundamental dada por el compuesto de aminoácidos, presentada por una coloración amarilla/dorada intensa, marrón en donde sobresale el producto permitiendo llamar la atención del consumidor.

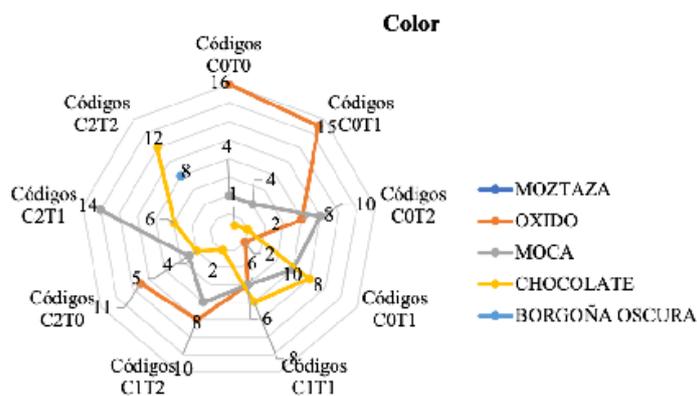


Figura 8. Perfil sensorial de (color).

Nota. Descripción de tratamientos en el perfil sensorial: CoTo (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); CoT1 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); CoT2 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C1To (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C1t1 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C1T2 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C2To (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C2T1 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C2T2 (2 gramos de cascarilla de cacao con un

tiempo de infusión de 5 min).

Olor

En la figura 9 del perfil sensorial olor, perteneciente a 1,5 g de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 minutos, el mejor tratamiento fue C₁T₁, los catadores indicaron que presentaba un olor delicado, debido a homogeneidad en la cual estaba compuesta la infusión de cascarilla de cacao. Según Basantes, (2023) indica que el olor es primordial en un té ya que está ligado con la apreciación olfativa que existe por la liberación de sustancias volátiles dentro de la cavidad bucal, que llega a ser parte de un alimento.

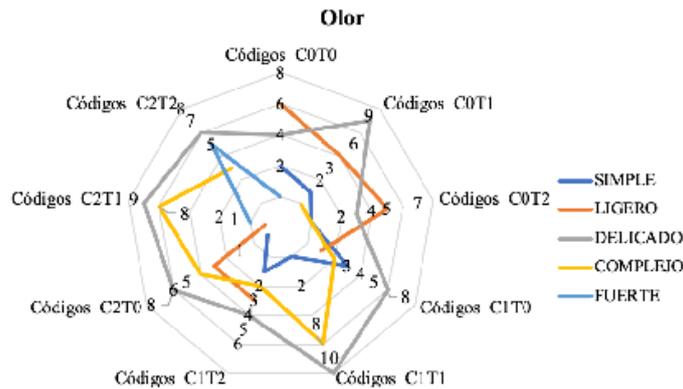


Figura 9. Perfil sensorial (Olor)

Nota. Descripción de tratamientos en el perfil sensorial: CoTo (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); CoT1 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); CoT2 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C1To (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C1t1 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C1T2 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C2To (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C2T1 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C2T2 (2 gramos de cascarilla de cacao con un

tiempo de infusión de 5 min).

Aroma

En la figura 10 del perfil sensorial de aroma el mejor tratamiento fue el C1T1 perteneciente a 1,5 g de cascarilla de cacao de montaña con un tiempo de infusión de 5 minutos, en donde se percibió un aroma a café, el cual se obtiene por su concentración y su tiempo de infusión que lleva su elaboración. Para la evaluación sensorial del aroma de las infusiones mediante catación que permite evaluar estos atributos, de acuerdo con Morales, (2017) obtienen mejor valoración debido a que las infusiones tuvieron un aroma de gran profundidad y un sabor exquisito.

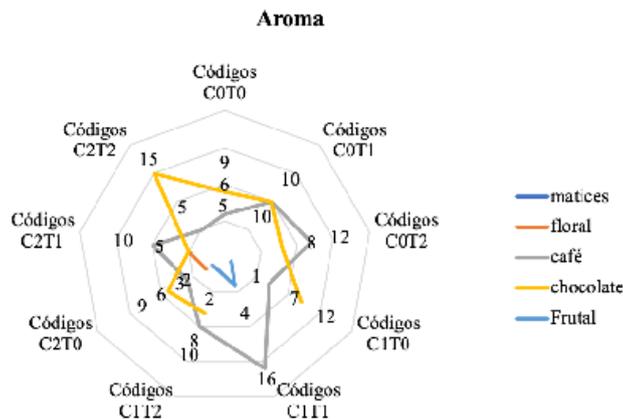


Figura 10. Perfil sensorial (Aroma)

Nota. Descripción de tratamientos en el perfil sensorial: CoTo (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); CoT1 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); CoT2 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C1To (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión

de 3 min); C1t1 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C1T2 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C2To (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C2T1 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C2T2 (2 gramos de cascarilla

de cacao con un tiempo de infusión de 5 min).

Astringencia

En la figura 11 del perfil sensorial en cuanto al parametro de astringencia el mejor tratamiento fue el C1T1 correspondientemente a 1,5 g de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 minutos, donde se obtuvo una astringencia normal, lo cual entre menos cascarilla menor astringencias. Los autores Teneda *et al.*, (2017) evaluaron el perfil

sensorial donde se obtuvieron en el tratamiento aob1 perteneciente a color, sabor y aceptabilidad como una mayor valoración por los catadores, en el tratamiento a1b0 en segundo lugar en los cuales se obtuvo aceptabilidad y el sabor, como también se apreció la aceptabilidad del olor, misma vez que para los resultados encontrados en la investigación tiene cierta similitud con lo evaluado y detallado en la presente investigación.

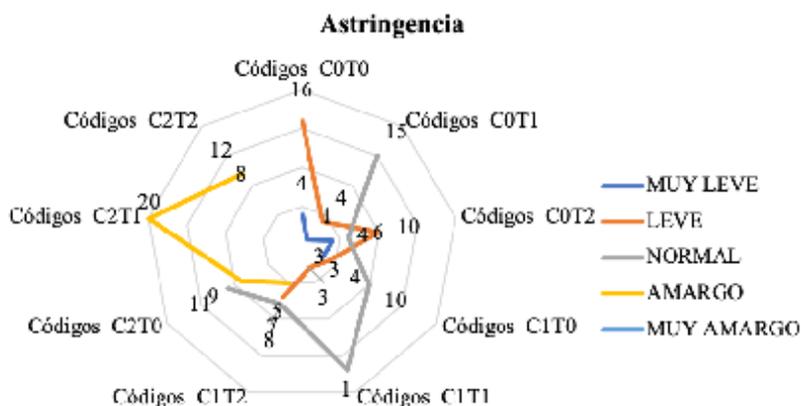


Figura 11. Perfil sensorial (Astringencia)

Nota. Descripción de tratamientos en el perfil sensorial: CoTo (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); CoT1 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); CoT2 (1 gramo de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C1To (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C1t1 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min); C1T2 (1,5 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 10 min); C2To (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 3 min); C2T1 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5

min); C2T2 (2 gramos de cascarilla de cacao con un tiempo de infusión de 5 min).

Análisis microbiológico.

Análisis E. Coli en la infusión de cacao Montaña.

Se evidenció que no hubo presencia de cantidades de colonias E. Coli en cuanto al crecimiento microbiológico, por tal motivo está por debajo a lo estipulado a la normativa INEN, (2013) INEN NTE 2392 que indica 1x10² cuales son los valores permisibles, por lo tanto, es un producto libre de análisis microbiológico.

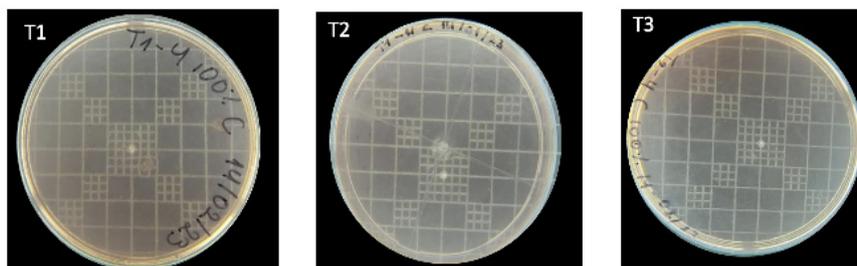


Figura 12. Análisis microbiológico de E. Coli.

Nota. En la figura se puede observar el análisis microbiológico de (E. Coli) en los tratamientos realizados a la infusión de cascarilla de cacao.

Análisis microbiológico mohos y levaduras.

Tabla 10. Análisis de mohos y levaduras en la infusión de cacao de montaña.

TRAT	Medias	
C ₁ T ₀	9,67E+00	a
C ₁ T ₂	5,33E+00	b
C ₀ T ₁	4,67E+00	b
C ₂ T ₂	4,67E+00	b
C ₁ T ₁	0,00E+00	c
C ₂ T ₁	0,00E+00	c
C ₀ T ₀	0,00E+00	c
C ₀ T ₂	0,00E+00	c
C ₂ T ₀	0,00E+00	c

En cuanto el análisis microbiológico de mohos y levaduras se encontró alta significancia debido a la presencia del C₁T₀, C₁T₂, C₀T₁ y C₂T₂, que presentaron 2 hongos, lo cual no es significativo, lo

cual dentro de la normativa NTEINEN 2392:2013 indica que están acorde es aceptable y no afecta a la salud.

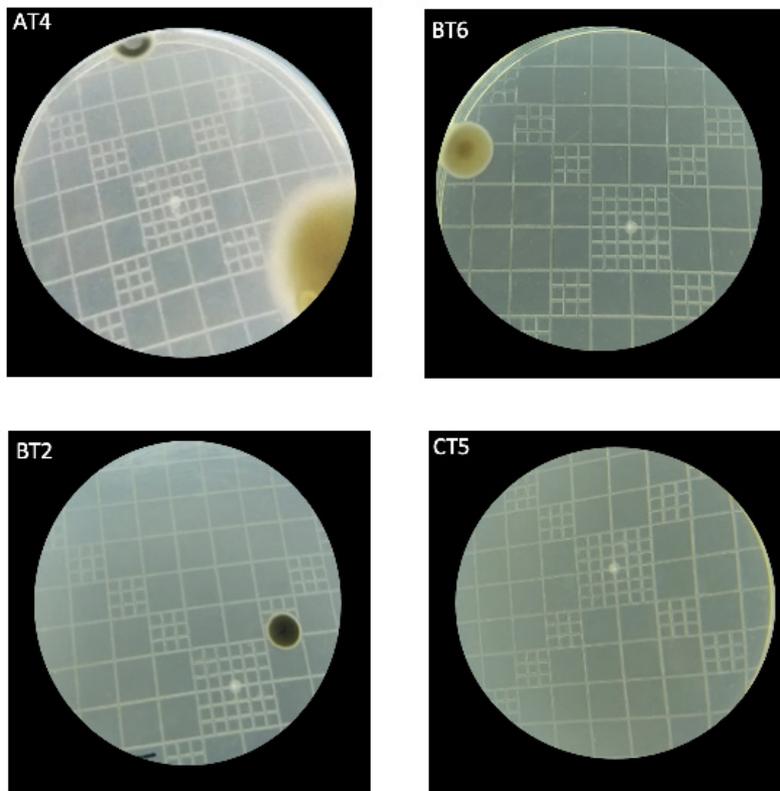


Figura 13. Análisis de mohos y levaduras en la infusión de cacao de montaña

Nota. En la figura se puede observar el análisis microbiológico de (mohos y levaduras) en los tratamientos realizados a la infusión de cascarilla de cacao.

Análisis de cadmio a las muestras de cascarilla

En la tabla 11, se puede observar que los niveles de cadmio identificados en las cascarilla, los cuales son del 0,17 mg kg⁻¹ los cuales están dentro de lo

permisible en cuanto lo que menciona la Normativa INEN, (2017), establece un máximo de cadmio 0,30 en donde se ve demostrado niveles bajos de cadmio

en la cascarilla de cacao de montaña. En los cuales se puede observar en la ilustración 4 y 5 en anexo.

Tabla 11. Análisis de cadmio en cascarilla

Número de laboratorio	Identificación de las muestras	Cd Mg / kg ⁻¹	Máximo de Cd mg / kg ⁻¹
1188	Cascarilla 50 g	0,17	0,30

IV. CONCLUSIONES

Mediante los análisis microbiológicos realizados a la infusión de cascarilla de cacao se observó que el tratamiento C1T1 es el mejor tratamiento en cuanto a la calidad microbiológica, el cual cumple con los parámetros de calidad microbiológica que se manifiesta en la norma INEN 2392:2013.

Las propiedades físicas de la cascarilla de cacao fueron optimas y se encuentran en el rango de humedad de 12% y ceniza 8% establecidos por la norma INEN 2081:2015.

En las propiedades químicas de la infusión se pudo verificar que los mejores tratamientos fueron C2T1 y C1T1 presentando variación en los gramos de cascarilla del cacao de montaña (*Theobroma bicolor Humb & Bonp L.*).

De acuerdo con los resultados de la evaluación sensorial se pudo determinar que el mejor tratamiento fue el C1T1(con una concentración de 1,5 gramos de cascarilla de cacao y tiene de infusión 5 minutos), el cual obtuvo una puntuación mayor en comparación con el resto de tratamiento.

V. BIBLIOGRAFÍA

Baena, L. M., & García Cardona, N. A. (2012). Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de *Theobroma cacao* L. de una industria chocolatera Colombiana. *Tesis de Licenciatura*, 60.

Baldera Ocampo, J. F., Granda Santos, M. S., & Chavez Quintana, S. G. (2021). Capacidad antioxidante y polifenoles totales de infusión de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) y macambo (*Theobroma bicolor*). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 5(3), 13. <https://doi.org/10.25127/aps.20213.814>

Basantes, C. (2023). *Elaboración de un té a base de willa (Physalis peruviana L.) endulzado con stevia*

(*Stevia rebaudiana Bertoni*) como edulcorante natural. (Vol. 4, Issue 1). Universidad Técnica de Ambato.

Gálvez, L., Reyes, A., Avendaño, C., Hernández, E., Mendoza, A., & Díaz, V. (2016). Pataxte (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl.): Especie subutilizada en Mexico. *Agro Productividad*, 9(1), 41-47. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/706/575>

Galvis, A., & Rodriguez, S. (2022). Desarrollo de un prototipo de fermentador cilíndrico con control de temperatura, humedad y agitación durante el proceso de fermentación del cacao. *El Bosque*, 1(1), 28.

Herrera, J. D., Villa Prieto, L., Olaya Cabrera, A. C., & García Alzate, L. S. (2020). Extracción de almidón de cáscara de cacao *Theobroma cacao* L. como alternativa de bioprospección. *Revista ION*, 33(2), 25-34. <https://doi.org/10.18273/revion.v33n2-2020002>

INEN. (2013). Hierbas Aromaticas. Requisitos. In *Inen*.

INEN. (2017). *Requisitos Hierbas aromaticas* (Vol. 4).

Kalvatchev, Z., Garzaro, D., & Guerra, F. (1998). *Theobroma Cacao* L. : Un nuevo enfoque para nutrición y salud. *Agroalimentaria*, 6, 23-25.

Lares, M., Pérez, E., Fernandez, C., Perozo, J., & El Khor, S. (2016). Cambios de las propiedades físico-químicas y perfil de ácidos grasos en cacao de Chuao, durante el beneficio. *Physicochemical changes and fatty acids profile of cocoa grown in Chuao*. *Agromonía Trop*, 63, 37-47.

Morales, J. (2017). Propuesta de diseño de proceso

- industrial para la elaboración de té de cascarilla de cacao en la provincia de Santa Elena. In *Repositorio DSPACE*.
- Pazmiño, D., & Arguello, Y. (2013). *Obtención de una infusión aromática a partir de la cascarilla de cacao de fino aroma*.
- Sánchez, D. (2016). Calidad físico, química y microbiológica de infusión (nibs, cascarilla y almendra) de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional en la asociación la Cruz, cantón Mocache. In *Tesis*.
- Silva, K. (2019). "Caracterización química y evaluación sensorial de infusiones de poblaciones silvestres de *Cunila polyantha* Benth. (Lamiaceae)" T. Instituto Politécnico Nacional.
- Siow, C. S., Chan, E. W. C., Wong, C. W., & Ng, C. W. (2022). Evaluación antioxidante y sensorial del té de cacao (*Theobroma cacao* L.) formulado con cáscara de habas de cacao de diferentes orígenes. *Alimentos Del Futuro*, 5, 4–11. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100108>
- Tapia, C., & Teneda, W. (2015). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) variedad arriba y ccn51 para la elaboración de una infusión*. Universidad Técnica de Ambato.
- Teneda, W. F., Ah-Hen, K., & Lemus-Mondaca, R. (2017). Caracterización de una infusión de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L., var. Arriba) con hierbas aromáticas. *Agro Sur*, 45(3), 47–55. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2017.v45n3-07>
- Valbuena, D. A., & Serrano, C. A. (2018). Aprovechamiento de la cascarilla de cacao para la generación de un producto derivado en la Asociación de Productores Orgánicos del Municipio de Dibulla (APOMD). *Ciencia Unisalle*, 1–125.