

Diseño de una bebida a base de *SOLANUM BETACEUM* CAV. (TOMATE DE ÁRBOL) y cascarilla de *THEOBROMA CACAOL* (CACAO)

Nubia Matute-Castro^{1*}; Mercedes Campo-Fernández¹;
Erik Vivanco-Carpio¹; Wendy Escobar -Coello¹; Verónica Bravo-Bravo¹

Resumen

La búsqueda de fuentes de sustancias antioxidantes, que pudieran ayudar a prevenir el estrés oxidativo, es un reto para la comunidad científica. *Solanum betaceum* Cav y *Theobroma cacao* L, son materias primas endémicas de Ecuador, a las que se les atribuye propiedades antioxidantes asociadas, fundamentalmente, a su contenido en compuesto fenólicos.

El estudio tuvo como objetivo, diseñar una bebida a base de tomate de árbol con cascarilla de cacao, para obtener un alimento sensorialmente aceptado y con propiedades antioxidantes. Las formulaciones a evaluar se plantearon mediante un diseño de bloques, considerando como variable respuesta, la aceptación sensorial y como variables independientes tres niveles de cascarilla y goma xantana. La formulación de mayor aceptación (I), logró incluir 1 % de polvo de cascarilla de cacao con 0,05 % de estabilizante. El análisis físico-químico de la mejor formulación evidenció un aporte de 5,64 mg de vitamina C y 72,6 mg de fenoles totales, equivalente a ácido gálico por cada 330 mL de jugo. Su capacidad secuestradora de radicales libres fue del 81% expresado como porcentaje de inhibición frente al radical libre DPPH. Los resultados sugieren que esta bebida es una opción beneficiosa para el consumidor debido a su capacidad antioxidante.

Palabras clave: *Theobroma cacao* L; *Solanum betaceum* Cav; cascarilla de cacao; alimentos funcionales; bebidas funcionales; compuestos fenólicos; DPPH.

Design of a drink based on *SOLANUM BETACEUM* CAV. (TREE TOMATO) and husk of *THEOBROMA CACAOL*

Abstract

The search for sources of antioxidant substances, that could help prevent oxidative stress, is a challenge for the scientific community. *Solanum betaceum* Cav and *Theobroma cacao* L, are endemic raw materials from Ecuador, to which antioxidant properties associated, fundamentally, to its content in phenolic compounds have been attributed. The objective of this study was to design a tree tomato-based drink with cocoa husk to obtain a sensorially accepted food with antioxidant. The formulations to be evaluated were proposed by means a block design, considering as a response variable, the sensory acceptance and as independent variables three levels of cocoa husk and xanthan gum. The most widely accepted formulation sensory (I), managed to include 1% of cocoa husk powder with 0.05% stabilizer. The physical-chemical analysis of the best formulation showed a contribution of 5.64 mg of vitamin C and 72.6 mg of total phenols, equivalent to gallic acid for every 330 mL of juice. Its free radical scavenging capacity was 81% expressed as percentage of inhibition against free radical DPPH. The results suggest that this drink is a beneficial option for the consumer due to its antioxidant capacity.

Keywords: *Theobroma cacao* L; *Solanum betaceum* Cav; cocoa husk; functional foods; functional beverage; phenolic compounds; DPPH.

Recibido: 6 de julio de 2022
Aceptado: 16 de agosto de 2022

¹ Universidad Técnica de Machala, El Oro - Ecuador - Av. Panamericana Km.5 1/2 vía Machala Pasaje, El Oro, Ecuador Tel Oficina: (593) 2983362

Ing. Nubia Lisbeth Matute Castro, Mgs; Docente-UTMACH; e-mail: nmatute@utmachala.edu.ec; Tel:0939240023; <https://orcid.org/0000-0002-6707-4341>

Lcda. Mercedes Campo Fernández, PhD; Docente-UTMACH; e-mail: mcampo@utmachala.edu.ec; Tel:0967967742; <https://orcid.org/0000-0002-9835-6886>

Ing. Erik Ricardo Vivanco Carpio, Mgs; Docente-UTMACH; e-mail: ervivanco_est@utmachala.edu.ec; Tel: 0990889322; <https://orcid.org/0000-0002-5915-9900>

Ing. Wendy Michelle Escobar Coello; Ingeniero en Alimentos-UTMACH wendyesobar93@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1982-3782>

Ing. Verónica Patricia Bravo Bravo, Mgs Docente-UTMACH; e-mail: vbravo@utmachala.edu.ec; Tel: 0995122018; <https://orcid.org/0000-0002-6175-0484>

Autor de correspondencia: nmatute@utmachala.edu.ec

I. Introducción

La oferta de bebidas ricas en antioxidantes se ha incrementado considerablemente en los últimos años. Estudios científicos plantean la estrecha relación existente entre el consumo constante de sustancias antioxidantes y la disminución del riesgo a sufrir enfermedades degenerativas como el cáncer y problemas cardiovasculares, además de prevenir el envejecimiento prematuro (Coronado *et al.*, 2015; Navarro y Periago, 2016). Por tal razón la industria alimentaria está enfocada en el desarrollo de alimentos saludables, potencialmente funcionales, entre ellos las bebidas elaboradas a partir de frutas y vegetales con capacidad antioxidante. Diversos autores refieren que frutas endémicas de Ecuador, como el *S. betaceum* Cav (tamarillo o tomate de árbol), pueden ser consideradas fuentes de valiosos compuestos con dicha capacidad (Espin *et al.*, 2016; Lizcano *et al.*, 2019; Viera *et al.*, 2022).

La cascarilla de *T. cacao* es un desecho generado en las industrias procesadoras de cacao. Contiene del 15 - 18% de proteínas; aproximadamente 2% grasas; del 17 - 23% de carbohidratos; fibra dietética soluble e insoluble, etc. (Martínez *et al.*, 2012). Diversos autores reportan la presencia de alcaloides como teobromina (2,5 a 5 mg/g) y cafeína (0,8 a 1,6 mg/g), además de catequina, epicatequina, pectina soluble, taninos, vitamina C, etc. convirtiéndolo en un subproducto, con un alto contenido de compuestos bioactivos antioxidantes debido a la presencia de vitamina C y una mezcla de compuestos fenólicos, metabolitos muy importantes para el desarrollo de nuevos productos alimenticios que favorecen el mantenimiento de la salud de las personas (Okiyama *et al.*, 2017; Pavlović *et al.*, 2020; Perales *et al.*, 2021; Wichansawakun *et al.*, 2022; Singh *et al.*, 2022). Hoy en día la cascarilla de cacao es objeto de diversas investigaciones a nivel internacional en el campo de la nutrición, lo que ofrece una interesante opción para el desarrollo de insumos y productos alimenticios beneficiosos para la salud humana (Mendoza *et al.*, 2017; Teneda *et al.*, 2017; Campos *et al.*, 2019; Belwal *et al.*, 2022).

A pesar de lo expuesto y de que en Ecuador se encuentran grandes industrias dedicadas al procesamiento del cacao, no se ha incentivado la utilización de subproductos obtenidos en dicha línea de producción. En el caso de la cascarilla de

cacao, debido a sus características sensoriales, como componente mayoritario en una formulación alimenticia, tiene ciertas limitaciones, pero suspender este subproducto en polvo en una bebida resulta una alternativa interesante para el diseño de un alimento con potencial funcional.

El tamarillo o tomate de árbol es una fruta que crece en zonas andinas. En Ecuador se cultiva en ciudades como Cuenca, Latacunga, entre otras y se cosecha durante todo el año. Químicamente es rica en fibra, potasio, vitaminas B, C, carotenos y polifenoles como taninos y antocianinas, los que le confieren propiedades terapéuticas y nutricionales (Espin *et al.*, 2016; Viera *et al.*, 2022). La literatura especializada informa el uso del tamarillo como ingrediente en el diseño de bebidas de alto valor biológico (Moreno *et al.*, 2003; Torres *et al.*, 2015; Salazar *et al.*, 2016; Santander *et al.*, 2016; Rojas *et al.*, 2017; Richmond *et al.*, 2019). Por otro lado, para la cascarilla de cacao, estudios evidencian la utilización de este subproducto en la elaboración, principalmente, de infusiones, mas no como ingrediente incluido en la elaboración de bebidas de fruta (Sangronis *et al.*, 2014; Vivanco *et al.*, 2018; Campos *et al.*, 2019; Dos Anjos *et al.*, 2021).

El presente estudio se enfoca en la utilización de cascarilla de cacao, ya que, además de ser un subproducto de la industria cacaotera, con escasa utilización y generador de problemas ambientales (Chafra *et al.*, 2016); tiene buen potencial antioxidante (Martínez *et al.*, 2012; Vivanco *et al.*, 2018; Singh *et al.*, 2022) y es fuente de fibra (Chafra *et al.*, 2016; Okiyama *et al.*, 2017). Sin embargo, desde el punto de vista sensorial, no presenta las propiedades necesarias para elaborar, con ella sola, una bebida agradable; lo que motivó su combinación con una fruta nativa, económica y de amplio consumo en la población ecuatoriana, capaz de enmascarar el sabor y textura de la cascarilla y a la que además se le atribuyen propiedades antioxidantes. Debido a lo antes mencionado, el objetivo de este estudio fue, diseñar una bebida a base de tomate de árbol enriquecida con cascarilla de cacao, para obtener un alimento sensorialmente aceptado y con propiedades antioxidantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las materias primas utilizadas (cascarilla de

cacao variedad Nacional y el fruto de *S. betaceum* de ecotipo neozelandés ecuatoriano) fueron lavadas y, posteriormente, desinfectadas por inmersión en una solución de Star-Bac (desinfectante doméstico - Reg. San. 2234-ALN-0614), a una concentración de 1,5 mL/L de agua, durante 5 minutos.

Se utilizó polvo de cascarilla de cacao, con un

tamaño de partícula inferior a 425 micras, la cual fue previamente secada ($45^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$) en una estufa con recirculación de aire forzado (MEMMERT).

El material vegetal se recibió estandarizado según los parámetros físico químicos y nutricionales que se muestran en la tabla 1 (Vivanco *et al.*, 2018).

Tabla 1. Características físico químicas y nutricionales de cascarilla de *Theobroma cacao* L variedad Nacional.

Parámetros	Media ± DS
Humedad (%)	8,74 ± 0,050
Cenizas (%)	5,14 ± 0,120
Fibra dietética (%)	41,96 ± 0,850
Grasa (%)	2,25 ± 0,180
Proteínas (%)	8,75 ± 0,490
Carbohidratos (%)	35,24 ± 0,110
Acidez (%)	0,14 ± 0,050
Teobromina (%)	0,62 ± 0,020
Ácido ascórbico mg/100 g de muestra	0,04 ± 0,010
Fenoles totales mg EAG/100 g muestra	1020 ± 0,020
Capacidad secuestradora de radicales libre (DPPH) (%)	87,28 ± 0,015

DS: desviación estándar

El fruto de *S. betaceum* se obtuvo de sembríos ubicados en el sitio San José del Retiro, del cantón El Guabo, provincia de El Oro. La pulpa se peló y procesó en una máquina despulpadora, empleando una malla de 304 mesh y se le realizaron las

siguientes determinaciones: acidez titulable (NTE: INEN 0381), sólidos solubles (NTE: INEN 380), pH (NTE: INEN 389) e índice de maduración (IM) mediante la ecuación 1.

$$IM = \frac{\text{sólidos solubles totales}}{\text{acidez}} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Como excipientes se utilizó goma xantana (E 415) con un 6-8 % de humedad y pureza de 91-108 %; azúcar refino (marca Valdéz), benzoato de sodio y agua potable.

Diseño de la bebida

Para la bebida se tomó como base una formulación modelo, donde se mantuvieron estables los siguientes componentes: pulpa de tomate de árbol; azúcar refino y benzoato de sodio. Todas las preparaciones incluyeron agua en cantidad suficiente para llegar al 100% de la formulación. Como variables independientes se consideraron tres niveles de polvo de cascarilla de cacao (1; 1,5; 2%) y de goma xantana (0,05; 0,075; 0,1%). Este último fue empleado para mantener suspendido el material vegetal (insoluble en agua) en la bebida y las concentraciones

propuestas en el diseño cumplen con lo establecido en el Codex Alimentarius (CODEX STAN 192-1995) para bebidas de fruta. Los límites establecidos para ambos componentes de la formulación fueron ingresados en el software estadístico *Statgraphics versión 5.0*, empleando un diseño de bloques, obteniéndose 20 corridas experimentales, incluidas sus correspondientes réplicas.

Como variable dependiente se utilizó la aceptación sensorial de la bebida, según el juicio de 21 panelistas semientrenados. Se valoraron las muestras a través de una escala hedónica estructurada (de 0 a 10 puntos), las muestras se codificaron de manera aleatoria y se ofrecieron a los evaluadores respetando el protocolo de evaluación sensorial.

El procesamiento estadístico de los datos obtenidos del análisis sensorial, se realizó mediante

el programa *Statgraphics versión 5.0*, a través de un análisis de varianza (ANOVA), además de una prueba de rangos múltiples.

Todas las corridas experimentales se realizaron a escala de laboratorio siguiendo el flujograma detallado en la figura 1.

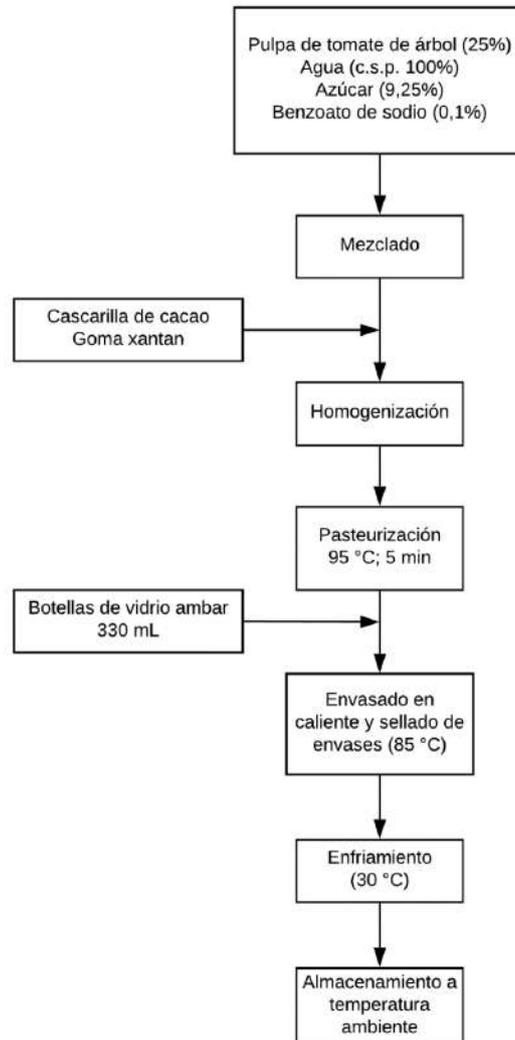


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida

Análisis físico-químico y nutricional de la bebida

La bebida de mayor aceptación fue evaluada según las siguientes determinaciones: acidez titulable (NTE INEN 0381), sólidos solubles (NTE INEN 380), pH (NTE INEN 389), cenizas totales (Norma COVENIN 368) y humedad (NTE INEN 0777). La cuantificación de ácido ascórbico (vitamina C) se realizó según las normas AOAC 967.21.

La determinación de fenoles totales se realizó mediante el método de Folin-Ciocalteu, propuesto por Singleton *et al.* (1999) con algunas modificaciones, determinando la absorbancia a 765 nm en un

espectrofotómetro UV-Visible (Shimadzu modelo UVmini-1240). La curva de calibración obtenida para el ácido gálico, luego del análisis de regresión lineal, dio como resultado la siguiente ecuación:

Absorbancia = $-0,00215556 + (1,17362 \cdot \text{conc.})$, con un coeficiente de correlación de 0,99859.

La determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) se desarrolló según el método descrito por Barrón-Yáñez (2011). La absorbancia se midió en el espectrofotómetro a 517 nm y el porcentaje de inhibición se determinó según la ecuación 2:

$$\% DPPH = \frac{(A_{blanco} - A_{muestra})}{A_{blanco}} \times 100 \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Donde: A_{blanco} : Absorbancia del DPPH (0,1 mM); $A_{muestra}$: Absorbancia de la muestra luego de reaccionar con la disolución de DPPH por 30 min.

tomate (tabla 2), evidencian que esta materia prima, cumple con los requisitos técnicos especificados en la NTE INEN 1909. Así mismo, según esta norma, los valores determinados de índice de maduración (4,85), se encuentran dentro del rango especificado para tamarillo en grado de madurez de consumo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis químico de la pulpa de *S. betaceum*

Los resultados del análisis químico de la pulpa de

Tabla 2. Análisis químico de la pulpa de *Solanum betaceum* Cav. de ecotipo neozelandés ecuatoriano

Parámetro	Sólidos solubles %	Acidez %	pH	Índice de maduración
Media ± DS	9,60±0,08	1,98 ± 0,06	3,50 ±0,10	4,85±0,09

DS: desviación estándar

Los valores de sólidos solubles (°Brix), acidez y pH, son similares a lo reportado en la literatura especializada (Cuastumal *et al.*, 2016; Rojas *et al.*, 2017). Sin embargo, otros autores presentan resultados algo diferentes, principalmente en términos de acidez y pH (Moreno *et al.*, 2003; Torres *et al.*, 2012). El valor de ambos parámetros, responde a la presencia de ácidos orgánicos propios de la fruta como el ascórbico, cítrico y málico (Vasco *et al.*, 2009; Torres *et al.*, 2012) los cuales logran actuar incluso como conservantes naturales en formulaciones alimenticias.

Las diferencias entre los valores determinados en el presente estudio y los reportados por otros autores pueden deberse a factores externos como condiciones climáticas, suelos de cultivo e incluso el tratamiento de las muestras (Vasco *et al.*, 2009; Llerena *et al.*, 2014; Viera *et al.*, 2022) y, adicionalmente, a factores intrínsecos como la genética de la especie vegetal o el estado de maduración de la fruta, ya que a medida

que el tiempo de maduración del fruto avanza, los sólidos solubles se incrementan y los ácidos orgánicos disminuyen, producto de la transformación de los almidones y ácidos en azúcares (Marquez *et al.*, 2007; Cuesta *et al.*, 2013; Pinchao *et al.*, 2016; Navarro *et al.*, 2018).

Diseño de la bebida

Como resultado del análisis de varianza aplicado a los puntajes otorgados por los catadores durante la evaluación sensorial de las muestras, se comprobó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, identificándose, además, que la media más alta (8,43), en términos de nivel de aceptación sensorial, fue la obtenida por el tratamiento I. La tabla 3, presenta el análisis de comparación múltiple de medias entre los tratamientos mejor puntuados (C, D, G, H, I), que se obtiene en la prueba de múltiples rangos.

Tabla 3. Prueba de rangos múltiples para aceptación sensorial de los tratamientos mejor puntuados

Contraste	Significancia	Diferencia	± Límites
C - D		0,0142857	0,937767
C - G		-0,366667	0,937767
C - H		-0,319048	0,937767
C - I	*	-1,60476	0,937767
D - G		-0,380952	0,937767
D - H		-0,333333	0,937767
D - I	*	-1,61905	0,937767
G - H		0,047619	0,937767
G - I	*	-1,2381	0,937767
H - I	*	-1,28571	0,937767

El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. * Indica una diferencia significativa.

Con base en estos resultados, se determinó que el tratamiento I es el de mayor aceptación sensorial. A partir de este análisis quedó establecida la formulación de la siguiente manera: 25% pulpa de tomate mora, 9,25% sacarosa, 1% cascarilla y 0,05% goma xantana, 0,1% benzoato de sodio y agua.

Características físico químicas y nutricionales de la formulación de la bebida

La tabla 4 muestra los resultados de las determinaciones físico-químicas, realizadas a la formulación seleccionada (I).

Tabla 4. Características físico químicas y nutricionales de la bebida

Parámetros	Nacional
	Media ± DS
Humedad (%)	84,73 ± 3,04
Cenizas (%)	1,05 ± 0,10
Sólidos solubles (%)	12,03 ± 0,20
pH	3,91 ± 0,10
Acidez titulable (%)	0,64 ± 0,05
Ácido ascórbico (mg/330mL)	5,64 ± 0,19
Capacidad antioxidante (DPPH) (%)	81,47 ± 0,60
Fenoles totales mg EAG/330 mL	72,6 ± 0,01

Los valores determinados en la bebida formulada respecto a humedad, sólidos solubles, pH y acidez, son similares a los reportados en la literatura especializada para bebidas elaboradas con *S. betaceum*, sin cascarilla de cacao (Moreno *et al.*, 2003; Santander *et al.*, 2016; Rojas *et al.*, 2017). Los valores de pH reportados por estos autores, fluctúan entre 3,3 y 4,2, así también el contenido de azúcares expresados como grados brix varían entre 10 y 14%. Es importante mencionar que con un 25 % de pulpa contenida en la formulación de la bebida, el porcentaje de sólidos solubles y el pH de la misma, cumplen con lo especificado en la NTE INEN 2337.

Con relación a la acidez de la bebida, es reconocido el hecho de que la variedad de tamarillo rojo, suele ser de alta acidez. En frutas de dicha especie procedentes de Ecuador, se ha identificado la presencia de ácidos orgánicos (ácido cítrico y málico) (Vasco *et al.*, 2009); antocianinas (delfinidina glucosil rutinósido, delfinidina rutinósido, rutinósido de cianidina y rutinósido de pelargonidina) y ácidos hidroxicinámicos (ácido dicafeoilquinico, ácido cafeoilquinico, cafeoil glucosa y feruloil glucosa) (Osorio *et al.*, 2012), metabolitos que aportan acidez en disolución, por su carácter fenólico. En tal sentido, la estabilidad de las antocianinas presentes en el fruto de tamarillo se vería favorecida, debido a que el pH tiene efecto en su estructura y como consecuencia en su estabilidad. Las disoluciones acuosas de pH ácido, garantizan que el pigmento se encuentre en su forma

más estable o de ión oxonio o catión flavilio (AH+) de color rojo intenso (Hutchings, 1999; Rabanal y Medina, 2021), estos metabolitos, juntos al resto de los compuestos fenólicos, aportan en las propiedades antioxidante de la bebida.

En cuanto al contenido de ácido ascórbico, Moreno *et al.* (2003) reporta 1,9 mg/100 mL para una muestra de néctar de tomate de árbol, tratada en condiciones similares; valor bastante cercano al que se determinó en esta investigación. Cabe mencionar que se esperaban valores superiores, sin embargo, se considera que el tratamiento térmico pudo haber influido en la degradación de un compuesto tan termolábil como la vitamina C. Un estudio realizado en cuatro jugos de fruta, incluido el de *S. betaceum*, evidenció el efecto degradativo de las temperaturas de tratamiento térmico sobre el contenido de la vitamina C, pasando de 6,4 mg/100g antes del tratamiento a 0,78 mg/100g de jugo al final del proceso térmico, perdiendo aproximadamente el 88% del compuesto bioactivo. Sin embargo, la literatura reporta que temperaturas de pasteurización entre 80 - 95 °C logran destruir microorganismos que causan alteraciones e inactivar enzimas deteriorativas como la polifenol oxidasa (PPO), lo que permite extender la vida útil del producto (Moreno *et al.*, 2003; Villareal *et al.*, 2013; Cárcamo *et al.*, 2019).

La cuantificación de fenoles evidenció la presencia de 72,6 mg EAG/330 mL de bebida (cantidad de líquido contenido por envase), valor

que se aproxima a lo reportado por Santander *et al.* (2016) y Rojas *et al.* (2017) en el estudio de compuestos bioactivos en néctar de tomate de árbol y en la evaluación de propiedades antioxidantes de una bebida mixta de leche y tomate de árbol, respectivamente. Este resultado se atribuye a los compuestos fenólicos presentes en el tomate de árbol tales como: antocianinas, catequinas, epicatequinas y leucoantocianinas (Osorio *et al.*, 2012; Márquez *et al.*, 2014; Espin *et al.*, 2016; Pinchao *et al.*, 2016; Stephen *et al.*, 2022) así como a los polifenoles propios de la cascarilla de cacao: catequina, epicatequina y taninos (Sotelo *et al.*, 2015) (Valadez *et al.*, 2018) (Rachmawaty *et al.*, 2018) (Belwal *et al.*, 2022), metabolitos que se destacan por presentar una considerable actividad antioxidante, a partir de la cual se han generado diversas investigaciones que buscan validar su aporte a la salud de la población (Coronado *et al.*, 2015).

En general, la capacidad antioxidante de los zumos de frutas se relaciona con la presencia y concentración de compuestos bioactivos tales como vitaminas, fenoles simples, carotenoides o flavonoides (Torres *et al.*, 2015; Santander *et al.*, 2016; Rojas *et al.*, 2017). La capacidad secuestradora de radicales libres de la bebida, mostró valores cercanos al 81% de inhibición del radical libre DPPH al término de los 30 minutos.

CONCLUSIONES

El estudio desarrollado pudo constatar que el tratamiento (I) resultó el de mayor aceptación, quedando entonces establecida la formulación de la siguiente manera: 25 % pulpa de tomate mora, 9,25 % sacarosa, 0,1% de benzoato de sodio, 1 % cascarilla, 0,05 % goma xantana y agua en cantidad suficiente para llegar al 100%. En dicha bebida se logró maximizar el contenido de cascarilla de cacao y minimizar el de goma xantana, sin afectar la aceptación sensorial de la misma.

Considerando los resultados obtenidos de la evaluación físico, química y nutricional, la bebida formulada cumple con los requerimientos establecidos en la NTE INEN 2337 y, además, podría considerarse un producto con potencial funcional, debido a la capacidad antioxidante otorgada por los compuestos orgánicos presentes y en particular los de naturaleza fenólica, aportados

por el *S. betaceum* y la cascarilla de *T. Cacao*. Lo antes mencionado representa un beneficio para la salud de los consumidores, según lo expuesto por diversos autores que han asociado el consumo de antioxidantes naturales con la prevención de enfermedades derivadas del sistema oxidativo en el cuerpo humano.

Por otro lado, es importante considerar que la bebida formulada no solo constituye producto con bondades nutricionales, sino que además ha sido elaborado con materias primas endémicas de Ecuador y en el caso específico de la cascarilla de *T. cacao*, considerada un desecho orgánico, lo que sin lugar a dudas es un aporte para la conservación del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC 967.21 (1968). Official Method Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry, determination of ascorbic acid in vitamin preparations and Juice. Washington, DC, USA.

Arcentales, B., Padilla, C., Guijarro, M., y Andrade M. (2018). Calidad fisicoquímica y microbiológica de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*) mínimamente procesado tratado con radiación UV-C y ozono gaseoso, Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 19(1),102-114. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/813/81355612008/>

Arlorio M, Coisson J, Travaglia F, Varsaldi F, Miglio G, Lombardi G, Martelli A. Antioxidant and biological activity of phenolic pigments from *Theobroma cacao* hulls extracted with supercritical CO₂. Food Research International 2005; 38(8-9): 1009-1014. doi: 10.1016/j.foodres.2005.03.012

Barrón, R., García, M., Soto, M., Colinas, T., y Kite, G. Flavonoids and antioxidant activity of *Calia secundiflora* (Ort.) Yakovlev. Rev Fitotec Mex 2011; 34(3): 151-157. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802011000300005&script=sci_abstract&tlng=en

Belwal, T., Cravotto, C., Ramola, S., Thakur, M., Chemat, F., & Cravotto, G. (2022). Bioactive Compounds from Cocoa Husk: Extraction, Analysis and Applications in Food Production Chain, Foods,

11, 798. doi: 10.3390/foods11060798

Campo, M., Sojos, C., Bastidas, E., Silva, K., Matute, N., & Cun J. (2019). Design of an infusion of *Moringa oleifera* L. (moringa) leaves and *cacao* L. (cocoa) husk. *Rev. Cub. Plantas Medicinales*, 24(1). Disponible en: <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/803>

Cárcamo, L., Elezar, M, & Ordóñez, Luis. (2019). Cambios en los compuestos bioactivos del jugo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) pasteurizado, *Tecnológicas*, 22(45), 147-155. Doi: 10.22430/22565337.1279

Chafra, A., Rodríguez, Z., Boucourt, R., & Torres, V. (2016). Bromatological characterization of cocoa shell (*Theobroma cacao*), from seven cantons of the Amazonia, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science* 2016, 50(2), 245-252. Available in: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193048877008.pdf>

CODEX STAN 192-1995. Normas Alimentarias Internacionales. Norma general para los aditivos alimentarios. Programa Conjunto FAO/OMS. Decimo novena revision. 2018.

Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez, L., Vázquez, M. y Radilla C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana, *Rev Chil Nutrición*, 42(2), 206-212. doi: 10.4067/S0717-75182015000200014

COVENIN 1997. Comisión de normas industriales de Venezuela. Norma 368. Alimentos. Leche y sus derivados. Determinación de Cenizas. Ministerio de Producción y Comercio. Caracas Venezuela. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/368-97.pdf>

Cuastumal, H., Valencia, B., y Ordóñez, L. (2016). Efectos de los tratamientos térmicos en la concentración de vitamina C y color superficial en tres frutas tropicales. *Rev. Lasallista Investig*, 13(1): 85-93. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492016000100008&lng=en&tlng=

Cuesta, L., Andrade, M., Moreno, C., y Concellón,

A. (2013). Contenido de compuestos antioxidantes en tres estados de maduración de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) cultivado a diferentes alturas (m.s.n.m.), *Enfoque UTE*, 4(1), 32-49. doi: 10.29019/enfoqueute.v4n1.23

Diep, T., Rush, E., & Yeon Yoo, M. (2020). Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.): A Review of Physicochemical and Bioactive Properties and Potential Applications, *Food Reviews International*, doi: 10.1080/87559129.2020.1804931

Dos Anjos, S., Vidal, M., Brito V., & Tulini, F. (2021). Evaluation of the Nutritional Composition of Cocoa Bean Shell Waste (*Theobroma cacao*) and Application in the Production of a Phenolic-rich Iced Tea, *Journal of Culinary Science & Technology*, doi: 10.1080/15428052.2021.2016531

Espin, S., Gonzalez, S., Taco, V., Poveda, C., Ayuda, B., Gonzalez, A., & Celestino, S. (2016) Phenolic composition and antioxidant capacity of yellow and purple-red Ecuadorian cultivars of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.), *Food Chemistry*, 194, 1073–1080. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.07.131

Hernández, C., Morales, A., Fernández, J., Bermúdez, A., Azpeitia, A., & Rodríguez G. (2019). Cocoa bean husk: industrial source of antioxidant phenolic extract, *J Sci Food Agric*, 99(1), 325–333. doi: 10.1002/jsfa.9191

Hutchings Jh. *Food Color and Appearance*. 2nd ed. Gaithersburg, Md.: Aspen Publishers, Inc; 1999.

Lizcano, S., Dávila, J., & Hernández, V. (2019) Fruit Agroindustrial Wastes for Preparing Beverages for Medicinal Purposes by Supercritical Fluid Extraction Technology: Andes Berry (*Rubus glaucus* benth) Case. En A. Mihai, A. Holban(Eds.), *Production and Management of Beverages*. Unit State: Ed. Project Manager. doi: 10.1016/B978-0-12-815260-7.00005-5.

Llerena, W., Samaniego, I., Ramos, M., y Brito, B. (2014). Caracterización físico química y funcional de seis frutas tropicales y andinas ecuatorianas, *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, 22(2), 13-22.

Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3279>

Márquez, C., Otero, C., y Cortés, M. (2007). Changes physiological, textural, physicochemical and microestructural of the tree tomato (*Cyphomandra* S.) at postharvest., *Vitae*, 14 (2), 9-16. Available in: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=SO121-40042007000200002&lng=en&tlng=

Márquez, C., Otero, C., Rojano, B., Osorio, J. (2014). Antioxidant activity and phenolic compounds concentration of tree tomato (*Cyphomandra betacea* S.) in postharvest, *Temas agrarios*, 19(2), 173 – 184. doi: 10.21897/rta.v19i2.732

Martínez R, Torres P, Meneses M, Figueroa J, Pérez J, & Viuda M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products, *Food Research International*; 49(1): 39-45.

Mendoza, L., Jiménez, J., & Ramírez, M. (2017). Evaluation of pectin extracted enzymatically from cocoa (*Theobroma cacao* L.) Pod husks, *Rev U.D.C.A Act. & Div. Cient*, 20(1), 131-138.

Moreno, M., Girán, N., Serrano, K., García, D., y Belén, D. (2003) Evaluación microbiológica y fisicoquímica de néctares pasteurizados elaborados con pulpa de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendth), *ALAN*, 53(3), 282-286. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000300010

Navarro, I., y Periago, M. (2016). El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional?, *Rev Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(4), 323-335. doi: 10.14306/renhyd.20.4.208

Navarro, A., Guzmán, D., y Gonzales, E. (2018). Influence of growth zones on the physical chemical composition of the fruit of *Solanum betaceum* Cav., *Rev Soc Quím Perú*, 84(1), 68-76. Disponible en: http://dev.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1810-634X2018000100007&lng=pt&nrm=iso&tlng=en

NTE INEN 0380 Instituto Ecuatoriano de normalización. Norma Técnica Ecuatoriana, Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles, disponible en: <https://archive.org/stream/ec.nte.0380.1986#mode/2up>

NTE INEN 0381 Instituto Ecuatoriano de normalización. Norma Técnica Ecuatoriana Conservas Vegetales. Determinación de acidez titulable, disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.0381.1986>

NTE INEN 0389 Instituto Ecuatoriano de normalización. Norma Técnica Ecuatoriana Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH), disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.0389.1986>

NTE INEN 0777 Instituto Ecuatoriano de normalización. Norma Técnica Ecuatoriana, Determinación de pérdida por calentamiento, disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.0777.1985>

NTE INEN 1909 Instituto Ecuatoriano de normalización. Norma Técnica Ecuatoriana, Frutas frescas. Tomate de árbol. Requirements, disponible en: <https://archive.org/stream/ec.nte.1909.2009#mode/2up>

NTE INEN 2337 Instituto Ecuatoriano de normalización. Norma Técnica Ecuatoriana, Jugos, pulpas, concentrados, nectares, bebidas de fruta and vegetales. Requisitos, disponible en: <https://archive.org/stream/ec.nte.2337.2008#mode/2up>

Okiyama, D., Navarro, S., & Rodrigues, C. (2017) Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry, *Trends in Food Science & Technology*, 63(), 103-112. doi: 10.1016/j.tifs.2017.03.007

Osorio, C., Hurtado, N., Dawid, C., Hofmann, T., Heredia, F., & Morales, A. (2012) Chemical characterisation of anthocyanins in tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) and Andes berry (*Rubus glaucus* Benth.) fruits, *Food Chemistry*, 132 (4), 1915 - 1921.

Pavlović, N., Jokić, S., Jakovljević, M., Blažić, M., & Molnar, M. (2020) Green Extraction Methods for Active Compounds from Food Waste - Cocoa Bean Shell. *Foods*, 9 (2),140. doi: 10.3390/foods9020140.

Perales, J., Espinoza, R., Reyes, C., Gutiérrez R., Milán, J., Cuevas, E., Mora S., y Gómez, M. (2021). Alimento funcional para adultos mayores producido por extrusión a partir de granos integrales de maíz/ frijol común, *Acta Universitaria*, (31) 1–18. doi: 10.15174/au.2021.3217

Pinchao, Y., Osorio O, Ordones L. Correlacion del índice de madurez de uchuva (*Physalis peruviana*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*) con la concentración de carotenoids, *Vitae Supl.*, 2016, 23 (1), 260-263.

Rabanal-Atalaya, M & Medina-Hoyos, A. (2021). Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays L.*) del Perú y sus propiedades antioxidantes, *Terra Latinoamericana*, 39. doi: 10.28940/terra.v39i0.808

Rachmawaty, Mu'nisa A, Hasri, Pagarra H, Hartati, Maulana Z. (2018). Active Compounds Extraction of Cocoa Pod Husk (*Theobroma Cacao l.*) and Potential as Fungicides, *Journal of Physics: Conf. Series*, 1028 (012013), 1-8. Available in: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1028/1/012013/meta>

Richmond, R., Bowyer, M., & Vuong Q. (2019). Australian native fruits: Potential uses as functional food ingredients, *Journal of Functional Foods*, 62(), 103547. doi: 10.1016/j.jff.2019.103547

Rojas, D., Repo, R., y Encina, C (2017). Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol (*solanum betaceum cav.*), *Rev Soc Quím. Perú*, 83(2), 174-186. Disponible en: http://dev.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1810-634X2017000200004&lng=en&nrm=iso

Salazar, R., Barahona, A., Ortiz, K., Chávez, C., Freire, P., Méndez, J., Bermeo, B., Santamaria, M.,

Salas, H., Oleas, M. (2016). Efecto del consumo de jugo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) sobre el perfil lipídico y las concentraciones de glucosa en adultos con hiperlipidemia, *Ecuador, ALAN*, 66 (2), 121-128. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/341606426_Efecto_del_consumo_de_jugo_de_tomate_de_arbol_Cyphomandra_betacea_sobre_el_perfil_lipidico_y_las_concentraciones_de_glucosa_en_adultos_con_hiperlipidemia_Ecuador

Sangronis, E., Soto, M., Valero, Y., y Buscema, I. (2014). Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones, *ALAN*, 64(2):123-130. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222014000200007

Santander, M., Osorio, O., y Mejía, D. (2016). Evaluación de propiedades antioxidantes y fisicoquímicas de una bebida mixta durante almacenamiento refrigerado, *Revista de ciencias agrícolas*, 34(1), 84-97. doi: 10.22267/rcia.173401.65

Singh, R.B., Fedacko, J., Fatima, G., Magomedova, A., Watanabe, S., & Elkilany, G. (2022) Why and How the Indo-Mediterranean Diet May Be Superior to Other Diets: The Role of Antioxidants in the Diet, *Nutrients*, 14(4), 898. doi: 10.3390/nu14040898.

Singleton, V., Orthofer, R., y Lamuela, R. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 1999; 299: 152-178.

Sotelo, L., Alvis, A., y Arrázola, G. (2015) Evaluación de epicatequina, teobromina y cafeína en cáscaras de cacao (*Theobroma cacao L.*), determinación de su capacidad antioxidante, *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 9 (1), 124-134. doi: 10.17584/rcch.2015v9i1.3751

Stephen, D., Antony, K., Munusamy, P., & Deivanayagam, T. (2022). Impact of Drying Methods on the Quality of Bioactive Components in Tree Tomato (*Cyphomandra betacae*), *Trends in Sciences*, 19(2), 2060. doi: 10.48048/tis.2022.2060

Teneda, W., Ah-Hen, K., & Lemus, R. (2017).

Caracterización de una infusión de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L., var. Arriba) con hierbas aromáticas, *Agro Sur*; 43(3), 47-55. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330886492_Caracterizacion_de_una_infusion_de_cascarilla_de_cacao_Theobroma_cacao_L_var_Arriba_con_hierbas_aromaticas/citations

Torres, A. (2012). Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn., *ALAN*, 62(4): 381-388. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/256488204_Physical_chemical_and_bioactive_compounds_of_tree_tomato_Cyphomandra_betacea

Torres, A., Guinand, J. y Pérez S. (2015). Desarrollo de una bebida energizante con pulpa de tomate de árbol (*Solanum betaceum*), *Rev. Venez. Cienc. Tecnol. Aliment.*, 6(1), 57-68. Disponible en: https://www.academia.edu/64569253/Development_of_an_energy_drink_including_tree_tomato_Solanum_betaceum_pulp

Valadez, L., Ortiz, A., Ceballos, G., Mendiola, J., & Ibáñez E. Valorization of cacao pod husk through supercritical fluid extraction of phenolic compounds. *The Journal of Supercritical Fluids* 2018; 13321: 99-105. Doi: 10.1016/j.supflu.2017.09.011

Vasco, C., Avila, J., Ruales, J., y Svanberg, U. Physical and chemical characteristics of golden-yellow and purple-red varieties of tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). *International journal of food sciences and nutrition* 2009; 60(S7): 278-288.

doi: 10.1080/09637480903099618

Viera, W., Samaniego, I., Camacho, D., Habibi, N., Ron, L., Sediqui, N., Álvarez, J., Viteri, P.,..., Brito, B. (2022). Phytochemical Characterization of a Tree Tomato (*Solanum betaceum* Cav.) Breeding Population Grown in the Inter-Andean Valley of Ecuador, *Plants*, 11 (3), 268. doi: 10.3390/plants11030268

Villareal, Y., Mejía, D., Osorio, O., y Cerón, A. Efecto de pasteurización sobre características sensoriales y contenido de vitamina c en jugos de frutas, *Rev.Bio.Agro*, 2013, 11(2), 66-75. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000200008

Vivanco, E., Matute, N., y Campo, M. (2018) Caracterización físico-química de la cascarilla de *Theobroma cacao* L, variedades Nacional y CCN-51. *Conference Proceedings UTMACH*, 2(1), 213-222. Disponible en: <https://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/309>

Wichansawakun, S., Chupisanyarote, K., Wongpipathpong, W., Kaur, G., & Harpal, B. (2022), Chapter 37: Antioxidant diets and functional foods attenuate dementia and cognition in elderly subjects. En Singh, R., Watanabe, S., & Isaza, A., (Ed), *Functional Foods and Nutraceuticals in Metabolic and Non-Communicable Diseases* (Pages 533-549). Unite States: Elsevier. ISBN: 978-0-12-819815-5. Disponible en <https://www.elsevier.com/books/functional-foods-and-nutraceuticals-in-metabolic-and-non-communicable-diseases/singh/978-0-12-819815-5>