



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**CONTENIDO FENÓLICO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO
QUÍMICAS DE UNA BEBIDA DE PITAHAYA CON INCORPORACIÓN
DE EXTRACTOS DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN**

AUTORES:

**ESPINOZA ZAMBRANO MIGUEL ANGEL
ZAMBRANO ZAMBRANO DENNIS YELITZA**

TUTORA:

ING. LUISA ANA ZAMBRANO MENDOZA, MGTR.

CALCETA, JULIO 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo MIGUEL ANGEL ESPINOZA ZAMBRANO, con cédula de ciudadanía 1316247053, y DENNIS YELITZA ZAMBRANO ZAMBRANO, con cédula de ciudadanía 1755322573, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONTENIDO FENÓLICO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE UNA BEBIDA DE PITAHAYA CON INCORPORACIÓN DE EXTRACTOS DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



ESPINOZA ZAMBRANO MIGUEL ANGEL
CC:1316247053



DENNIS YELITZA ZAMBRANO ZAMBRANO
CC:1755322573

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

MIGUEL ANGEL ESPINOZA ZAMBRANO, con cédula de ciudadanía 1316247053, y DENNIS YELITZA ZAMBRANO ZAMBRANO, con cédula de ciudadanía 1755322573, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONTENIDO FENÓLICO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE UNA BEBIDA DE PITAHAYA CON INCORPORACIÓN DE EXTRACTOS DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



ESPINOZA ZAMBRANO MIGUEL ANGEL
CC:1316247053



DENNIS YELITZA ZAMBRANO ZAMBRANO
CC:1755322573

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. LUISA ANA ZAMBRANO MENDOZA MGTR, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONTENIDO FENÓLICO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE UNA BEBIDA DE PITAHAYA CON INCORPORACIÓN DE EXTRACTOS DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN**, que ha sido desarrollado por MIGUEL ANGEL ESPINOZA ZAMBRANO y DENNIS YELITZA ZAMBRANO ZAMBRANO, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS**, de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. LUISA ANA ZAMBRANO MENDOZA, Mgtr
CC: 1314287697
TUTORA

CERTIFICADO DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Yo, ING ELY FERNANDO SACÓN VERA PhD, coordinador del Grupo de investigación CITEA, certifico que los estudiantes MIGUEL ANGEL ESPINOZA ZAMBRANO y DENNIS YELITZA ZAMBRANO ZAMBRANO, realizaron su Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONTENIDO FENÓLICO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE UNA BEBIDA DE PITAHAYA CON INCORPORACIÓN DE EXTRACTOS DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial. Este trabajo se ejecutó como parte de una actividad del proyecto de investigación titulado: **APLICACIÓN DE PRINCIPIOS ACTIVOS DE PLANTAS SILVESTRES PARA UNA BEBIDA FUNCIONAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA CADENA DE VALOR DE PRODUCTORES DE PEQUEÑA ESCALA** y registrado en la Secretaría Nacional de Planificación de CUP 385946.

**ING. ELY F. SACÓN VERA, PhD
COORDINADOR DEL GRUPO DE
INVESTIGACIÓN "CITEA"**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONTENIDO FENÓLICO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE UNA BEBIDA DE PITAHAYA CON INCORPORACIÓN DE EXTRACTOS DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN**, que ha sido desarrollada por MIGUEL ANGEL ESPINOZA ZAMBRANO y DENNIS YELITZA ZAMBRANO ZAMBRANO, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. ELY F. SACÓN VERA, PhD
CC: 1309117636
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

ING. ROSA I. GARCÍA PAREDES, Mgtr.
CC: 1310779044
MIEMBRO DE TRIBUNAL

ING. CARLOS A. JADÁN PIEDRA, PhD.
CC: 0102917952
MIEMBRO DE TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día. Queremos expresar nuestra más sincera gratitud a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de esta tesis. Sin su apoyo, dedicación y orientación, este logro no habría sido posible.

A Dios y a nuestra familia quienes siempre han sido un apoyo en cada paso de nuestra formación educativa y en la consecución de nuestras metas académicas.

A nuestra tutora la Ing. Luis Ana Zambrano Mendoza Mgtr, por su inquebrantable paciencia, sus conocimientos y su guía en estos meses. Su orientación fue fundamental en cada etapa de este proceso de investigación, y por lo cual estamos profundamente agradecidas por su compromiso y tiempo brindado.

Y, por último, pero no menos importante, agradecemos a la Ing. Rossana Katherine Loor Cusme, encargada de la asignatura: Integración curricular. Su sabiduría y guía fueron esenciales para la culminación de este proyecto. Siempre estuvo dispuesta a responder a nuestras preguntas y brindar dirección, lo cual fue de mucha ayuda en esta investigación.

MIGUEL ANGEL ESPINOZA ZAMBRANO

DENNIS YELITZA ZAMBRANO ZAMBRANO

DEDICATORIA

Le dedico esta tesis a mi querida madre; Marlene Zambrano, la fuente inagotable de inspiración y apoyo en cada paso de mi vida. Tu amor, paciencia y sabiduría han sido la brújula que me ha guiado en este viaje académico. Esta tesis es un testimonio de tu constante aliento y fe en mí. A ti, mi mayor heroína, dedico este logro con todo mi amor y gratitud.

DENNIS YELITZA ZAMBRANO ZAMBRANO

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de tesis en primera instancia a Dios por darme salud, fuerzas y sobre todo vida para cumplir mis metas.

A mi madre abuela: Cruz Dolores del Monserrate Espinoza Mendoza quien estuvo con su apoyo y amor incondicional guiándome para ser buena persona y mantenerme fuerte para cumplir mis objetivos y ahora desde el cielo dándome esa fuerza para seguir adelante. Este trabajo representa tu apoyo incondicional y tu guía.

A Mendoza Bravo Viviana Roció quien estuvo allí incondicionalmente dándome alientos para avanzar y cumplir mis metas pese a las adversidades.

MIGUEL ANGEL ESPINOZA ZAMBRANO

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
CERTIFICADO DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS	5
2.1. PITAHAYA	6
2.1.1. PITAHAYA ROJA	6
2.1.2. TAXONOMÍA Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PITAHAYA	6
2.1.3. PRODUCCIÓN DE LA PITAHAYA EN EL ECUADOR	7
2.2. LLANTÉN (Plantago major)	7
2.2.1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y TAXONOMÍA DEL LLANTÉN	8
2.3.1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y TAXONOMÍA DE LA HIERBA LUISA	10
2.4. COMPUESTOS FENÓLICOS	10
2.5. EXTRACCIÓN POR ULTRASONIDO	11
2.6. BEBIDAS NO CARBONATADAS. REQUISITOS NTE INEN 2304	11
2.7. APLICACIONES DE EXTRACTOS EN BEBIDAS	12
2.8. EFECTOS DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS EN UNA BEBIDA	12

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	13
3.1. UBICACIÓN	13
3.2. DURACIÓN	13
3.3. MÉTODOS, TÉCNICAS	13
3.3.2. TÉCNICAS ANALÍTICAS	14
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	15
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	16
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL	17
3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO	19
3.7.1. DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE EXTRACTOS DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN	19
3.7.2. DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE PITAHAYA CON DOS EXTRACTOS HIERBA LUISA Y LLANTÉN	21
3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN FENÓLICA DE LA FRUTA PITAHAYA Y EXTRACTOS ACUOSO DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN	25
4.2. CUANTIFICACIÓN DE LOS CONTENIDOS FENÓLICOS EN LA BEBIDA DE ACUERDO A LOS VALORES ÓPTIMOS	26
4.3. VALORACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE LA BEBIDA DE ACUERDO CON LOS VALORES ÓPTIMOS	31
4.3.1. pH	31
4.3.2. SÓLIDO SOLUBLE	34
4.3.3. ACIDEZ TITULABLE	37
4.4. ACEPTABILIDAD	40
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
5.1. CONCLUSIONES	42
5.2. RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXOS	30
Anexo 1. Test de evaluación sensorial	30
Anexo 2. Despulpado de la materia prima	31

Anexo 3. Peso de materia prima	32
Anexo 4. Deshidratación de hojas de hierba luisa y llantén	33
Anexo 5. Baño en ultrasonido de las hojas de hierba luisa y llantén	34
Anexo 6. Llenado de bebidas en lata de aluminio	35
Anexo 7. Producto final.	36
Anexo 8. Resultados de contenido fenólicos en los extractos de hierba luisa y llantén	37
Anexo 9. Resultados de contenido fenólicos en las muestras de bebida de pitahaya y en la materia prima	38
Anexo 10. Resultados de contenido fenólico en la bebida con los valores óptimos	39
Anexo 11. Resultados físico químicas en las muestras de la bebida de pitahaya con incorporación de hierba luisa y llantén	40
Anexo 12. Resultados físico químicas en las muestras optimizadas de la bebida de pitahaya con incorporación de hierba luisa y llantén	41

CONTENIDO DE TABLA

Tabla 2.1. Compuestos bioactivos del llantén	9
Tabla 2.2. Componentes bioactivos de la hierba luisa	10
Tabla 3.1. Requisitos de una bebida no carbonatada	15
Tabla 3.2. Factores de estudio y niveles	16
Tabla 3.3. Número de Corridas Creadas Mediante el Diseño Central Compuesto con Puntos estrellas y Variables de Respuestas	17
Tabla 3.4. Formulación de la Bebida de pitahaya con diferentes concentraciones de extractos.	18
Tabla 4.1. Concentración fenólica en fruta pitahaya y extractos acuosos de hierba luisa y llantén.	25
Tabla 4.2. Resultados de contenido fenólico de todas las corridas.	27
Tabla 4.3. Análisis de Varianza para el diseño central compuesto utilizando para maximizar el Contenido Fenólicos.	27
Tabla 4.4. Coef. de regresión para Contenido Fenólicos.	28

Tabla 4.5. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de contenido fenólico en la bebida.	30
Tabla 4.6. Resultados de pH de todas las corridas.	31
Tabla 4.7. Análisis de Varianza para pH.	32
Tabla 4.8. Resultados de sólido soluble de todas las corridas.	33
Tabla 4.9. Análisis de Varianza para Sólidos Solubles.	33
Tabla 4.10. Resultados de acidez titulable de todas las corridas.	35
Tabla 4.11. Análisis de Varianza para acidez titulable.	36
Tabla 4.12. Parámetros de aceptabilidad de la bebida con su media y su desviación estándar.	37

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Diagrama de proceso de la extracción de los extractos de hierba luisa y llantén	19
Figura 3.2. Diagrama de proceso de la elaboración de una bebida de pitahaya con dos extractos hierba luisa y llantén	21
Figura 4.1. Diagrama de Pareto estandarizado para contenido fenólico.	28
Figura 4.2. Superficie estimada para el contenido fenólico en la bebida.	29
Figura 4.3. Diagrama de Pareto para pH	32
Figura 4.4. Diagrama de Pareto estandarizado para los sólidos solubles.	34
Figura 4.5. Diagrama de Pareto estandarizado para Acidez titulable.	36
Figura 4.12. Gráfica de araña para observar la diferencia de los datos sensoriales.	37

CONTENIDO DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Determinación de acidez	14
Fórmula 2. Determinación de la distancia axial	16

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito realizar una bebida de pitahaya con extracto acuoso de hierba luisa y llantén para generar un alto valor de contenido fenólico los cuales resultados fueron aceptables con mayor rendimiento el T7R1 con un valor de 1402,41 mg*EAG/mL y al usar un DCC para maximizar estos resultados se pudo obtener un valor mayor al optado por el diseño de 1681,65±0,71 mg EAG/mL tabla 4.5. Analizando de primera fase la cantidad de contenido fenólico en pitahaya, extracto de hierba luisa y extracto de llantén los cuales fueron 827,365±7,39 mg*EAG/mL; 994,850±1,00 mg*EAG/mL; 930,115±1,00 mg*EAG/mL tabla 4.1, así mismo se procedió a evaluar las propiedades fisicoquímicas de acuerdo con la norma INEN-2304, que nos indica los parámetros como el pH, la acidez, los sólidos solubles, que son requisitos clave para el cumplimiento de bebidas no carbonatadas y se llevó a cabo la aceptabilidad de la bebida mediante la participación de 75 catadores no entrenados los cuales como resultados fueron para sabor con mayor aceptación al T1 con 6,56±2,57, para el color y sabor al T6 con 6,07±2,86 y 7,56±3,75 tabla 4.12.

Palabras claves: DCC, fenoles, fisicoquímico, análisis, bebida.

ABSTRACT

The purpose of this research was to make a dragon fruit drink with aqueous extract of lemon verbena and plantain to generate a high value of phenolic content, the results of which were acceptable with the highest yield being T7R1 with a value of 1402.41 mg*EAG/mL and by using a DCC to maximize these results, it was possible to obtain a value higher than the one chosen by the design of 1681.65±0.71 mg EAG/mL table 4.5. Analyzing in the first phase the amount of phenolic content in dragon fruit, lemon verbena extract and plantain extract, which were 827.365±7.39 mg*EAG/mL; 994.850±1.00 mg*EAG/mL; 930.115±1.00 mg*EAG/mL table 4.1, likewise, the physicochemical properties were evaluated in accordance with the INEN-2304 standard, which indicates the parameters such as pH, acidity, soluble solids, which are requirements key for compliance with noncarbonated beverages and the acceptability of the drink was carried out through the participation of 75 untrained tasters whose results were for flavor with greater acceptance at T1 with 6.56±2.57, for color and T6 taste with 6.07±2.86 and 7.56±3.75 table 4.12.

keywords: DCC, phenols, physicochemical, analysis, beverage

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Ecuador se destaca como uno de los países con mayor biodiversidad en áreas verdes que contienen plantas con valor funcional, las cuales son desaprovechadas por la industria alimentaria (Bermúdez del Sol, et al., 2022, p. 208). Según La Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2019) citado por Jiménez et al, (2021) solo se ha evaluado científicamente alrededor del 10% de las especies existentes en el planeta con fines medicinales.

Las plantas contienen metabolitos secundarios que corresponden a alcaloides, antocianinas, flavonoides, glucósidos, heterósidos, fenoles, polifenoles, terpenos entre otros, que sirven de mecanismo de defensa, los cuales han sido utilizados en la medicina ancestral para combatir enfermedades, por lo que en la actualidad se han realizado estudios que involucren el aprovechamiento de dichos metabolitos en matrices alimentarias (Juárez, 2020; Pérez, 2023).

Según una investigación realizada por Enríquez et al., (2023), se identificó que la hierbaluisa contiene fenoles, flavonoides, alcaloides, vitaminas del grupo A, C y E, taninos que ayudan a la salud humana y a tener un buen funcionamiento inmunológico. La planta hierba luisa es utilizada para combatir enfermedades como trastornos digestivos, disminuir la acidez estomacal y el reflujo, reducir resfriados, aliviar afecciones cutáneas o superficiales y ayudar con las afecciones del reumatismo, entre otras (Diario el Universo, 2020; Rohtschuh Osorio, 2022).

Por otro lado, el llantén (*P. major*) cuenta con diversos flavonoides, tales como apigenina, luteolina y escutellarina. Entre sus usos medicinales, ésta planta tiene la capacidad de tratar enfermedades como la tos, faringitis, laringitis, bronquitis,

tuberculosis, entre otras. Se utiliza para curar el dolor de garganta y la irritación en la boca; además, para reducir la inflamación glandular (Ramírez et al., 2018, p. 24).

Una bebida funcional es aquella que está formulada con ingredientes provenientes de la propia naturaleza como frutas, hierbas, etc., que contienen vitaminas, minerales, aminoácidos y demás compuestos bioactivos que brindan un beneficio específico para la salud humana. Recientemente, existe una creciente afinidad hacia los productos funcionales o nutraceuticos (provenientes de la naturaleza), esto se debe a la calidad de los alimentos, a los beneficios que brindan y a los cambiantes estilos de vida de la sociedad moderna (Jiménez Cucaita, 2017).

La pitahaya conocida como fruta del dragón (*Hylocereus spp*) es originaria de las zonas tropicales y subtropicales de América, siendo las especies *Hylocereus polyrhizus* (piel y pulpa de color púrpura) e *Hylocereus undatus* (piel rojiza y pulpa blanca) las más comercializadas (Angonese et al., 2021). El Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (2022) menciona que el Ecuador exportó más de 23 mil toneladas de la fruta de pitahaya, adquiriendo más de 99 millones de dólares, debido a su relevancia en las industrias de alimentos, bebidas y farmacéuticas (Proecuador, 2021).

Según Ascencio (2020, p. 11) la pitahaya está experimentando una creciente demanda a nivel nacional y es probable que esta tendencia continúe en aumento; sin embargo, pese al crecimiento de esta fruta exótica, existe poca información sobre los componentes nutricionales que posee (Angonese et al., 2021). Estudios reportan que la pitahaya es fuente de vitaminas C y E, antioxidantes y compuestos fenólicos, lo que le ha dado el estatus de ser una super fruta (Tongkham et al., 2017; Angonese et al., 2021). En los últimos períodos, el interés sobre el estudio de compuestos fenólicos se ha incrementado progresivamente debido a sus propiedades y su probable efecto preventivo de algunas enfermedades relacionadas al estrés oxidativo como cáncer, enfermedades cardiovasculares, y neurodegenerativas (Huaraca et al., 2023, pp. 218-231).

Esta situación podría generar la explotación de los cultivos de pitahaya ocasionando un problema de sobreproducción en el mercado, lo que generaría desperdicios de la fruta, existe una gran cantidad de materia prima que no puede ser exportada por no cumplir con las especificaciones de tamaño, color etc. pero que se encuentra en buen estado, Por lo tanto, sería importante explorar alternativas de consumo que permitan ampliar el uso de la fruta del dragón en diferentes matrices alimentarias. El uso de la fruta de dragón en productos procesados, como bebidas fermentadas, se asocia al aumento en sus actividades antioxidantes por el contenido de fenoles totales de la fruta según lo reportado por (Angonese et al., 2021), lo que generaría efectos positivos para la salud, sin embargo, la información sobre el contenido fenólico aún es escasa.

De acuerdo con estos antecedentes se formula la siguiente pregunta: ¿Cómo contribuye la incorporación de extractos de hierba luisa y llantén en la concentración de fenoles y características físico químicas de una bebida de pitahaya?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Con el ritmo de vida acelerado y cambios en los hábitos alimenticios se generan la aparición de enfermedades, cuyos métodos de tratamiento se los realiza con la aplicación de la medicina convencional.

Rioja et al (2018, pp. 168-176) argumenta que el creciente interés por adoptar una dieta saludable y la prevención de enfermedades a través de la alimentación, abre paso al estudio de los componentes nutricionales y su actividad en los procesos bioquímicos en el organismo humano. Esta tendencia brinda una gran oportunidad para el desarrollo de nuevos productos con potencial nutricional a partir de frutas y plantas medicinales que se cosechan en el entorno y que podrían beneficiar la salud de los consumidores.

Estrada & Huamán (2022) exponen que, con el paso del tiempo, el consumo de la pitahaya se ha revelado como beneficioso para el organismo, ofreciendo alivio en caso de dolores estomacales, problemas digestivos y otras afecciones. En el pasado,

algunas aldeas indígenas utilizaban esta fruta para preparar bebidas, lo que se puede atribuir a la composición de fibra, hierro, calcio, zinc, fósforo y diversas vitaminas como B1, B2, B3 y C, así como la presencia de compuestos fenólicos presentes en la pulpa.

Díaz (2020) menciona que, los estudios relacionados con la pitahaya demuestran el creciente interés por aprovechar sus beneficios; además, la variedad de cáscara roja y pulpa de color blanca (*Hylocereus undatus*) demuestra contener una cantidad apreciable de fenoles y características física químicas que aportan beneficiosamente a la salud de los consumidores.

Esta investigación tributa al proyecto de Aplicación de principios activos de plantas silvestres para una bebida funcional en el mejoramiento de la cadena de valor de productores de pequeña escala. Los principios activos de plantas silvestres en una bebida funcional pueden justificarse como una estrategia para mejorar la cadena de valor de los productores de pequeña escala al agregar valor a sus productos, aprovechar recursos locales y brindar beneficios para la salud.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Optimizar los contenidos fenólicos y características físico químicas de una bebida a base de pitahaya (*Hylocereus undatus*) con incorporación de extractos de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y llantén (*Plantago major*).

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la concentración fenólica de la fruta de pitahaya, extractos de hierba luisa y llantén.
- Cuantificar los contenidos fenólicos de la bebida a base de pitahaya con extractos de hierba luisa y llantén mediante el método de Folin-Ciocalteu para optimizar su concentración.

- Identificar la composición físico química de la bebida a base de pitahaya (*Hylocereus undatus*) y extracto de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y llantén (*Plantago major*). según la NTE INEN 2304 (2016).
- Valorar la aceptabilidad de la bebida con panelistas no entrenados de acuerdo con parámetros sensoriales.

1.4. HIPÓTESIS

Los extractos de hierba luisa y llantén aportan propiedades fenólicas y características físico químicas a la bebida de pitahaya (*Hylocereus undatus*) con extractos de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y llantén (*Plantago major*).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. PITAHAYA (*Hylocereus undatus*)

También llamada fruta de dragón, es nativa de América Central y del Sur y se cultiva en varios países con propósitos comerciales. Aunque fue domesticada por las culturas precolombinas, su consumo y uso medicinal eran poco conocidos. No obstante, en la década de 1990, esta extraordinaria fruta empezó a ganar popularidad. En la actualidad, la pitahaya se ha convertido en una fruta exótica ampliamente reconocida y valorada debido a su forma y color llamativos, así como a sus propiedades nutricionales innovadoras. Esto ha captado la atención de la industria alimentaria y del comercio. (Ruiz et al., 2020, p. 440).

2.1.1. PITAHAYA ROJA

Se caracteriza por tener un contenido en agua muy elevado, bajo aporte calórico, riqueza en hidratos de carbono, mucílagos y fenoles. Contiene minerales como el calcio y fósforo, y vitaminas del grupo B, pero destaca con diferencia su contenido en vitamina C, aunque sólo en la variedad roja. Las semillas, que son comestibles, contienen ácidos grasos insaturados (Carreira, 2022).

En la actualidad, la pitahaya roja es considerada fruto exótico debido a la apariencia de su cáscara y sabor característico agridulce de la pulpa (Verona et al., 2020) como se citó en Granoble & Acuría (2022) es conocida por su valor nutricional, beneficios y propiedades que favorecen a la salud y belleza de las personas.

2.1.2. TAXONOMÍA Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PITAHAYA

Para Ortega (2020, p. 19), el género al que pertenece es *Hylocereus*, y se divide en las especies *H. undatus* y *H. megalanthus*, dependiendo de la variedad, según Ruiz e

al (2020, p. 440) en términos de contenido nutricional, la pitahaya roja contiene aproximadamente 14,84 gramos de proteína cruda, 21,50 gramos de fibra cruda y 39,94 gramos de minerales esenciales.

2.1.3. PRODUCCIÓN DE LA PITAHAYA EN EL ECUADOR

Vera (2016) menciona que, el cultivo de pitahaya roja es nuevo en el Ecuador, introducido por la misión Taiwanesa que promocionó y brindó apoyo a pequeños agricultores para que cosecharan esta variedad de fruta. Generalmente en el Ecuador, la pitahaya (*Hylocereus undatus*) es exportada a diferentes partes del mundo, Vallejo (2022) indica que, durante el año 2021 se exportaron 17.895 toneladas de pitahaya de forma certificada por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zootécnico – Agrocalidad, lo que indica un incremento del casi 60% en relación con el 2020, año en el que se envió 11.260 toneladas. La fruta se encuentra en alrededor de 27 países en el mundo; siendo Estados Unidos el mayor mercado de destino, con algo más del 84% para consumo directo o como materia prima.

2.2. LLANTÉN (*Plantajo mayor*)

Imagen 1. Llantén planta mayor



Fuente: (Casa Piá, 2022)

Es una planta herbácea perenne, tiene su origen en Europa y Asia, y es reconocida como una de las especies más famosas por su alto contenido de fenoles y antioxidantes. Su ciclo de vida dura entre seis y siete meses. Entre las variedades se encuentran el "llantén mayor", "llantén común" o "llantén grande". Debido a que se encuentra fácilmente en la naturaleza, no se cultiva y se considera una planta silvestre o maleza. (Ramírez et al., 2018, p. 24).

2.2.1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y TAXONOMÍA DEL LLANTÉN

Según Ramírez et., (2018, p. 24) El tallo subterráneo de color amarillo puede alcanzar una longitud de hasta 15 cm en una planta adulta. La floración de esta planta se produce entre los meses de mayo y octubre en áreas de clima templado. Su inflorescencia adopta la forma de una espiga, y la mitad superior está cubierta de pequeñas flores.

El llantén dispone de diferentes propiedades y beneficios para la salud humana, entre los cuales se pueden encontrar su acción antiséptica, expectorante, antibiótica, cicatrizante, antiinflamatoria, calmante, depurativa, saciante, antihemorrágica, emoliente y astringente. Esta planta es especialmente útil en la recuperación de resfriados, así como en casos de cistitis, contribuye a mejorar el funcionamiento de las vías respiratorias y combate el reumatismo, también alivia el dolor de garganta, la tos y la afonía. Se ha utilizado para reducir las hemorroides y, gracias a su efecto saciante, se recomienda en dietas para adelgazar, se utiliza también en enjuagues bucales para mejorar la salud de las encías y curar llagas y heridas (Callupe & Espinoza, 2019). El llantén, también contiene pectinas, sustancias amargas, taninos, aceite esencial, saponinas. (Talavera Sardón, 2018, p. 10).

Tabla 2.1. Compuestos bioactivos del llantén

Compuestos bioactivos del llantén					
Ácido salicílico	Sales minerales de potasio y zinc	Rutina	Alcaloides (nos capida)	Esencias	Lactona (loliolida)
Resinas	Esteroides	Bases aminadas	Compuestos azufrados	Ácidos-fenoles	Digiprolactana
Flavonoides presentes en el llantén					
Luteolina	Apigenina		Escutellarina		

Fuente: (Ramírez et al., 2018)

2.3. HIERBA LUISA (*Cymbopogon citratus*)

magen 2. Hierba Luisa



Fuente: (Estrella et al., 2023)

Esta planta, clasificada como una especie endémica, tiene su origen en la India y Malasia, pero con el tiempo se ha extendido hacia el continente americano, especialmente en zonas tropicales y subtropicales. Se trata de una hierba con una larga historia de uso en la medicina tradicional de muchos países, y es una de las hierbas más comúnmente encontradas en estado silvestre. Esta planta posee una amplia variedad de compuestos químicos, entre los que se incluyen alcaloides, flavonoides, cromenos, benzofuranos y terpenoides (Loachamín et al., 2016).

2.3.1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y TAXONOMÍA DE LA HIERBA LUISA

Pertenece a la familia Poaceae y se trata de una hierba perenne y robusta, que puede alcanzar una altura de hasta 2 metros. Sus hojas son aromáticas y se agrupan cerca de la base de la planta con una longitud de 6 a 10 centímetros.

Se utiliza con diversos propósitos medicinales debido a que posee propiedades anticatarrales, febrífugas, antitusivas, estomáquicas, carminativas, expectorantes y ansiolíticas. También se utiliza para aliviar el vómito, como antiespasmódico, analgésico, antipirético, como depresor del sistema nervioso central y para reducir los niveles de colesterol. Se ha informado que también tiene propiedades antipalúdicas, diaforéticas y estimulantes, así como efectos diuréticos y controladores de la presión arterial (Valverde Balladares, 2015).

Entre otros componentes que ofrece la hierba luisa se obtiene:

Tabla 2.2. Componentes bioactivos de la hierba luisa

FITONUTRIENTES				
Flavonoides	Alcaloides	Taninos	Fenoles	Saponinas
Aceites esenciales	Esteroides	Vitaminas	Bergamoteno	Farneseno
Viridiflorol				

Fuente: (Valverde, 2015)

En una investigación sobre una bebida funcional a base de pitahaya (*Hylocereus undatus*) y extractos de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y albahaca (*Ocimum tenuiflorum*) se encontró que el contenido fenólico de la Hierba luisa es de 102,05 mg GAE/100g (Castro et al., 2020).

2.4. COMPUESTOS FENÓLICOS

Son moléculas que contienen grupos hidroxilos unidos a uno o varios anillos aromáticos o bencénicos. Estas moléculas se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en plantas y se pueden encontrar en diferentes partes de estas, como tallos, raíces, flores, frutos y semillas. Los compuestos fenólicos

desempeñan diversas funciones en las plantas entre las que se encuentran las funciones metabólicas, crecimiento, reproducción y protección contra organismos patógenos (Abarca & Vera, 2019, p. 33).

Creus (2004), manifiesta que los compuestos fenólicos se originan en el mundo vegetal, constituyendo una clase esencial de metabolitos secundarios presentes en las plantas. Su existencia en el reino animal se deriva principalmente de la ingestión de vegetales. Los fenoles son generados de manera endógena por las plantas a través de procesos de síntesis y su producción está sometida a regulación genética.

2.5. EXTRACCIÓN POR ULTRASONIDO

Rojas et al (2019, pp, 256) expone que, la extracción de componentes bioactivos mediante el uso de ultrasonidos se destaca como un método eficiente, sostenible y rápido en comparación con los enfoques convencionales. Este método presenta diversas ventajas, como su capacidad para lograr resultados reproducibles en un corto periodo de tiempo, su facilidad de uso y su capacidad para reducir el uso de solventes en comparación con otros métodos. Al aplicar ondas de ultrasonidos, se genera una ruptura mecánica de las paredes celulares, lo que resulta en la liberación de los componentes bioactivos presentes en las células.

2.6. BEBIDAS NO CARBONATADAS. REQUISITOS NTE INEN 2304

Los refrescos o bebidas no carbonatadas deben:

- Ser elaborados bajo los principios de buenas prácticas de fabricación (BPF), con agua que cumpla con lo indicado en la NTE INEN 1108.
- Cumplir los requisitos físicos y químicos indicados por la NTE INEN 2304.
- No exceder los límites máximos de aditivos alimentarios conforme con lo establecido en NTE INEN-CODEX 192 (2013).
- Los refrescos o bebidas no carbonatadas deben envasarse en materiales higiénicos de grado alimenticio, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

2.7. APLICACIONES DE EXTRACTOS EN BEBIDAS

El interés por los alimentos y bebidas ricos en compuestos bioactivos está relacionado con sus probados efectos positivos en la prevención y tratamiento de enfermedades. Además de las vitaminas, minerales, ácidos grasos, proteínas y otros nutrientes, las plantas tienen en su composición sustancias provenientes del metabolismo vegetal secundario, pertenecientes a las clases más variadas, como polifenoles, alcaloides, terpenos, entre otros. Los estudios dirigidos hacia los extractos de hierbas, frutas y vegetales aclaran importantes acciones biológicas, como antidiabéticas, anticancerígenas y antimicrobianas, que se encuentran conexas con la composición fitoquímica de las plantas (Rodas, 2021).

Según Enríquez et al., (2023, p. 5) en los últimos años, diferentes investigadores se han centrado en la extracción de compuestos acuosos que contienen características bioactivas para la alimentación de las personas. Rodas (2021) indica que, entre los alimentos con compuestos bioactivos, las bebidas son los productos más consumidos, esto se da principalmente por la necesidad de mantener un buen estado de salud.

2.8. EFECTOS DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS EN UNA BEBIDA

La tendencia de la actualidad está centrada en la realización de bebidas con frutas exóticas con gran valor nutricional que ayuden a combatir varios trastornos crónicos, combinando así frutas con hortalizas (Nieto Calvache & Suarez Ramos, 2020, p. 2). Cereceres et al., (2020, p. 2) indica que la ingesta de bebidas con capacidad fenólica ayuda a la acción de especies antioxidantes en el cuerpo, con ello se evidencia menor probabilidad de enfermedades inmunológicas como lo son la diabetes y enfermedades cardiovasculares.

Los compuestos fenólicos, están presentes de forma natural en varias bebidas elaboradas con frutas, pueden tener efectos tanto positivos como negativos en las características sensoriales de dichas bebidas. Estos compuestos pueden influir significativamente en el color, el sabor y el aroma percibidos, así como en la astringencia. (Huaraca Aparco et al., 2023, p. 218 – 231).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicada en el sitio el Limón a 2 Km de la ciudad de Calceta, con coordenadas geográficas de latitud 49°35.25'S y longitud de 80°11'10.54'W, donde se utilizó el laboratorio de Bromatología de Agroindustria para la extracción de compuestos bioactivos de hierba luisa y llantén. En el Taller de Frutas y Hortalizas se extrajo la pulpa de pitahaya y se elaboró la bebida. Los análisis del contenido fenólico de la Pitahaya, extractos y la bebida se realizaron en el laboratorio de Química, Biología, Microbiología y Bromatología de la Facultad de Ciencias Zootécnicas extensión UTM Chone con latitud 0°41'53" S y longitud 80°05'36" O, 17m X= 600855.30939934 Y= 9922819.2673503.

3.2. DURACIÓN

La investigación tuvo una duración de 7 meses, donde se dio inicio en el mes de septiembre del año 2023, en este tiempo se extrajeron los compuestos bioactivos de las hojas de hierba luisa y llantén para posteriormente ser analizados los compuestos fenólicos, después se comenzó con la realización de la bebida de pitahaya y por último se hicieron los análisis fisicoquímicos y de compuestos fenólicos.

3.3. MÉTODOS, TÉCNICAS

3.3.1. MÉTODOS

- **EXPERIMENTAL**

En este estudio, se realizó una evaluación del contenido fenólico en una bebida de pitahaya mediante la incorporación de extractos de llantén y hierba luisa. El objetivo fue definir los factores claves que influyen en el contenido fenólico, definir los niveles adecuados para cada factor y llevar a cabo un análisis estadístico.

3.3.2. TÉCNICAS ANALÍTICAS

- **EXTRACCIÓN POR MÉTODO DE ULTRASONIDO**

La obtención de los extractos acuosos, se llevaron a cabo por el método de ultrasonido, en un equipo Modelo 75T, Marca VWR. Se sumergieron 25 gramos de cada especie deshidratada en 250mL de agua destilada por un tiempo de 60 minutos. Una vez concluido el periodo de extracción, se filtraron cada uno de los extractos con papel filtro Whatman 1 y se almacenaron en refrigeración para posterior uso y análisis.

- **ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO**

Se realizaron acorde a lo indicado en la normativa INEN-2304 (tabla 3.1), donde se evaluó el contenido de sólidos solubles de la bebida a base de pitahaya con extractos de hierba luisa y llantén por el método de refractometría según NTE INEN-ISO 217, (2013), para la determinación de pH se hizo uso del pHmetro (NTE INEN-ISO 1842, 2013) y por último la acidez se determinó mediante el método volumétrico (NTE INEN-ISO 750, 2012), utilizando la ecuación (1), considerando como miliequivalente el ácido cítrico, con un valor de 0.07, por ser el ácido predominante en la bebida.

$$\% \text{ de Acidez} = \frac{C(\text{NaOH}) * N(\text{NaOH}) * mEq}{P} * 100 \quad [1]$$

Donde:

$C(\text{NaOH})$ = Consumo de hidróxido de sodio (ml)

$N(\text{NaOH})$ = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio

mEq = Miliequivalente del ácido cítrico

P = Peso de la muestra (g)

Tabla 3.1. Requisitos de una bebida no carbonatada

REQUISITO	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMOS	MÉTODO DE ENSAYO
Sólidos solubles a 20 °C, fracción másica como porcentaje (%) de sacarosa	°Brix	0	15	NTE INEN-ISO 2173
pH a 20 °C	-	2,0	4,5	NTE INEN-ISO 1842
Acidez titulable, como ácido cítrico a 20 °C	g/100 mL	0,1	-	NTE INEN-ISO 750

Fuente: INEN (2016)

● MÉTODO DE FOLIN-CIOCALTEU

El contenido total de fenoles se determinó mediante el método Folin-Ciocalteu. Donde Los 200 µL de muestra, 1500 µL de agua destilada y 100 µL del reactivo Folin-Ciocalteu se mezclaron en un tubo de ensayo previamente esterilizado, la mezcla se dejó reaccionar por 5 minutos, luego se añadió 200 µL de carbonato de sodio al 20%. La solución se incubó a temperatura ambiente en oscuridad durante 1 h. y la absorbancia se midió a 725 nm utilizando un espectrofotómetro UV-Vis GENESYS 180 y los resultados se expresaron en equivalentes de ácido gálico (Castro Carranza et al., 2020, p. 91).

● ANÁLISIS SENSORIAL

Se llevó a cabo por el método de preferencia por ordenamiento que de acuerdo a Ramírez (2012) como se citó en Salazar (2019, p. 3), consiste en entregar al panelista en orden aleatorio o de manera desordenada las muestras previamente codificadas y pedirle que las ordene de acuerdo a su preferencia de mayor a menor o viceversa.

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

Los niveles están referenciados por fuentes que hicieron uso de estos extractos en sus investigaciones, donde se consideraron los factores A y B con un nivel bajo y alto respectivamente, ver tabla 3.2 (Castro et al.; 2020).

Tabla 3.2. Factores de estudio y niveles

	Factores	Nivel Bajo	Nivel Alto	Unidades
A	Extracto de Hierba luisa	5,0	7,0	%
B	Extracto de llantén	4,0	6,0	%

Fuente: Autores

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño central compuesto (DCC) con 10 tratamientos por 1 replica siendo 20 corridas experimentales, este diseño consiste en una factorial 2^2 con puntos al centro, más puntos estrella para modelar la curvatura con respecto a cada factor, en la investigación se partió de los niveles bajos y altos establecidos en la tabla 3.2 y se agregaron puntos estrellas a una distancia axial por debajo del nivel bajo y por arriba del nivel alto como se indica en la tabla 3.3, esta distancia se la calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\alpha = \sqrt[4]{F} \quad [2]$$

Donde:

F= número de corridas en la porción de la factorial del diseño (no contando los puntos al centro).

Tabla 3.3. Número de corridas creadas mediante el diseño central compuesto con puntas estrellas y variables de respuestas

CORRIDAS	EXTRACTO DE HIERBA LUISA (%)	EXTRACTO DE LLANTÉN (%)	CONTENIDO FENÓLICO	ACEPTABILIDAD
1	5	4		
2	7	4		
3	5	6		
4	7	6		
5	4,58	5		
6	7,41	5		
7	6	3,58		
8	6	6,41		
9	6	5		
10	6	5		
11	5	4		
12	7	4		
13	5	6		
14	7	6		
15	4,58	5		
16	7,41	5		
17	6	3,58		
18	6	6,41		
19	6	5		
20	6	5		

Fuente: Autores

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió en obtener 1000 mL de producto por unidad lo cual se destinaron 750ml para prueba sensorial y 250 ml para llevar a cabo los análisis físicos químicos y el contenido fenólico.

Tabla 3.4. Formulación de la bebida de pitahaya con diferentes concentraciones de extractos.

CORRIDAS	EXTRACTO DE HIERBA LUISA	EXTRACTO DE LLANTÉN	Ácido cítrico%	Ácido Ascórbico %	Azúcar SACAROSA %	Goma Xantan%	Pulpa de pitahaya y agua en relación 1:1
1	5	4	1	0,5	8	0,5	40,50
2	7	4	1	0,5	8	0,5	39,50
3	5	6	1	0,5	8	0,5	39,50
4	7	6	1	0,5	8	0,5	38,50
5	4,58	5	1	0,5	8	0,5	40,21
6	7,41	5	1	0,5	8	0,5	38,80
7	6	3,58	1	0,5	8	0,5	40,21
8	6	6,41	1	0,5	8	0,5	38,80
9	6	5	1	0,5	8	0,5	39,50
10	6	5	1	0,5	8	0,5	39,50
11	5	4	1	0,5	8	0,5	40,50
12	6	3,58	1	0,5	8	0,5	40,21
13	5	6	1	0,5	8	0,5	39,50
14	7	6	1	0,5	8	0,5	38,50
15	7	4	1	0,5	8	0,5	39,5
16	4,58	5	1	0,5	8	0,5	40,21
17	6	6,41	1	0,5	8	0,5	38,80
18	7,41	5	1	0,5	8	0,5	38,80
19	6	5	1	0,5	8	0,5	39,50
20	6	5	1	0,5	8	0,5	39,50

Fuente: Autores

3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

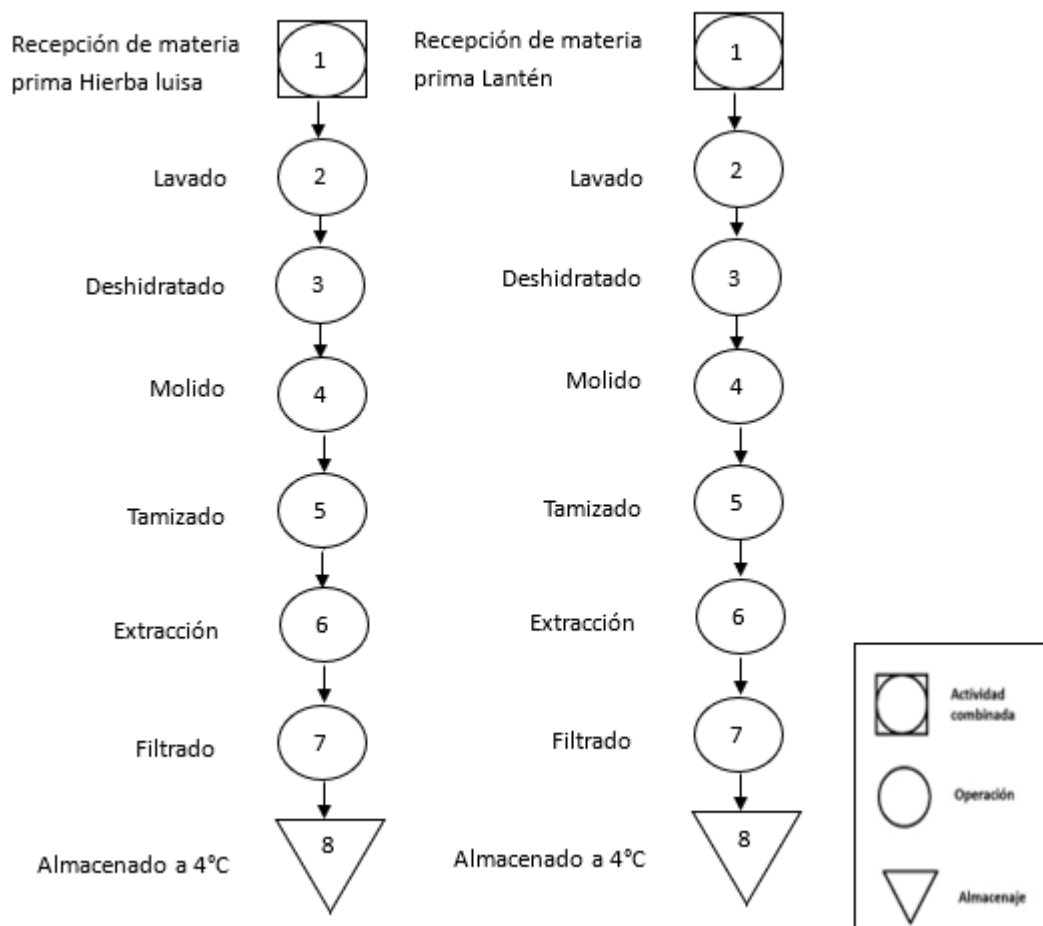


FIGURA 3.1. Diagrama de proceso de la extracción de los extractos de hierba luisa y llantén.

3.7.1. DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE EXTRACTOS DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN

RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA: El llantén se obtuvo del sitio Las Delicias (Calceta) 0°51'47.54:80°12'10.05, la hierba luisa de la Facultad de Ingeniería Agrícola ESPAM MFL (Calceta) (0°49'12": 80°10'46"). Donde se verificó que la hoja tenga un color verde, en el caso de colores café o amarillo se rechazaron, posteriormente se procedió a realizar el análisis de humedad.

LAVADO: Se lavaron con agua destilada cada una de las hojas para eliminar impurezas.

DESHIDRATADO: Con ayuda de una estufa (Memmert. G609.0007). Los tiempos y grados de deshidratación dependieron de la humedad inicial de la muestra vegetal, para hierba luisa de 72,447 y final 19,592 y de llantén 76,188% y final de 8,791.

MOLIDO: Se realizó con un molino pulverizador marca Vevor para obtener partículas pequeñas las cuales pudieron pasar por un tamiz Test Sieve (1mm).

TAMIZADO: Las muestras fueron tamizadas con ayuda de mallas marca Usa Standard Test Sieve (1mm).

EXTRACCIÓN: Para la extracción se llevó a cabo por el método de ultrasonido, en un equipo Modelo 75T, Marca VWR, para lo cual se sumergió 25 gramos de cada especie deshidratada en 250mL de agua destilada por un tiempo de 60 minutos.

FILTRADO: Una vez concluido el periodo de extracción, se procedió a filtrar cada uno de los extractos, para lo que se utilizó papel filtro Whatman 1.

ALMACENADO: Los extractos obtenidos se llevaron a recipientes previamente esterilizados y se almacenó a 4°C, hasta el análisis.

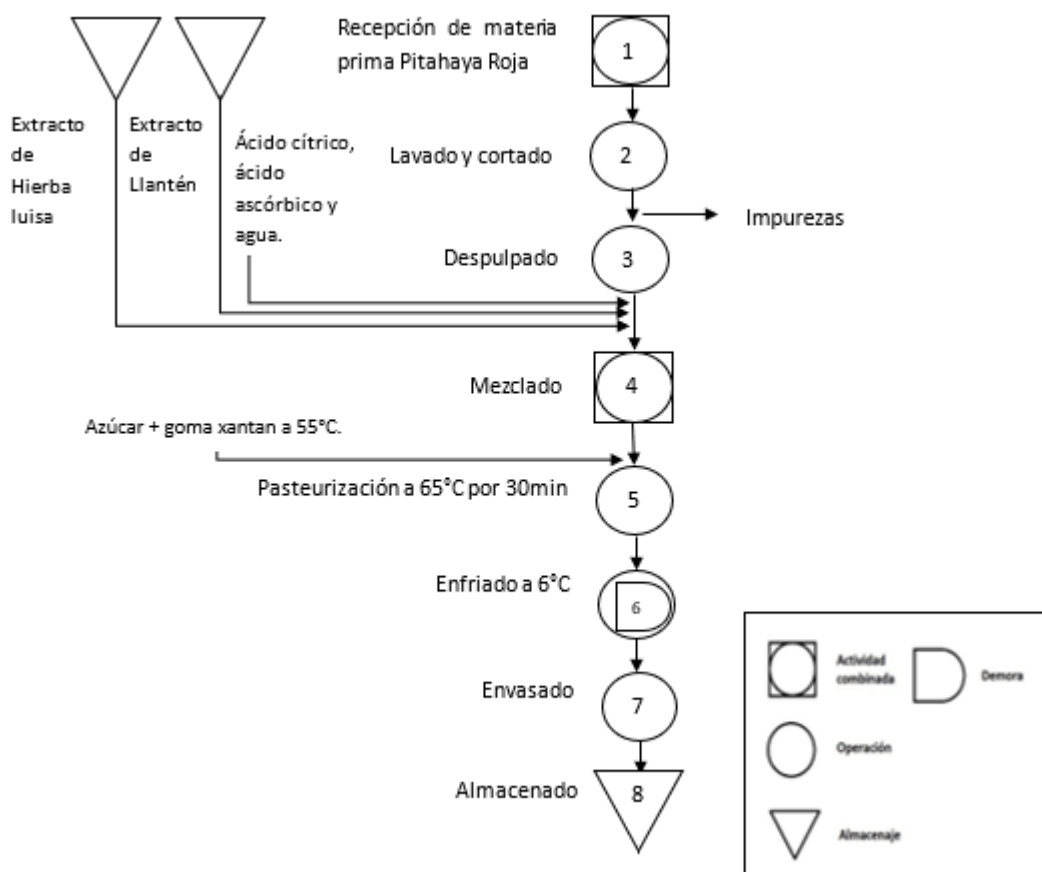


FIGURA 3.2. Diagrama de proceso de la elaboración de una bebida de pitahaya con dos extractos hierba luisa y llantén

3.7.2. DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE PITAHAYA CON DOS EXTRACTOS HIERBA LUISA Y LLANTÉN

RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA: La pitahaya se seleccionó de acuerdo a un control sensorial, observando que se encuentre en buen estado sin estar estropeada y con ningún hongo.

LAVADO Y CORTADO: Se llevó a cabo por inmersión incorporando agua con hipoclorito de sodio (100 ppm) por 3 min con el fin de limpiar y desinfectar la fruta, manualmente con un cuchillo de acero inoxidable se procedió a cortar longitudinalmente la fruta.

DESPULPADO: Posteriormente se retiró la corteza con mayor facilidad con ayuda de una cuchara de aluminio, separando la pulpa para después cortarla en rodajas de 3 milímetros.

MEZCLADO: Para la mezcla se incorporaron los extractos de Hierba luisa y llantén de acuerdo a las formulaciones del diseño ver tabla 3.3 y posteriormente los aditivos: ácido ascórbico, ácido cítrico y agua, de acuerdo a lo indicado en la NTE INEN-CODEX 192 esto se lo lleva a una licuadora SKYMEN.

PASTEURIZACIÓN: La bebida fue pasteurizada a 65°C durante 30 min esto con el fin de inactivar diferentes microorganismos que se encuentren en la misma, al cabo de los 55°C se agregó el azúcar junto a la goma xantan.

ENFRIADO: Inmediatamente se llevó la bebida a enfriar a 6°C con el fin de inactivar microorganismos patógenos.

ENVASADO: El envasado se realizó en latas de aluminio de 350ml.

ALMACENAMIENTO: Fue almacenado a temperatura ambiente. En este tiempo se realizaron los análisis fisicoquímicos, sensoriales y de contenido fenólico de la bebida.

3.8. VARIABLES A MEDIR

3.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Porcentajes de extractos de llantén y hierba luisa.

3.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Sólidos solubles °Brix.
- pH.
- Acidez (g/100 mL).
- Concentración de compuestos fenólicos (mg EAG/100g muestra).
- Aceptabilidad de la bebida.

3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los análisis se llevaron a cabo con el paquete estadístico Statgraphics centurión XV.I mediante el diseño central compuesto (DCC), para obtener las dosis correctas que permitirán tener valores óptimos de la bebida. En el DCC se seleccionaron los factores claves que influyen en el contenido fenólico como el porcentaje de los extractos de hierba luisa y llantén, se consideraron los niveles adecuados para cada factor, teniendo en cuenta rangos que abarquen tanto valores mínimos como máximos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN FENÓLICA DE LA FRUTA PITAHAYA Y EXTRACTOS ACUOSO DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN

En la tabla 4.1. se pueden observar las concentraciones fenólicas de cada insumo utilizado para la elaboración de la bebida, donde la pitahaya dio como resultado 832,590 mg EAG/mL siendo menor al presentado por los extractos de hierba luisa (994,850 mg EAG/mL) y llantén con (930,115 mg EAG/mL). Según Zárata Martínez et al., (2012, pp. 854-868) indica que el contenido fenólico en las plantas aumenta cuando estas se encuentran bajo condiciones de estrés biótico o abiótico, por otro lado, para Cadavid González et al., (2022, p. 2), el nivel de contenido fenólico aumenta cuando se eleva la temperatura de secado, al ser los extractos quienes en su proceso fueron deshidratados obtuvieron mayor contenido fenólicos.

Tabla 4.1. Concentración fenólica en fruta pitahaya y extractos acuosos de hierba luisa y llantén.

Fenoles totales	
Muestra	mg Equivalente Ácido Gálico / mL de muestra
Pitahaya roja	827,365±7,39
Hierba luisa	994,850±1,00
Llantén	930,115±1,00

Fuente: Autores

Según lo expuesto por Verona et al., (2020), en el marco de una investigación que involucró la obtención de polvo a partir de pitahaya roja, se detectaron elevados niveles de compuestos bioactivos, incluyendo compuestos fenólicos, flavonoides y antocianinas. Los resultados del estudio exhibieron un contenido fenólico total de 386,09 mg por cada 100g de pitahaya. En contraste, la investigación mencionada en el estudio sobre la pulpa de pitahaya evaluada mostró contenido fenólico

significativamente mayor de 827,365 mg EAG/mL. Esta notable diferencia en los niveles de compuestos fenólicos podría deberse a las distintas formas de procesamiento de la pitahaya. Jumbo y Guevara (2016), en su investigación relacionada a la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en un filtrante de cinco hierbas, mencionaron que las plantas aromáticas poseen un alto contenido fenólico y precisamente estas características se le atribuyen a la hierba Luisa. En este caso no sólo la hierba luisa cumple esta función importante, sino que, el llantén y la misma fruta de pitahaya hacen un buen complemento dando valores altos de contenido fenólico.

4.2. CUANTIFICACIÓN DE LOS CONTENIDOS FENÓLICOS EN LA BEBIDA DE ACUERDO CON LOS VALORES ÓPTIMOS

En la tabla 4.2. Se pueden observar los resultados obtenidos de contenido fenólico por cada corrida experimental. En la tabla 4.3 se muestra un ANOVA particionando la variabilidad de Contenido Fenólicos en piezas separadas para cada uno de los efectos e interacciones, puesto que prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. Desde el punto de vista de los modelos analizados se observa que solo el efecto cuadrático (AA) muestra un valor-P menor que el nivel de significancia ($p\text{-valor} < 0.05$), por lo cual se da a conocer que existe diferencia significativa con un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 4.2. Resultados de contenido fenólico de todas las corridas.

CORRIDAS	BLOQUE	EXTRACTO DE HIERBA LUISA (%)	EXTRACTO DE LLANTÉN (%)	CONTENIDO FENÓLICO mg GAE / mL de muestra
1	1	5	4	1150,09
2	1	7	4	1228,73
3	1	5	6	993,41
4	1	7	6	1173,92
5	1	4,58579	5	1079,03
6	1	7,41421	5	856,73
7	1	6	3,58579	1219,94
8	1	6	6,41421	1270,11
9	1	6	5	1328,5
10	1	6	5	1328,5
11	2	5	4	1254,38
12	2	7	4	1277,36
13	2	5	6	1138,38
14	2	7	6	1271,49
15	2	4,58579	5	1073,61
16	2	7,41421	5	992,11
17	2	6	3,58579	1402,41
18	2	6	6,41421	1050,48
19	2	6	5	1189,7
20	2	6	5	1189,7

Fuente: Autores

Tabla 4.3. Análisis de varianza para el diseño central compuesto utilizando para maximizar el contenido fenólico.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Extracto de Hierba luisa	12,9546	1	12,9546	0,00	0,9740
B: Extracto de Llantén	36110,7	1	36110,7	3,08	0,1029
AA	115479,	1	115479,	9,84	0,0079*
AB	5618,0	1	5618,0	0,48	0,5011
BB	256,555	1	256,555	0,02	0,8847
bloques	2218,88	1	2218,88	0,19	0,6707
Error total	152490,	13	11730,0		
Total (corr.)	343942,	19			

* (p-valor <0,05)

Fuente: Autores

El diagrama de Pareto proporciona una manera más clara para observar la significancia de los efectos, En la figura 4.1 se muestran los valores de los efectos estandarizados de los contenidos fenólicos para determinar la magnitud y la importancia de estos en el modelo, la línea trazada en el eje 2,15723 se refiere a la significancia de los datos obtenidos, puesto que el efecto cuadrático (AA) es el único que sobrepasa la línea, estimándose como el valor significativo.

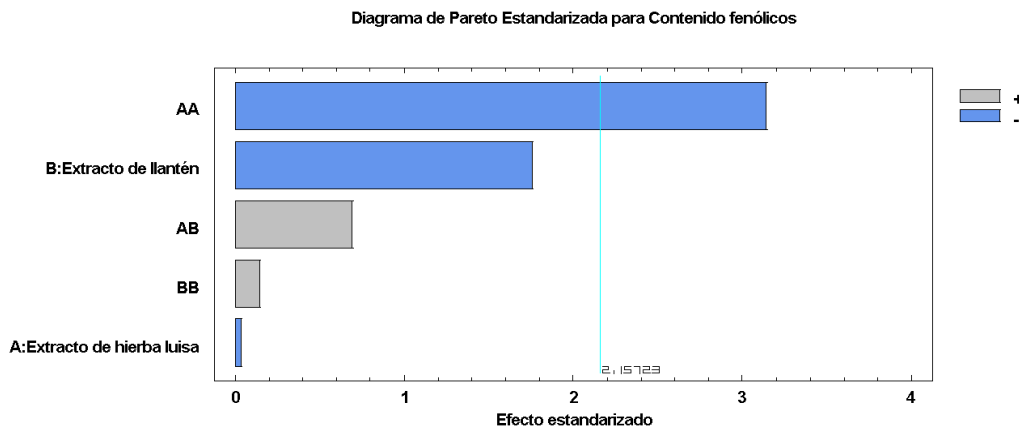


Figura 4.1. Diagrama de Pareto estandarizado para contenido fenólico.

TABLA 4.4. Coef. De regresión para contenido fenólicos.

Coeficiente	Estimado
Constante	-1616,42
A: Extracto de Hierba luisa	1215,23
B: Extracto de Llantén	-259,48
AA	-112,386
AB	26,5
BB	5,29725

Fuente: Autores

Se obtuvo la siguiente fórmula ajustada a la cantidad de contenido fenólico de la bebida.

$$Y = -1616,42 + 1215,23 * X^1 - 259,48 * X^2 - 112,386 * (X^1)^2 + 26,5 * X^1 * X^2 + 5,29725 * (X^2)^2$$

Donde:

X^1 = Extracto de hierba luisa.

X^2 = Extracto de llantén.

Y = Contenido fenólico.

En la figura 4.2 se puede observar la superficie estimada de respuesta, la cual se representa con una forma curva esto se da al trabajar con efectos cuadráticos, aquí se encuentran los valores obtenidos por la mezcla de diferentes concentraciones de extracto de hierba luisa y llantén, encontrándose el punto más alto en "T7R2" (Corrida 17) con un resultado de 1402,41 mg EAG/mL y con una mezcla de 6% de extracto de hierba luisa y 3,58579% de extracto de llantén (observar tabla 4.2) siendo este el valor más óptimo.

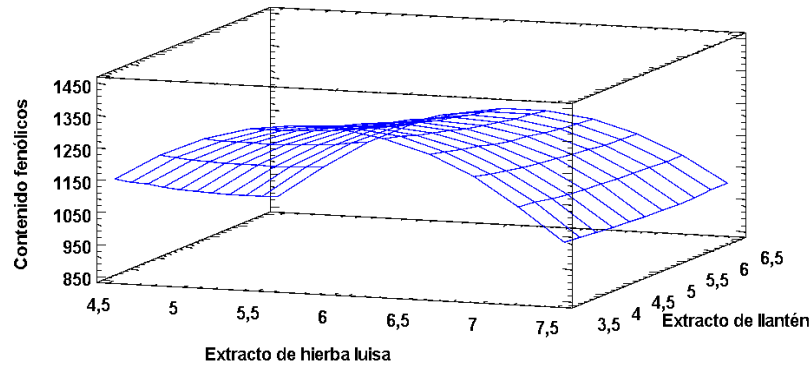


Figura 4.2. Superficie estimada para el contenido fenólico en la bebida.

En la tabla 4.5. se muestran las diferentes combinaciones óptimas de los niveles bajos y altos de extractos de hierba luisa y llantén para maximizar la cantidad de contenido fenólico a 1340,16 mg EAG/mL de muestra, Este valor permitiría aumentar la funcionalidad de la bebida ayudando al sistema inmunológico de las personas debido que los parámetros de la bebida final se encuentran dentro de lo requerido por la NTE INEN 2304-1 es por ello una fuente confiable de consumo, esta información puede ser llevada a más investigaciones a futuro para la mejora continua. Una vez realizada la bebida con los valores óptimos del diseño, el resultado obtenido fue de 1681,65 mg EAG/mL de muestra, el cual es mucho mayor al valor resultante que estimaba el DCC.

Tabla 4.5. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de contenido fenólico en la bebida.

Valores óptimos propuestos por el diseño para maximizar el contenido fenólico					
Factor	Bajo	Alto	Óptimo	Valor óptimo de contenido fenólico	Valor óptimo resultante de contenido fenólico
Extracto de Hierba luisa	4,58579	7,41421	5,82912	1340,16±0,01 mg EAG/mL de muestra.	1681,65 ±0,71 mg EAG/mL de muestra.
Extracto de Llantén	3,58579	6,41421	3,58579		

Fuente: Autores

En un estudio llevado a cabo por Díaz (2020), se examinó el contenido fenólico de una bebida fermentada de pitahaya liofilizada, revelando valores muy bajos de 3,36, g EAG/100ml en comparación con la bebida de pitahaya de esta investigación, la cual

alcanzó contenido fenólico significativamente mayor de 1402,41 mg EAG/100 ml. Esto subraya el impacto positivo de los extractos de hierba luisa y llantén en el aumento del contenido fenólico de la bebida. Por otro lado, Sainz & Jacóme (2022) informaron valores de 628 a 712 mg EAG /100G, con un promedio de 671 mg EAG/100g en su bebida de Jamaica, mientras que Huaraca et al., (2023) encontraron que los compuestos fenólicos en una bebida funcional de pulpas de mora y Stevia fueron de 6,66 mg /g, lo cual resultó inferior a los resultados mencionados. Además, colina et al., (2012) señalan que los productos que contienen fenoles en el rango de 6,52 a 10,54 EAG /100g podrían considerarse potencialmente funcionales. Los resultados de la investigación indican niveles extremadamente altos en cada tratamiento analizado y sugiriendo un alto potencial funcional en la bebida de estudio.

4.3. VALORACIÓN FÍSICO QUÍMICO DE LA BEBIDA DE ACUERDO CON LOS VALORES ÓPTIMOS

4.3.1. pH

En la tabla 4.6 se observan los resultados obtenidos por cada mezcla teniendo un valor no mayor a 4, por otro lado, el resultado del pH con los valores óptimos propuestos por el diseño el cual fue 3,03.

Tabla 4.6. Resultados de pH de todas las corridas.

CORRIDAS	BLOQUE	EXTRACTO DE HIERBA LUISA (%)	EXTRACTO DE LLANTÉN (%)	pH
1	1	5	4	4,12
2	1	7	4	4,19
3	1	5	6	4,16
4	1	7	6	4,08
5	1	4,58579	5	4,16
6	1	7,41421	5	4,36
7	1	6	3,58579	4,06
8	1	6	6,41421	4,29
9	1	6	5	4,23
10	1	6	5	4,23
11	2	5	4	4,1
12	2	7	4	4,2
13	2	5	6	4,14
14	2	7	6	4,1
15	2	4,58579	5	4,17
16	2	7,41421	5	4,35
17	2	6	3,58579	4,08
18	2	6	6,41421	4,3
19	2	6	5	4,24
20	2	6	5	4,24

pH de muestra con los valores óptimos para maximizar el contenido fenólico

3,03

Fuente: Autores

En la tabla 4.7. se muestra un ANOVA particionando la variabilidad de pH en piezas separadas para cada uno de los efectos. Desde el punto de vista de los modelos analizados se observa que todos los valores se encuentran de acuerdo con el nivel de significancia ($p\text{-valor} < 0.05$), por ello se estima que todos los valores se consideran óptimos y no significativos.

Tabla 4.7. Análisis de varianza para pH.

Fuente	Suma Cuadrados	de	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Extracto de hierba luisa	0,021565	1		0,021565	3,44	0,0864
B: Extracto de llantén	0,0160273	1		0,0160273	2,56	0,1338
AA	0,000700034	1		0,000700034	0,11	0,7436
AB	0,0105125	1		0,0105125	1,68	0,2178
BB	0,0206288	1		0,0206288	3,29	0,0928
Bloques	0,00008	1		0,00008	0,01	0,9118
Error total	0,0814776	13		0,00626751		
Total (corr.)	0,1518		19			

* ($p\text{-valor} < 0,05$)

La figura 4.3. muestra el diagrama de Pareto estandarizado al pH de la bebida el cual indica que los factores son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0% debido a que no sobrepasan la línea de significancia 2,16112.

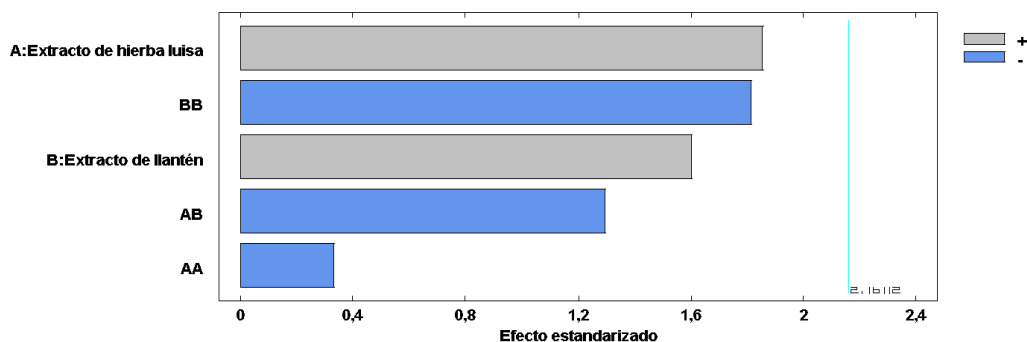


FIGURA 4.3. Diagrama de Pareto para pH.

A pesar de no tener significancia la interacción, presentan valores muy cercanos a la norma para refrescos o bebidas no carbonatadas NTE INEN 2304-1 que expone que el pH debe tener un máximo de 4.5 lo cual cumple con los requisitos expuestos en la norma.

4.3.2. SÓLIDO SOLUBLE

En la tabla 4.8. Se observan los resultados obtenidos de sólidos solubles por cada mezcla teniendo un valor promedio de 15,26 %, realizando la muestra con los valores óptimos propuestos por el DCC se obtuvo un resultado de 12,2%.

Tabla 4.8. Resultados de sólido soluble de todas las corridas.

CORRIDAS	BLOQUE	EXTRACTO DE HIERBA LUISA (%)	EXTRACTO DE LLANTÉN (%)	Sólidos solubles (%)
1	1	5	4	15
2	1	7	4	15,8
3	1	5	6	14,9
4	1	7	6	16,3
5	1	4,58579	5	16,1
6	1	7,41421	5	13,5
7	1	6	3,58579	16,3
8	1	6	6,41421	13,8
9	1	6	5	15,6
10	1	6	5	15,6
11	2	5	4	14,8
12	2	7	4	16
13	2	5	6	15,1
14	2	7	6	15,6
15	2	4,58579	5	16,3
16	2	7,41421	5	13,4
17	2	6	3,58579	16,1
18	2	6	6,41421	13,8
19	2	6	5	15,6
20	2	6	5	15,6
Sólido soluble de muestra con los valores óptimos para maximizar el contenido fenólico				
12,2 %				

Fuente: Autores

En la tabla 4.9. se muestra un ANOVA particionando la variabilidad de los sólidos solubles en piezas separadas para cada uno de los efectos. Desde el punto de vista de los modelos analizados se observa que todos los valores se encuentran de acuerdo

al nivel de significancia (p -valor < 0.05), por ello se estima que todos los valores se consideran óptimos y no significativos.

Tabla 4.9. Análisis de varianza para sólidos solubles.

Fuente	Suma Cuadrados	de	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Extracto de hierba luisa	0,940008	1		0,940008	0,93	0,3517
B: Extracto de llantén	2,63106	1		2,63106	2,61	0,1301
AA	0,600349	1		0,600349	0,60	0,4540
AB	0,00125	1		0,00125	0,00	0,9724
BB	0,260351	1		0,260351	0,26	0,6197
Bloques	0,018	1		0,018	0,02	0,8957
Error total	13,0984	13		1,00757		
Total (corr.)	17,328	19				

* (p-valor <0,05)

Fuente: Autores

La figura 4.4. muestra el diagrama de Pareto estandarizado a los sólidos solubles de la bebida el cual indica que los factores son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0% debido a que no sobrepasan la línea de significancia 2,16112.

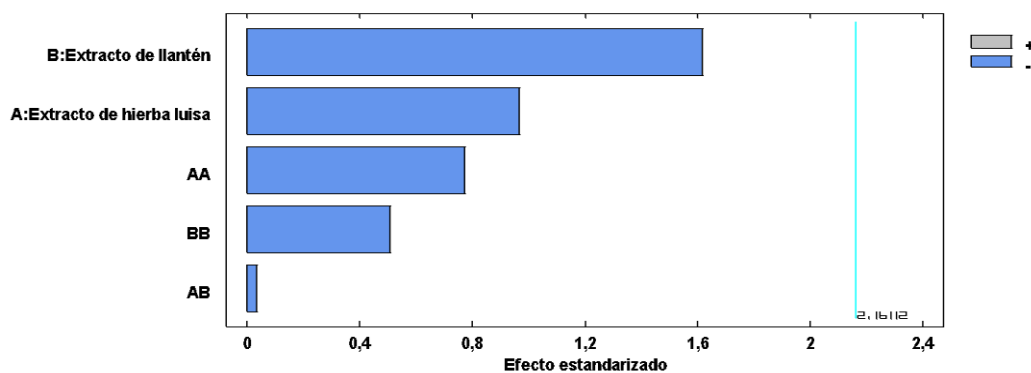


FIGURA 4.4. Diagrama de Pareto estandarizado para los sólidos solubles.

Al considerar que todos los valores son óptimos y no significativos, se podría inferir que el proceso de producción o las condiciones experimentales están estables y no

generan variaciones significativas en los sólidos solubles como lo estipula la norma INEN 2304 que indica que el valor máximo es de 15 °Brix.

4.3.3. ACIDEZ TITULABLE

En la tabla 4.10. se observa los resultados obtenidos de la acidez titulable de la bebida siendo su valor promedio de 1,30%, por otro lado, para la muestra que se realizó con los valores óptimos propuesto por el DCC dio un resultado de 4,10.

Tabla 4.10. Resultados de acidez titulable de todas las corridas.

CORRIDAS	BLOQUE	EXTRACTO DE HIERBA LUISA (%)	EXTRACTO DE LLANTÉN (%)	Acidez titulable (%)
1	1	5	4	1,25
2	1	7	4	1,25
3	1	5	6	1,19
4	1	7	6	1,72
5	1	4,58579	5	1,13
6	1	7,41421	5	0,95
7	1	6	3,58579	1,6
8	1	6	6,41421	1,15
9	1	6	5	1,4
10	1	6	5	1,4
11	2	5	4	1,29
12	2	7	4	1,26
13	2	5	6	1,12
14	2	7	6	1,61
15	2	4,58579	5	1,12
16	2	7,41421	5	0,99
17	2	6	3,58579	1,5
18	2	6	6,41421	1,16
19	2	6	5	1,43
20	2	6	5	1,43
Acidez titulable de muestra con los valores óptimos para maximizar el contenido fenólico				
4,10 %				

Fuente: Autores

En la tabla 4.11. Se muestra un ANOVA particionando la variabilidad de Acidez titulable en piezas separadas para cada uno de los efectos e interacciones. Desde el punto de vista de los modelos analizados se observa que solo el efecto cuadrático (AA) muestra

un valor-P menor que el nivel de significancia ($p\text{-valor} < 0.05$), por lo cual se da a conocer que existe diferencia significativa con un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 4.11. Análisis de varianza para acidez titulable.

Fuente	Suma Cuadrados	de	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Extracto de hierba luisa	0,0190161	1	0,0190161	0,62	0,4455	
B: Extracto de llantén	0,017373	1	0,017373	0,57	0,4654	
AA	0,204857	1	0,204857	6,67	0,0227*	
AB	0,137813	1	0,137813	4,49	0,0540	
BB	0,0000723533	1	0,0000723533	0,00	0,9620	
Bloques	0,000845	1	0,000845	0,03	0,8708	
Error total	0,399248	13	0,0307114			
Total (corr.)	0,829375	19				

* ($p\text{-valor} < 0,05$)

Fuente: Autores

El diagrama de Pareto proporciona una manera más clara para observar la significancia de los efectos, En la figura 4.5 se muestran los valores de los efectos estandarizados de los contenidos fenólicos para determinar la magnitud y la importancia de estos en el modelo, la línea trazada en el eje 2,16019 se refiere a la significancia de los datos obtenidos, puesto que el efecto cuadrático es el único que sobrepasa la línea, se estima como el valor significativo.

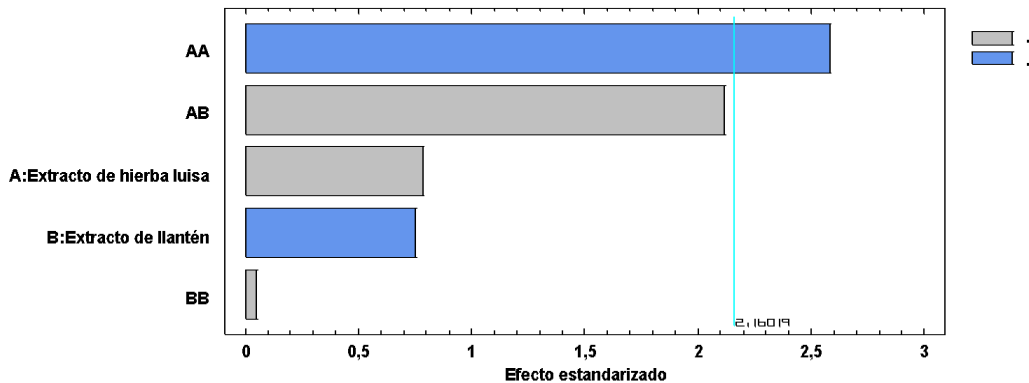


FIGURA 4.5. Diagrama de Pareto estandarizado para acidez titulable.

La identificación de una diferencia significativa, con un nivel de confianza del 95,0% indicó que al menos un tratamiento o condición en el factor AA tenía un defecto significativo en la acidez titulable. Estos hallazgos sugirieron posibles implicaciones prácticas en la formulación de la bebida basándonos en la normativa INEN 2304 que nos muestra que el mínimo que debe tener una bebida no carbonatada es el del 0.1 g/100mL a diferencia de Cañizares et al. (2009) que el rango óptimo de acidez es entre 0,4 a 0,6 % en bebidas de frutas.

4.4. ACEPTABILIDAD

En la tabla 4.8. Se observa la media y la desviación estándar de los parámetros sensoriales de la bebida con sus diferentes concentraciones de extracto de hierba luisa y llantén, en la figura 4.6. se observa un gráfico araña donde de acuerdo al sabor se observa que el más aceptado es el T1 con $6,56 \pm 2,57$., por otro lado, para el parámetro de color y sabor se reconoce como el más aceptable al T6 con $6,07 \pm 2,86$ y $7,56 \pm 3,75$.

Tabla 4.12. Parámetros de aceptabilidad de la bebida con su media y su desviación estándar.

Parámetros	T1(5-4)	T2(7-4)	T3(5-6)	T4(7-6)	T5(4,58-5)	T6(7,41-5)	T7(6-3,58)	T8(6-6,41)	T9(6-5)
Sabor	$6,56 \pm 2,57$	$4,45 \pm 2,85$	$3,39 \pm 2,28$	$4,64 \pm 2,23$	$4,56 \pm 2,29$	$5,79 \pm 2,28$	$4,99 \pm 2,61$	$5,04 \pm 2,55$	$5,53 \pm 2,37$
Color	$5,36 \pm 2,84$	$5,39 \pm 2,79$	$3,92 \pm 2,08$	$3,76 \pm 2,07$	$4,71 \pm 2,89$	$6,07 \pm 2,21$	$5,67 \pm 2,86$	$4,68 \pm 2,18$	$5,45 \pm 2,26$
Olor	$4,80 \pm 5,03$	$4,29 \pm 2,29$	$4,63 \pm 2,48$	$4,56 \pm 1,94$	$4,57 \pm 2,15$	$7,56 \pm 3,75$	$3,56 \pm 2,67$	$4,25 \pm 2,41$	$6,77 \pm 2,60$

Fuente: Autores

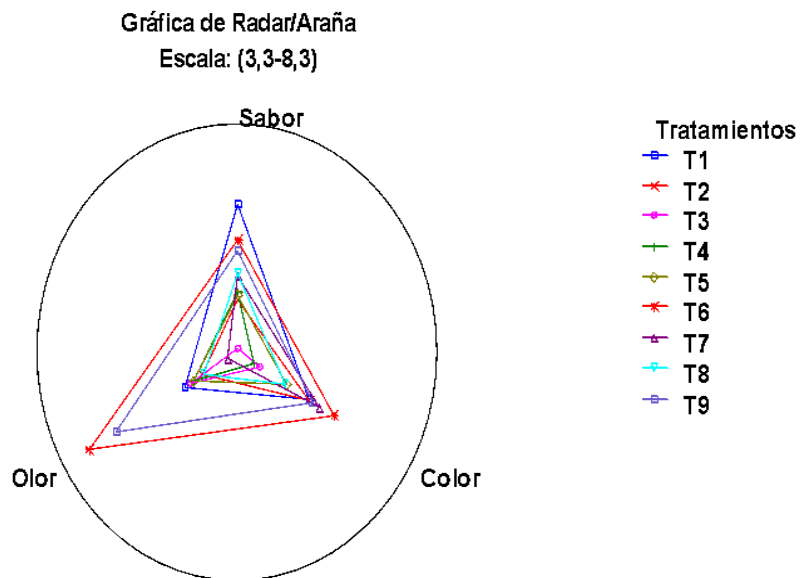


FIGURA 4.12. Gráfica de araña para observar la diferencia de los datos sensoriales.

La variación en los valores de aceptabilidad se explica por las notables diferencias de todos los tratamientos evaluados en términos de los niveles de los factores de estudio. Además, la utilización de catadores no entrenados contribuye a una menor estabilidad en los resultados sensoriales, como indica Sanz (2018). Este contraste es evidente al comparar con evaluaciones realizadas por catadores no entrenados, quienes muestran ser más discriminativos, consistentes y capaces de describir de manera más precisa y detallada sus resultados, según lo señalado por Chollet et al., (2001).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los resultados revelaron que la hierba luisa 994,850 mg EAG/mL presentó la concentración fenólica más alta entre los tres componentes analizados, seguida por el llantén 930,115 mg EAG/mL y la pitahaya 832,5909 mg EAG/mL. Estos hallazgos resaltaron la superioridad de la hierba luisa y el llantén en términos de contenidos fenólicos, lo que sugiere que la inclusión de estos extractos en la formulación de la bebida incrementa significativamente los niveles de compuestos fenólicos. La comprensión de estas concentraciones es crucial para optimizar las propiedades funcionales de la bebida.
- En la obtención del resultado óptimo de 168,65 EAG/ml de la bebida de pitahaya enriquecida con extracto de llantén y hierba luisa, se empleó una formulación específica. Esta formulación incluyó 6% de extracto de llantén y un 7% de extracto de hierba luisa. Los resultados obtenidos han proporcionado una comprensión más profunda de la contribución de los extractos al contenido fenólico de la bebida, lo que permite ajustar las proporciones de estos ingredientes para maximizar sus beneficios.
- En base a los resultados obtenidos al identificar la composición físico química de la bebida a base de pitahaya con extractos de hierba luisa y llantén, conforme a la norma NTE INEN 2304 (2016), el pH de 3.03 indica una acidez adecuada y contribuye a la estabilidad microbiológica del producto. Los sólidos solubles de 12.2°Brix reflejan un nivel de dulzura equilibrado, adecuado para el consumo. La acidez titulable de 4,10% asegura una conservación segura y apropiada.
- Los resultados de la encuesta sensorial indicaron que la bebida de pitahaya con extractos de hierba luisa y llantén generó distintas percepciones entre los participantes. Se observó que, en términos de sabor, el tratamiento T1 fue el más aceptado, con una aceptación promedio de 6.56 sobre 10. Por otro lado, el

tratamiento T6 destacó por ser considerado el más agradable en cuanto a color y sabor, con puntuaciones de 6.07 y 7.56 respectivamente. Estos hallazgos sugirieron que la combinación de ingredientes y sus proporciones tuvo un impacto significativo en la percepción del producto final.

● 5.2. RECOMENDACIONES

- Considerando que la hierba luisa muestra el contenido fenólico más elevado, se sugiere explorar la posibilidad de ajustar la formulación para potenciar aún más este componente beneficioso. Puede investigarse la proporción óptima de hierba luisa en la bebida para maximizar sus propiedades fenólicas.
- Se podría sugerir la incorporación de otros ingredientes funcionales que complementen las propiedades fenólicas y nutricionales de la mezcla, mejorando aún más el perfil saludable de la bebida.
- Es fundamental mantener una estricta vigilancia sobre los parámetros físico químicos que han sido evaluadas y que cumplen con los requisitos normativos para poder así obtener los resultados esperados.
- Dado que el tratamiento T1 fue el más aceptado en términos de sabor y el T6 destacó por su combinación de color y sabor, sería recomendable considerar una combinación de ambos en futuras interacciones de la bebida de pitahaya, esto podría implicar ajustes en las proporciones de los ingredientes para lograr un equilibrio óptimo entre el sabor y la apariencia visual de la bebida. Además, dado que el tratamiento T4R1 demostró ser el más favorable en términos de contenido fenólico y calidad nutricional, se podría explorar la posibilidad de aumentar la presencia de extractos de hierba luisa y llantén en la bebida.

BIBLIOGRAFÍA

- Ascencio Bricio, L. Y. (2020). Análisis de Exportación de la Pitahaya Ecuatoriana Hacia Mercados Internacionales. Trabajo de titulación, Universidad tecnológica empresarial de Guayaquil, Guayaquil. <http://biblioteca.uteg.edu.ec:8080/bitstream/handle/123456789/1108/An%C3%A1lisis%20de%20Exportaci%C3%B3n%20de%20la%20Pitahaya%20Ecuatoriana%20Hacia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Abarca, R., y Vera, L. (febrero de 2019). Importancia biológica de los compuestos fenólicos. *Inventio*, 14(34), 33. <http://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/111/60>
- Angonese, M., Motta, G. E., Silva de Farias, N., Molognoni, L., Daguer, H., Brugnerotto, P., . . . Olivera Müller, C. M. (14 de junio de 2021). Organic dragon fruits (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*) grown at the same edaphoclimatic conditions: Comparison of phenolic and organic acids profiles and antioxidant activities. *Revista Elsevier*, 1. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111924>
- Bermúdez del Sol, A., Cárdenas Pazmiño, A., y Neira Briones, J. (15 de abril de 2022). Usos tradicionales de las plantas medicinales por la población del cantón Salcedo, Cotopaxi, Ecuador. *Revista Científica AVFT (Universidad Regional Autónoma de los Andes)*, 41, 208. doi: <http://doi.org/10.5281/zenodo.6743038>
- Buchwald Werner, S., Naka, I., Wilhelm, M., Schutz, E., Schen, C., & Claudia Reule. (2018). Efectos del extracto de verbena de limón (Recoverben®) suplementación muscular fuerza y recuperación después de exhaustivas ejercicio: un estudio aleatorizado, controlado con placebo. *journal of the international society sports nutrition*, 5. doi:DOI 10.1186/s12970-018-0208-0
- Callupe Arzapalo, A. S., y Espinoza Arias, K. J. (2019). Uso de llantén (plantajo mayor) en el tratamiento de quemaduras de

primer grado, en personas de 10 a 20 años – Paucartambo –Pasco –Marzo – Junio del 2018. UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN. Cerro de Pasco: Repositorio de la Universidad nacional Daniel Alcides Carrión. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1041/1/T026_72076028_T.pdf

Casa Piá. (10 de Agosto de 2022). *www.casapia.com*. Obtenido de *www.casapia.com*: <https://www.casapia.com/blog/plantas-medicinales/llanten-plantago-major-informacion.html>

Castro Carranza, J. D., Vera Rodríguez, L. R., Cedeño Palacios, C. A., y Dueñas Rivadeneira, A. A. (31 de agosto de 2020). Bebida funcional a base de pitahaya (*Hylocereus undatus*) y extractos de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y albahaca (*Ocimum tenuiflorum*). *Revista técnica de la facultad de ingeniería, Especial*, 91.

Cañizares, A., Bonafine, O., Laverde, D., Rodríguez, R., & Méndez, J. (2009). Caracterización química y organoléptica de néctares a base de frutas de lechosa, mango, parchita y lima. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(1), 74- 79.

Carreira, M. (2022, abril 13). Composición nutricional de la pitahaya o fruta del dragón -canalSALUD. Blog Salud MAPFRE. <https://www.salud.mapfre.es/nutricion/alimentos/beneficios-nutricionales-pitahaya-fruta-dragon/>

Cereceres Aragón, A., Rodrigo García, J., Álvarez Parrilla, E., & Rodríguez Tadeo, A. (2020). Ingestión de compuestos fenólicos en población adulta mayor. *Scielo*, 36(2). doi: <https://dx.doi.org/10.20960/nh.2171>

Creus, E. (2004). Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. 22, 81. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13063508>

Colina, J., Guerra, M., Guilarte, D., & Alvarado, C. (2012). Polyphenols content and antioxidant capacity in beverages made with panela. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 62(3), 303-310.

Chollet, S., & Valentin, D. (2001). Impact of training on beer flavor perception and description: are trained and untrained subjects really different?. *Journal of Sensory studies*, 16(6), 601-618.

- Diario el Universo. (5 de Julio de 2020). eluniverso.com.
<https://www.eluniverso.com/larevista/2020/07/05/nota/7894254/que-enfermedades-cura-hierba-luisa/>
- Díaz, E. (2020). Influencia de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) liofilizada y lactosuero en las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de una bebida fermentada. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López.
- El diario telégrafo. (10 de abril de 2023). eltelegrafo.com.ec.
<https://www.elfelegrafo.com.ec/noticias/actualidad/44/ecuador-envio-primer-cargamento-de-pitahaya-a-china>
- Enríquez Estrella, M. Á., Poveda Díaz, S. E., & Alvarado Huatatocha, G. I. (2023). Bioactivos de la hierba luisa utilizados en la industria. Scielo, 14(01), 5.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v14n1/2007-0934-remexca-14-01-1.pdf>
- Estrada, M. y Huamán, K. (2022). *Selenicereus undatus* e *Hylocereus undatus*: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA DE CACTACEAS DE INTERÉS CIENTÍFICO - PERIODO 2001-2021 [Universidad María Auxiliadora]. <https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1171/TESIS%20ESTRADA-HUAMAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estrella, M. E., Poveda Díaz, S. E., y Alvarado-Huatatocha, G. I. (2023). Bioactivos de la hierba luisa utilizados en la industria. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 14(1), 5. [file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Dialnet-BioactivosDeLaHierba luisa UtilizadosEnLaIndustria-8770175%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Dialnet-BioactivosDeLaHierba%20luisa%20UtilizadosEnLaIndustria-8770175%20(3).pdf)
- Jiménez González, A., Mora Zambrano, K. Y., Rosete Blandariz, S., y Cabrera Verdesoto, C. A. (2021). Utilización de plantas medicinales en cuatro localidades de la zona sur de Manabí, Ecuador. Revista digital Siembra. doi: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.3223>
- Juárez, C. (7 de mayo de 2020). thefoodtech.com.
<https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/la-esencia-de-las-plantas-en-la-industria-alimentaria/>

- García Cruz, L., Salinas Moreno, Y., & Valle Guadarrama, S. (2012). BETALAÍNAS, COMPUESTOS FENÓLICOS Y. Scielo, 35(5), 4. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v35nspe5/v35nspe5a3.pdf>
- Granoble, P., & Acuría, J. (2022). La producción de Pitahaya Roja “Hylocereus Undatus” incide en su exportación en el de Manabí. 4, 15. [ile:///C:/Users/hola/Downloads/241-Texto%20del%20art%C3%ADculo-515-1-10](file:///C:/Users/hola/Downloads/241-Texto%20del%20art%C3%ADculo-515-1-10)
- Guevara, C. (2010). Utilización de 4 niveles de pulpa de pitahaya en la elaboración de una bebida a base de lactosuero (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador
- Huaraca Aparco, R., Casas Paz, F. G., Tapia Tadeo, F., Delgado Laime, M., Cahuana Lipa, R., y Machaca Mamani, J. C. (2023). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante en una bebida funcional. Revista ALFA, 7(19), 218-231. doi: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i19.211>
- LOACHAMÍN SUNTAXI, L. N., y LOAYZA VALAREZO, C. M. (2016). VARIACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEITES ESENCIALES DE HIERBA LUISA (*Cymbopogon citratus*) Y JENGIBRE (*Zingiber officinale*) EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES Y DEL TIPO DE SUELO DE LA ZONA DE CULTIVO EN LAS PROVINCIAS DE LOJA, AZUAY, CAÑA. Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Quito: dspace. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11655/1/UPS-QT09222.pdf>
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2022). www.produccion.gob.ec. www.produccion.gob.ec: <https://www.produccion.gob.ec/ecuador-inicia-las-exportaciones-de-pitahaya-a-china-2/#>
- Ministerio de producción, comercio exterior, inversiones y pesca. (2021). Mercado pitahaya en Estados Unidos y Canadá. Quito.
- NTE INEN 2304. (2016). REFRESCOSNO CARBONATADOS. REQUISITOS. Quito: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA.

- NTE INEN-ISO 1842. (2013). PRODUCTOS VEGETALES Y DE FRUTAS – DETERMINACIÓN DE pH (IDT). Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN-ISO 217. (2013). PRODUCTOS VEGETALES Y DE FRUTAS – DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES –MÉTODO REFRACTOMÉTRICO (IDT). Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN-ISO 750. (2012). Determinación de acidez titulable de productos a base de frutas y vegetales. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Nieto Calvache, J. E., & Suarez Ramos, C. A. (2020). Desarrollo de una bebida energizante con pulpa de maracuyá, cristales de aloe vera, panela y propiedades antioxidantes. *SciELO*, 23(2), 2. doi:cristales de aloe vera, panela y propiedades antioxidantes
- Ortega, F. J. (2020). Obtención de Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum) ex Vaupel) Deshidratada Mediante el Tratamiento de Convección en la Vereda Jerico Municipio de Palestina Departamento del Huila. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38822/fjoaquio.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Pérez, L. (13 de Junio de 2023). www.udla.edu.ec. <https://www.udla.edu.ec/investigacion/2023/06/13/horchata-de-bebida-tradicional-a-solucion-antimicrobiana/>
- Proecuador. (30 de Junio de 2021). proecuador.gob.ec. <https://www.proecuador.gob.ec/mercado-pitahaya-en-estados-unidos-y-canada/>
- Ramírez, L. I., Rea, A. E., y Karaben, V. E. (2018). Llantén: propiedades y usos medicinales. *Divulgación*, 11 (Revista facultad de odontología), 24.
- Ramírez Navas, & Salazar Duque, D. A. (2019). Aplicabilidad de cuestionarios aplicados a pruebas sensoriales gastronómicas. *INNOVA*, 4(3), 3. doi: <https://doi.org/10.33890/innova.v4.n3.2019.970>
- Rioja, A., Vlzaluque, B., Aliaga, E., Tejeda, L., Book, O., Mollinedo, P., y Peñarrieta, M. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de

- chenopodium quinoa. *Revista Boliviana de Química*, 35(5), 168-176.
http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v35n5/v35n5_a06.pdf
- Rodas, D. (2021, January 6). Extractos botánicos en alta para aromatizar y entregar funcionalidades a las bebidas. - Blog.
- Duas Rodas. Retrieved June 21, 2023, from <https://www.duasrodas.com/blog/es/extractos-botanicos-aromatizar-bebidas/>
- Rohtschuh Osorio, U. (23 de Agosto de 2022). www.ecologiaverde.com.
www.ecologiaverde.com: <https://www.ecologiaverde.com/llanten-propiedades-para-que-sirve-y-contraindicaciones-4048.html>
- Ruiz, A. V., Cerna, J. U., y Menacho, L. P. (03 de Agosto de 2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scielo*, 11(Scielo), 440.
- Sanz, E. (2018). Comparación de metodologías bidimensionales en análisis sensorial (Tesis de maestría). Universidad de Valladolid, Valladolid, Valladolid, España.
- Talavera Sardón, M. A. (2018). "Evaluación sensorial y estudio de la vida útil de té aromático elaborado a base de llantén (*Plantago major* L.), canela (*Cinnamomum verum*) y limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle)". Universidad privada de Tacna, Tacna.
<http://161.132.207.135/bitstream/handle/20.500.12969/1068/Talavera-Sardon-Martin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tongkham, N., Juntasalay, B., Lasunon, P., & Sengkhampan, N. (2017). Dragon fruit peel pectin: Microwave-assisted extraction and fuzzy assessment. *Elsevier*, 51(4), 1. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anres.2017.04.004>
- Vallejo Vera, J. (2022). EXPORTACIONES DE PITAHAYA CRECIERON CASI 60% EN 2021. *Agrocalidad*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/exportaciones-de-pitahaya-crecieron-casi-60-en2021/#:~:text=Durante%20el%20a%C3%B1o%202021%2C%20se,que%20se%20envi%C3%B3%2011.260%20toneladas.>
- Valverde Balladares, P. V. (2015). COMPOSICIÓN QUÍMICA, POTENCIAL ANTIMICROBIANO Y LETAL DE LOS ACEITES ESENCIALES DE LAS HOJAS DE HIERBA LUISA (*Cymbopogon citratus*), MASTRANTE (*Ageratum*

conyzoides), GUABIDUCA (*Piper carpunya*), AJENJO (*Artemisia absinthium*) Y CEDRÓN (*Lippia citriodora*). Machala: Repositorio.

Vera, W. (2016). "ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PITAHAYA EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VENTANAS, AÑO 2015" [Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/22704fc8-6962-44ad-9c04-54a973f62afb/content>

Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds. *Scientia agropecuaria*, 11(3), 439–453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.1>.

ANEXOS

Anexo 1. Test de evaluación sensorial.



ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



Carrera de
AGROINDUSTRIA

EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BEBIDA A BASE DE PITAHAYA CON CONCENTRACIÓN DE EXTRACTOS DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN

Indicaciones: Frente a usted tiene muestras codificadas de bebida una bebida a base de pitahaya con la incorporación de dos extractos de hierba luisa y llantén. Pruébelas, ordénelas y anote su código de acuerdo a su preferencia empezando por la más agradable.

Es importante que tome agua después de evaluar cada muestra para no confundir los sabores.

Más agradable

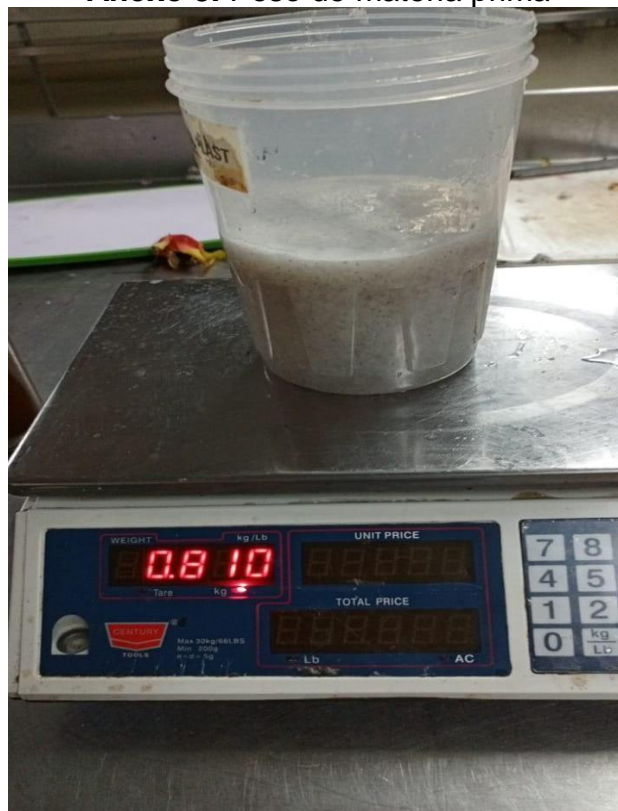


Menos agradable

Anexo 2. Despulpado de la materia prima



Anexo 3. Peso de materia prima



Anexo 4. Deshidratación de hojas de hierba luisa y llantén.



Anexo 5. Baño en ultrasonido de las hojas de hierba luisa y llantén.



Anexo 6. Llenado de bebidas en latas de aluminio.



Anexo 7. Producto final.




Anexo 8. Resultados de contenido fenólico en los extractos de hierba luisa y llantén.



FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
 EXTENSIÓN CHONE

Cliente	Miguel Ángel Espinoza Dennis Yelitza Zambrano Zambrano	Fecha de recibido: 30/09/2023 Fecha de análisis: 30/09/2023 Fecha de reporte: 26/10/2023
Dirección	Chone	 Firmado electrónicamente por: SERGIO JAVIER PONTELLA LOOR Representante de los Laboratorios de la FCZ - LAB Autorizado y revisado
Teléfono	0983495842	
Muestra	Extractos acuosos de especies vegetales	
Cantidad recibida	20mL / muestra	
Objetivo del análisis	Realizar un análisis –análisis funcional a extractos	

FENOLES TOTALES


Muestra	mg Ácido Gálico Equivalente/ mL de extracto
Hierba luisa	994,850
Llantén	930,115

Método de ensayo: Espectrofotométrico Folin-Ciocalteu

Anexo 9. Resultados de contenido fenólicos en las muestras de bebida de pitahaya y en la materia prima.



FCZ-LAB
Investigamos para cambiar el sector Agropecuario
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
EXTENSIÓN CHONE

Ciente	Espinoza Zambrano Miguel Ángel Zambrano Zambrano Dennis Yelitza	Fecha de recibido: 14/11/2023 Fecha de análisis: 14/11/2023 Fecha de reporte: 29/11/2023
Dirección	Chone	 <small>Autenticación digital por:</small> <small>MARZO JAVIER</small> <small>BONILLA, LOPE</small> Representante de los Laboratorios de la FCZ - LAB Autorizado y revisado
Teléfono	0939963493	
Muestra	B. de pitahaya, H. Luisa y Llantén	
Cantidad recibida	200mL / muestra	
Objetivo del análisis	Realizar un análisis –análisis químico a bebidas	

FENOLES TOTALES

Muestra	mg Equivalente Ácido Gálico/ mL de bebida	
	R1	R2
T1	1150,09	1254,38
T2	1219,94	1402,41
T3	993,41	1138,38
T4	1173,92	1271,49
T5	1228,73	1277,36
T6	1079,03	1073,61
T7	1270,11	1050,48
T8	856,73	992,11
T9	1328,5	1189,70
Pitahaya	822,14	832,59

Método de ensayo: Espectrofotométrico/ Folin Ciocalteu


Anexo 10. Resultados de contenido fenólico en la bebida con los valores óptimos.



FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
 EXTENSIÓN CHONE

Cliente	Espinoza Zambrano Miguel Ángel Zambrano Zambrano Dennis Yelitza	Fecha de recibido: 14/11/2023 Fecha de análisis: 14/11/2023 Fecha de reporte: 29/11/2023
Dirección	Chone	 <small>MARIO JAVIER BORRILLA LOOR</small> Representante de los Laboratorios de la FCZ - LAB Autorizado y revisado
Teléfono	0939963493	
Muestra	B. de pitahaya, H. Luisa y Llantén	
Cantidad recibida	200mL / muestra	
Objetivo del análisis	Realizar un análisis –análisis químico a bebidas	



FENOLES TOTALES

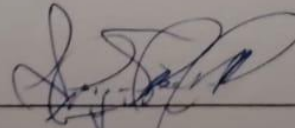
Muestra	mg Equivalente Ácido Gálico/ mL de bebida	
	R1	R2*
Bebida de Pitahaya	1682,1516	1681,1525


*Repetición de análisis

Método de ensayo: Espectrofotométrico/ Folin Ciocalteu

Anexo 11. Resultados físico químicas en las muestras de la bebida de pitahaya con incorporación de hierba luisa y llantén.

 ESPAMMFL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FÉLIX LÓPEZ				
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"				
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA - ÁREA AGROINDUSTRIAL				
Estudiantes:	Espinoza Zambrano Miguel Angel y Zambrano Zambrano Dennis Yelitza			
Dirección:	Calceta			
Fecha de elaboración de muestras:	4/10/2023			
Fecha de analisis:	7/11/2023			
Muestras analizadas:	18			
CONTENIDO FENÓLICO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE UNA BEBIDA DE PITAHAYA CON INCORPORACIÓN DE EXTRACTOS DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN				
Tratamientos	Réplicas	pH	Solidos solubles	Acidez titulable
T1	R1	4,12	15,0	1,25
	R2	4,10	14,8	1,29
T2	R1	4,06	16,3	1,60
	R2	4,08	16,1	1,50
T3	R1	4,16	14,9	1,19
	R2	4,14	15,1	1,12
T4	R1	4,08	16,3	1,72
	R2	4,10	15,6	1,61
T5	R1	4,19	15,8	1,25
	R2	4,20	16,0	1,26
T6	R1	4,16	16,1	1,13
	R2	4,17	16,1	1,12
T7	R1	4,29	13,8	1,15
	R2	4,30	13,8	1,16
T8	R1	4,36	13,5	0,95
	R2	4,35	13,4	0,99
T9	R1	4,23	15,6	1,40
	R2	4,24	15,6	1,43


ING. JORGE TECA DELGADO
 TÉCNICO DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA


ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FÉLIX LÓPEZ
 Carrera de
AGROINDUSTRIA
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

Anexo 12. Resultados físico químicas en la muestra optimizada de la bebida de pitahaya con incorporación de hierba luisa y llantén.

 ESPAMMFL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ				
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"				
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA - ÁREA AGROINDUSTRIAL				
Estudiantes:	Espinoza Zambrano Miguel Angel y Zambrano Zambrano Dennis Yelitza			
Dirección:	Calceta			
Fecha de elaboración de muestras:	20/2/2024			
Fecha de análisis:	21/2/2024			
Muestras analizadas:	1			
CONTENIDO FENÓLICO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE UNA BEBIDA DE PITAHAYA CON INCORPORACIÓN DE EXTRACTOS DE HIERBA LUISA Y LLANTÉN				
Muestra	Réplicas	pH	Sólidos solubles (% Brix)	Acidez titulable (%)
1	R1	3,02	12,0	4,08
	R2	3,04	12,4	4,12



ING. JORGE TECCA DELGADO
 TÉCNICO DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGIA

