

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Preparación y caracterización de una bebida energizante elaborada a partir de mucílago de cacao y azúcar invertido”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Alimentos

AUTOR: Lema Cabezas Darwin Fabricio

TUTOR: MSc. Domínguez Rodríguez Francisco Javier PhD

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Lema Cabezas Darwin Fabricio con el número de cédula 1756125025 y respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Preparación y caracterización de una bebida energizante elaborada a partir de mucílago de cacao y azúcar invertido".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

MSc. Domínguez Rodríguez Francisco Javier PhD.


TUTOR

Tulcán, diciembre de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Lema Cabezas Darwin Fabricio con cédula de identidad número 1756125025 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



A handwritten signature in black ink that reads "Darwin. l". The signature is enclosed within a hand-drawn rectangular box with a double-line border. Below the signature, there is a horizontal line.

Lema Cabezas Darwin Fabricio

AUTOR

Tulcán, diciembre de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Lema Cabezas Darwin Fabricio declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Preparación y caracterización de una bebida energizante elaborada a partir de mucílago de cacao y azúcar invertido" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in black ink that reads "Darwin. L". The signature is enclosed within a hand-drawn rectangular frame with a double-line bottom border.

Lema Cabezas Darwin Fabricio

AUTOR

Tulcán, diciembre de 2025

AGRADECIMIENTO

La culminación este trabajo es el resultado de un esfuerzo colectivo y la valiosa contribución de personas cuyo apoyo fue indispensable. A todos ellos, mi más profundo agradecimiento.

A mi tutor, por su confianza, su guía experta y su generosidad al compartir su conocimiento. Su rigor académico y su constante motivación fueron el motor que mantuvo firme el rumbo de esta investigación.

A mis docentes de la universidad, por transmitir las bases teóricas y las herramientas metodológicas que hicieron posible esta investigación. Su dedicación a la enseñanza ha forjado en mi la disciplina y la pasión por el conocimiento.

A mi familia, por ser el pilar y el refugio incondicional, a mis padres, por los sacrificios, el ejemplo y el amor que hicieron posible este sueño. A mis hermanas por el aliento constante y a mis sobrinos por ser una fuente de inspiración.

A mis amigos, por la invaluable compañía, por desviar mi mente en los momentos de estrés y por recordarme la importancia de la vida fuera de estas páginas. Su apoyo emocional fue tan fundamental como el académico, gracias por las grandes anécdotas compartidas.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a aquellos pilares inquebrantables que hicieron posible esfuerzo. Elevo mi gratitud a Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza, por guiarme en el camino y otorgarme la claridad del propósito necesario para perseverar.

A mis padres Enrique Lema Y Marcia Cabezas,

Quienes, con su amor incondicional, sembraron en mi la semilla de la disciplina y la pasión por el conocimiento. Gracias por cada sacrificio silencioso, por las incontables horas de trabajo que hicieron posible mi camino y por la fe inquebrantable que siempre depositaron en mí. Esta tesis no es sola mía, sino la cosecha de todo lo que ustedes sembraron. Mis grandes pilares.

A Olga Lema, Carolina Lema y Grace Lema.

Mis primeras amigas, confidentes y compañeras de vida. Esta meta alcanzada es un reflejo del amor, la risa y el aliento que compartimos. Gracias por ser el refugio seguro, la dosis de realidad y la alegría constante en mi camino. Su presencia incondicional y su creencia en mi fueron esenciales para superar los desafíos. Las adoro y les dedico con profundo afecto este logro que también es de ustedes.

A Benjamín Guzmán, Alejandro Guzmán, Leonardo Andrango y Aitana Lema.

A las cuatro estrellas que iluminan mi vida y me recuerdan la belleza de lo simple. Esta tesis, más que un trabajo académico, es una semilla de esperanza dedicada a ustedes, mis queridos sobrinos. Fueron mi motor de inspiración y el recordatorio constante de por qué vale la pena luchar por un mundo mejor. Espero que esta dedicación les inspire a ser curiosos, valientes y a nunca dejar de aprender. Los amo.

Finalmente, a la Sra. Maruja Pilataxi

Cuya guía, constante motivación y apoyo incondicional, trascendió los lazos familiares para convertirse en un pilar fundamental en mi desarrollo. Su paciencia y su fe en mi potencial fueron una fuente de inspiración y un recordatorio constante de la importancia de la conexión humana en la búsqueda de nuestros objetivos. Su apoyo no solo fue un acto de bondad, sino una inversión en mi crecimiento que valoro profundamente.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3. JUSTIFICACIÓN	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos	18
1.4.3. Preguntas de Investigación	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1. Generalidades del Cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	21
2.2.2. Mucílago de cacao.....	22
2.2.3. Características del mucílago de cacao	22
2.2.4. Bebidas Energizantes	24
2.2.5. Componentes de las bebidas energizantes	24
2.2.6. Polifenoles, Flavonoides y ácidos fenólicos.....	24
2.2.7. Azúcar invertido	25
III. METODOLOGÍA	27
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	27
3.1.1. Enfoque.....	27
3.1.2. Tipo de Investigación	27

3.2. HIPÓTESIS	27
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	27
3.3.1. Definición de las variables.....	27
3.3.2. Operacionalización de las variables	27
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS.....	29
3.4.1. Métodos	29
3.4.2. Técnicas	29
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1. RESULTADOS	34
4.1.1. Análisis fisicoquímicos de los tratamientos.....	34
4.1.1.1. Sólidos solubles	35
4.1.1.2. pH	36
4.1.1.3. Acidez	36
4.1.2. Análisis microbiológico de los tratamientos.....	37
4.1.3. Análisis sensorial de los tratamientos	37
4.1.3.1. Color.....	38
4.1.3.2. Olor	39
4.1.3.3. Sabor	39
4.1.3.4. Apariencia	39
4.1.3.5. Aceptabilidad global.....	40
4.1.4. Análisis fisicoquímicos complementario de los mejores tratamientos	41
4.2. DISCUSIÓN	41
4.2.1. Análisis fisicoquímicos de los tratamientos.....	41
4.2.2. Análisis microbiológico	42
4.2.3. Análisis sensorial de los tratamientos	43

4.2.4. Análisis fisicoquímicos complementarios de los mejores tratamientos....	44
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
5.1. CONCLUSIONES	45
5.2. RECOMENDACIONES.....	46
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
VII. ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características fisicoquímicas del mucílago de cacao	23
Tabla 2. Composición nutricional del mucílago de cacao	23
Tabla 3. Composición fitoquímica del mucílago de cacao	23
Tabla 4. Norma NTE INEN 2 411: Requisitos para energizantes	24
Tabla 5. Norma NTE INEN 2 411: Requisitos microbiológicos para energizantes	24
Tabla 6. Operacionalización de variables	28
Tabla 7. Tratamientos a evaluarse.....	29
Tabla 8. Descripción de tratamientos	29
Tabla 9. Formulaciones de cada tratamiento en porcentaje	29
Tabla 10. Encuesta de análisis sensorial.....	32
Tabla 11. Análisis fisicoquímicos de las bebidas	34
Tabla 12. Análisis de supuestos de los parámetros fisicoquímicos	35
Tabla 13. ANOVA para sólidos solubles	35
Tabla 14. Kruskal Wallis para pH.....	36
Tabla 15. ANOVA para acidez	36
Tabla 16. Análisis de supuestos de los parámetros sensoriales.....	38
Tabla 17. Análisis estadístico del color	38
Tabla 18. Análisis estadístico del olor	39
Tabla 19. Análisis estadístico del sabor	39
Tabla 20. Análisis estadístico de la apariencia	40
Tabla 21. Análisis estadístico de la aceptación global.....	40
Tabla 22. Resumen del análisis sensorial	40
Tabla 23. Análisis fisicoquímico de las mejores bebidas energizantes	41
Tabla 24. Análisis microbiológico del mejor tratamiento de la bebida energizante ..	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de un energizante	30
Figura 2. Recepción de la materia prima (cacao)	53
Figura 3. Selección de materia prima (cacao)	53
Figura 4. Peso de la materia prima (cacao)	53
Figura 5. Lavado de la materia prima (cacao)	53
Figura 6. Cortado de la materia prima (cacao)	53
Figura 7. Despulpado de la materia prima (cacao)	53
Figura 8. Mucilago de cacao	53

Figura 9. Cocción del mucilago de cacao	53
Figura 10. Adición de insumos.....	53
Figura 11. Preparación de la cafeína	54
Figura 12. Elaboración del azúcar invertido.....	54
Figura 13. Refrigerado de la bebida	54
Figura 14. Tanque de oxígeno y barril.....	54
Figura 15. Bebida adicionada al barril.....	54
Figura 16. Agitación y aplicación del CO ₂	54
Figura 17. Esterilización de las botellas.....	54
Figura 18. Esterilización del equipo de CO ₂	54
Figura 19. Embotellado de la bebida	54
Figura 20. Embotellado de la bebida	55
Figura 21. Almacenado y refrigerado de la bebida	55
Figura 22. Rotulado para la catación de la bebida	55
Figura 23. Preparación de las muestras para la catación	55
Figura 24. Hoja de catación con las muestras.....	55
Figura 25. Panelistas en la catación de la bebida	55
Figura 26. Determinación de °Brix.....	56
Figura 27. Determinación de Acides Titulable	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	50
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	51
Anexo 3. Elaboración de la bebida energizante	53
Anexo 4. Resultados fisicoquímicos	56
Anexo 5. Resultados microbiológicos	59
Anexo 6. Resultados estadísticos de InfoStat	60

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la preparación y caracterización de una bebida energizante a base de mucílago de cacao y azúcar invertido, estableciendo la mejor formulación, determinando parámetros fisicoquímicos, reológicos, microbiológicos y sensoriales. La metodología empleó un enfoque mixto con un diseño experimental factorial (3x2), evaluando seis tratamientos con diferentes concentraciones de mucílago de cacao (20, 30, 40 %) y azúcar invertido (5, 10 %). Se realizaron análisis fisicoquímicos (sólidos solubles, pH, acidez, viscosidad y cafeína), microbiológicos (mohos y levaduras) y sensoriales mediante una escala hedónica de 5 puntos utilizando 60 panelistas se evaluó color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad global. Los resultados demostraron que la formulación T4 (30 % mucílago de cacao y 10 % azúcar invertido) fue la más sobresaliente, obteniendo una calificación promedio de "Me gusta" (4 puntos) en todos los atributos sensoriales. Esta formulación presentó 14.13 °Brix, pH 5.54, acidez 5.93 g/L, una viscosidad de 12.4 cP y un contenido de cafeína de 262 mg/L, cumpliendo con los requisitos de la norma NTE INEN 2411. Además, los análisis microbiológicos (<10 UFC/mL de mohos y 10 UFC/mL de levaduras) confirmaron su inocuidad y conformidad normativa. En conclusión, se logró desarrollar una bebida energizante funcional, segura y altamente aceptada, que representa un valioso aporte al aprovechamiento del mucílago de cacao, un subproducto agrícola, ofreciendo una alternativa natural y sostenible en el mercado de bebidas energéticas.

Palabras Claves: Mucílago de cacao, bebida energizante, azúcar invertido, cafeína.

ABSTRACT

The objective of this study was to prepare and characterize an energy drink based on cocoa mucilage and inverted sugar, establishing the best formulation and determining physicochemical, rheological, microbiological, and sensory parameters. The methodology employed a mixed approach with a factorial experimental design (3x2), evaluating six treatments with different concentrations of cocoa mucilage (20, 30, 40%) and invert sugar (5, 10%). Physicochemical (soluble solids, pH, acidity, viscosity, and caffeine), microbiological (molds and yeasts), and sensory analyses were performed using a 5-point hedonic scale with 60 panelists to evaluate color, odor, flavor, appearance, and overall acceptability. The results showed that formulation T4 (30% cocoa mucilage and 10% invert sugar) was the most outstanding, obtaining an average rating of "Like" (4 points) in all sensory attributes. This formulation had 14.13 °Brix, pH 5.54, acidity 5.93 g/L, viscosity 12.4 cP, and caffeine content 262 mg/L, meeting the requirements of standard NTE INEN 2411. In addition, microbiological analyses (<10 CFU/mL of molds and 10 CFU/mL of yeasts) confirmed its safety and regulatory compliance. In conclusion, a functional, safe, and highly accepted energy drink was developed, representing a valuable contribution to the use of cocoa mucilage, an agricultural by-product, offering a natural and sustainable alternative in the energy drink market.

Keywords: Cocoa mucilage, energy drink, invert sugar, caffeine

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao*) constituye uno de los productos agrícolas de mayor relevancia económica y cultural a nivel mundial, no solo por ser la base del chocolate, sino también por su influencia en la economía de países productores como Ecuador. A escala global, se estima que la producción supera las 4.7 millones de toneladas anuales, de las cuales únicamente un 30 % corresponde a la semilla utilizada en la industria, mientras que el resto del fruto, conformado por la cáscara y el mucílago, se desperdicia. En el caso ecuatoriano, la producción alcanza aproximadamente las 300 000 toneladas por año, generando grandes cantidades de subproductos poco aprovechados, entre ellos el mucílago de cacao o "baba" (Kongor et al., 2024). Este material, rico en azúcares, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos, es subutilizado debido al desconocimiento de sus propiedades y potenciales aplicaciones en la industria alimentaria.

El mucílago de cacao contiene flavonoides, taninos y polifenoles con actividad antioxidante, además de minerales y vitamina C que favorecen el equilibrio metabólico, la reposición de electrolitos y la protección frente al daño celular (Reyes, 2020). Estos compuestos lo convierten en un recurso valioso para el desarrollo de alimentos funcionales, especialmente en un contexto donde la población demanda productos más saludables y naturales. Sin embargo, su aprovechamiento sigue siendo limitado, y en la mayoría de los casos este subproducto es desechado, lo que representa una pérdida tanto económica como ambiental.

Además, el consumo de bebidas energizantes ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años. Inicialmente diseñadas para deportistas, estas bebidas se han popularizado en distintos grupos sociales por su capacidad de mejorar la concentración, la resistencia física y el rendimiento mental. No obstante, gran parte de las marcas comerciales disponibles en el mercado contienen altas concentraciones de cafeína, taurina y otros compuestos sintéticos que, si bien generan un efecto estimulante, también pueden ocasionar problemas de salud como taquicardia, hipertensión, trastornos renales y metabólicos. Esta situación ha

despertado la necesidad de investigar alternativas más seguras y naturales que brinden beneficios energéticos sin efectos adversos (Silva et al., 2022).

En este contexto, la elaboración de una bebida energizante a partir de mucílago de cacao y azúcar invertido surge como una propuesta innovadora que busca aprovechar un recurso subutilizado y transformarlo en un producto funcional y competitivo. El azúcar invertido, por su parte, aporta características tecnológicas importantes como mayor poder endulzante, mejor solubilidad y estabilidad en las formulaciones, además de proveer energía de rápida y prolongada disponibilidad gracias a su composición de glucosa y fructosa. La combinación de ambos ingredientes ofrece un balance ideal para el desarrollo de una bebida energizante natural, nutritiva y sensorialmente atractiva.

La investigación se justifica en la necesidad de aprovechar un subproducto agrícola desaprovechado como el mucílago de cacao, con el fin de reducir el desperdicio y generar valor agregado en la cadena productiva. Asimismo, responde a la creciente demanda de los consumidores por productos saludables, funcionales y sostenibles, en contraposición a los riesgos asociados al consumo de bebidas energizantes sintéticas. Finalmente, el estudio contribuye a fortalecer la investigación aplicada en alimentos funcionales, aportando soluciones que integran innovación, salud y sostenibilidad.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cacao es uno de los productos agrícolas más importantes del mundo, se estima que la producción mundial sobrepasa más de 46 308 toneladas y los granos representan solo el 30 % del fruto y el resto del producto se desperdicia (Figueroa et al., 2020).

En Ecuador, el cacao ha sido una parte importante dentro de su economía e historia, actualmente se producen 300 000 toneladas al año (Abad et al., 2020), es por ello que su transformación pasó de ser artesanal a industrial, generando grandes cantidades de desechos tales como: cáscaras, residuos de semillas y mucílago o pulpa de cacao. De estos desechos, el mucílago se utiliza especialmente para la producción de bebidas alcohólicas debido a las bacterias ácido lácticas que se forman durante el proceso de fermentación (Arcos, 2022).

Una de las causas más importantes del desaprovechamiento del mucílago de cacao es la falta de conocimiento de los agricultores sobre las nuevas tecnologías aplicables a este recurso, el 81 % desconoce el valor nutricional del mucílago y el 72 % lo desperdicia (Estrella, 2013).

El consumo de bebidas energizantes ha aumentado significativamente en Ecuador (Abreu et al., 2013). Se estima un consumo mensual de 155 mil latas y entre las más consumidas están Red Bull y V220 las cuales contienen taurina y cafeína en su composición (Barrera et al., 2019), inicialmente fueron creadas para ser consumidas por deportistas, sin embargo, tuvieron aceptación por el público en general con el fin de aumentar la resistencia física y mental, mejorar la concentración y estimular el metabolismo (Abreu et al., 2013).

Sin embargo la mayoría de las bebidas energizantes en el mercado pueden ocasionar efectos negativos como náuseas, taquicardia, aumento de la presión arterial, problemas renales, respiratorios y metabólicos (Cote et al., 2011), por estos motivos es importante optimizar la elaboración de una bebida energizante natural a base de mucílago de cacao y azúcar invertido.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influyen el mucilago de cacao y el azúcar invertido en la caracterización de una bebida energizante?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La falta de conocimiento sobre el valor nutricional que posee el mucílago de cacao limita los procesos industriales, en la elaboración de productos a base de desperdicios del cacao, siendo la semilla la parte más utilizada en la industria.

La pulpa del fruto del cacao conocida también como mucílago de cacao es uno de los mayores desperdicios y está compuesta por un 10 a 15 % de azúcares, principalmente glucosa, fructosa y sacarosa, minerales como sodio, fósforo, magnesio y potasio, características importantes para los organismos dando como resultado la síntesis de etanol y ácidos: láctico, succínico, cítrico, acético y málico (Criollo y Lange, 2022).

El mucílago de cacao es un subproducto rico en nutrientes con antioxidantes como flavonoides, taninos, antocianinas, estos residuos pueden ser aprovechados para desarrollar productos con características beneficiosas para el ser humano que, al ser consumido ayuda a la protección contra el daño celular, reducción del estrés oxidativo, reducción del riesgo de enfermedades crónicas, mejora la salud cardiovascular y mejora la salud cognitiva (Chuez, 2022).

Se han realizado investigaciones a nivel Nacional las cuales el mucílago de cacao tiene gran importancia industrial debido a sus características nutritivas y sensoriales, también se han determinado propiedades antioxidantes que aportan positivamente al organismos debido al contenido de flavonoides, fenoles y polifenoles, dichas propiedades pueden ser aprovechadas para la elaboración de bebidas energizantes (Vasquez, 2020).

El alto contenido de fuentes de energía de fácil absorción del mucílago de cacao como vitamina C y sales minerales, le proporcionan a las bebidas hidratantes propiedades para mantener el equilibrio metabólico mediante la reposición de electrolitos, además, de un efecto sinérgico para apaciguar la sed (Santana et al., 2018).

La investigación a realizarse incentivará a la optimización en procesos de producción sobre desechos o subproductos agrícolas con el fin de crear otros alimentos funcionales como un energizante natural a base de mucílago de cacao.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Caracterizar una bebida energizante elaborada a partir de mucílago de cacao y azúcar invertido.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer la mejor formulación de mucílago de cacao y azúcar invertido para la elaboración de una bebida energizante.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos y sensoriales a una bebida energizante preparada a partir del mucílago de cacao y azúcar invertido.
- Analizar parámetros reológicos y microbiológicos en los mejores tratamientos.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles son los parámetros que deben determinarse en una bebida energizante y el aporte de nutrientes del mucílago de cacao?
- ¿Cuál son las posibles composiciones de las mezclas de mucílago de cacao y azúcar invertido para la elaboración de una bebida energizante?
- ¿Una bebida energizante elaborada a base de mucílago de cacao y azúcar invertido tiene aceptabilidad?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

López et al. (2024), realizaron una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de distintas concentraciones de mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) y café (*Coffea arabica*) en la elaboración de una bebida energética, mediante un Diseño Completamente al Azar con seis tratamientos y tres repeticiones, aplicando la prueba de Tukey ($p < 0.05$) para determinar diferencias significativas. El mejor tratamiento fue T5, formulado con 20 % de mucílago de cacao nacional y 1 % de café, que presentó un pH de 3.28, acidez titulable de 0.72 % y sólidos solubles de 14.10 °Brix, parámetros que lo destacaron frente a las demás formulaciones. En la evaluación sensorial, este tratamiento alcanzó la mayor aceptación dentro de la categoría "me gusta muchísimo", resaltando por su color ámbar y sabor con notas suaves a cacao-café. Además, el análisis de alcaloides evidenció la ausencia de teobromina y un contenido de cafeína de 212.7 mg/L, dentro de los rangos establecidos para bebidas energizantes.

Vásquez et al. (2024), desarrollaron una investigación cuyo objetivo fue elaborar una bebida energizante a base de cacao en polvo (*Theobroma cacao L.*) y hojas de guayusa (*Ilex guayusa*), cuantificando su contenido de cafeína y determinando la formulación de mayor aceptación sensorial. El estudio se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar con tres tratamientos (T1, T2 y T3) y cuatro repeticiones, evaluando variables organolépticas como textura, color, olor y sabor mediante un panel de 30 catadores. Los resultados evidenciaron que el tratamiento T2 (30 % cacao, 25 % guayusa, 30 % agua, 15 % panela) obtuvo las mejores calificaciones sensoriales con promedios de 3.13 en textura, 3.60 en color, 3.47 en olor y 3.57 en sabor, mientras que el análisis de cafeína reportó un valor de 250 mg/L, dentro del rango establecido por la norma INEN 2411-2017 (200–350 mg/L). Asimismo, los análisis microbiológicos confirmaron ausencia de aerobios mesófilos, coliformes, mohos y levaduras, garantizando la inocuidad del producto.

Rojas y Rojas (2018), desarrollaron una investigación con el objetivo de aprovechar el mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) en la formulación de una bebida no alcohólica, caracterizando sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, y estableciendo los parámetros tecnológicos para su elaboración. La metodología empleada fue experimental, utilizando mazorcas de cacao criollo de Tarapoto (San Martín), sometidas a procesos de prensado, estabilización térmica, estandarización, pasteurización y envasado, evaluando diferentes combinaciones de dilución pulpa:agua (1:2, 1:2.5, 1:3), grados Brix (10, 11.5, 13) y concentración de estabilizante (0.08 %, 0.1 %, 0.12 %). Los resultados indicaron que la formulación óptima fue la de 0.1 % de estabilizante, 11.5 °Brix y dilución 1:2, alcanzando una aceptabilidad sensorial de 7.5 puntos en escala hedónica de 9. La bebida presentó características fisicoquímicas destacables como humedad 94.69 %, proteína 0.08 %, grasa 0.028 %, carbohidratos 4.95 %, pH 3.95, acidez titulable 0.31 %, °Brix 13.4 y energía total de 60.37 kcal/100 g, además de cumplir con los límites microbiológicos establecidos por la NTS N° 071-MINSA/DIGESA V-01 (2008). Los autores concluyeron que el mucílago de cacao representa una materia prima viable para el desarrollo de bebidas funcionales, con adecuada estabilidad, valor nutricional y aceptación sensorial.

Cadena (2015), desarrolló una investigación orientada al diseño de un proceso para la elaboración de una bebida energizante a partir de los excedentes de cacao (cáscara, placenta y pulpa), con el objetivo de obtener un producto rico en teobromina, cafeína y flavonoides, minimizando el contenido de grasa. La metodología incluyó procesos de deslipidización, extracción por lixiviación en agua bajo convección forzada y natural a temperaturas de 50–80 °C durante 1–6 horas, y análisis mediante electroforesis capilar y espectrofotometría. Se determinó que la extracción óptima de teobromina y cafeína se logra a 60 °C en placenta y 70 °C en corteza, mientras que los flavonoides se extraen eficientemente a 70 °C en ambas matrices, en un tiempo de 2 horas por convección forzada. La bebida final fue sometida a clarificación enzimática con pectinasas, pasteurización a 80 °C por 2 minutos, y análisis químico, microbiológico y sensorial. Presentó 10.6 °Brix, pH 3.9, acidez titulable de 0.603 g ácido cítrico/100 mL, y una concentración total de alcaloides de 21.81 mg/L. Los análisis sensoriales mostraron alta aceptabilidad, especialmente en sabor y dulzor, y los parámetros microbiológicos cumplieron con la normativa INEN. Se concluyó que los subproductos del cacao pueden ser

aprovechados eficazmente en la formulación de bebidas energéticas naturales, con propiedades funcionales y buena aceptación.

Paredes (2023), desarrolló una investigación cuyo objetivo fue evaluar la factibilidad técnica, sensorial y económica de una bebida energética elaborada a partir del exudado del mucílago de cacao, aprovechando un subproducto agrícola de alto valor nutricional. La metodología empleada incluyó un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos que variaron la concentración de mucílago de cacao (50, 60 y 70 %), evaluando parámetros fisicoquímicos como pH, acidez y °Brix durante un periodo de almacenamiento de tres semanas. Los resultados mostraron que el tratamiento T2 (benzoato al 50 %, 60 % mucílago) presentó mejor estabilidad con una vida útil de 20 días, con un valor de pH de 3.54, acidez de 0.80 %, y °Brix de 11, cumpliendo con los requisitos de la norma NTE INEN 2337. Además, se determinó una vida útil de 20 días. Concluye que es posible desarrollar una bebida energética funcional, estable y comercialmente viable a partir del mucílago de cacao, contribuyendo al aprovechamiento de residuos agroindustriales y al desarrollo sostenible en el cantón Los Bancos.

Morales (2022), desarrolló una investigación cuyo objetivo fue elaborar una bebida energética a base de pitahaya roja variedad lisa (*Hylocereus polyrhizus*) y té negro (*Camellia sinensis*), formulando cuatro variantes mediante un diseño factorial 2² y evaluando su efecto energético, aceptabilidad sensorial y posibles efectos secundarios en 25 participantes. El análisis incluyó pruebas organolépticas, mediciones de frecuencia cardíaca y presión arterial, así como la determinación de parámetros fisicoquímicos de la mejor formulación. Los resultados mostraron que la formulación "FC" obtuvo la mayor aceptación por su sabor, aroma, consistencia y dulzura, además de generar un efecto energizante perceptible a los 15 minutos sin efectos adversos significativos; a nivel fisicoquímico, presentó un pH de 3,74, sólidos solubles de 12,96 °Brix, acidez titulable de 5,03 g/L y densidad de 1,036 g/mL. La autora concluyó que la bebida formulada constituye una alternativa natural e innovadora dentro del mercado de energizantes, con alta aceptación y funcionalidad.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Generalidades del Cacao (*Theobroma cacao*)

El Cacao es un árbol originario de Latinoamérica, el término griego "Theobroma" significa "alimento de los Dioses" y existen 22 especies de este género, a partir del uso

de mazorcas de *Theobroma cacao* se obtiene el chocolate que es el producto de más importancia económica (Martínez, 2008).

El fruto del Cacao es una mazorca con diferentes tamaños, colores y formas según la variedad, pueden medir entre 15 a 30 cm de largo y entre 7 a 10 cm de ancho y termina en forma de punta. En cada mazorca se encuentran en promedio 30 a 40 semillas, encajadas en una masa de pulpa o mucílago formada sobre cada semilla. En Ecuador también se la conoce como "baba", las semillas varían su forma de acuerdo al genotipo del cacao y dentro poseen dos cotiledones que sirven como reserva de energía, estos cotiledones contienen sustancias minerales atractivas para el uso comercial en la elaboración de licor, manteca y polvo de cacao (Paredes et al., 2022).

2.2.2. Mucílago de cacao

El mucílago de cacao es conocido en la industria alimentaria como "exudado", durante la fermentación de las semillas de cacao la pulpa genera varios microorganismos que son esenciales para darle sabor al chocolate, la pulpa fresca puede ser congelada y usada como saborizante de helados y yogur (Estrella, 2013).

La fermentación de las semillas del cacao generan reacciones químicas que producen la muerte del embrión formando precursores del aroma del cacao, también se menciona que la elevación de la temperatura sobre la fermentación del mucílago desempeña un papel importante sobre las reacciones enzimáticas (Rojas y Rojas, 2018).

2.2.3. Características del mucílago de cacao

Las características fisicoquímicas del mucílago de cacao se pueden apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Características fisicoquímicas del mucílago de cacao

Parámetros	Unidad	Promedios
pH		3.75 ± 0.81
Sólidos solubles Totales	°Brix	16.17 ± 0.74
Humedad	%	85.3 ± 8.60
Acidez titulable	mg/L	170 ± 6.28
Ácido Cítrico	mg/L	9.14 ± 0.64
Acido málico	mg/L	3.6 ± 0.50
Ácido acético	mg/L	2.28 ± 0.70
Ácido acético	mg/L	1.27 ± 0.72
Ácido láctico	mg/L	1.23 ± 0.01
Vitamina C	mg/L	18.3 ± 7.50
Ceniza	%	3.76 ± 0.84
Grasa	%	3.54 ± 0.2
Proteínas totales	g/L	7.2 ± 0.21

Fuente. (Rojas y Rojas, 2018)

La composición nutricional del mucílago de cacao se puede apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición nutricional del mucílago de cacao

Contenido de minerales	Mucílago de cacao	
	Fresco (g/100)	Fermentado (g/100g)
Mg	128.89 ± 0.99 ^a	2.80 ± 0.27 ^b
K	1 945.52 ± 0.71 ^a	3 405.51 ± 2.21 ^b
P	154.11 ± 2.85 ^a	173.18 ± 0.65 ^b
Ca	92.47 ± 1.42 ^a	122.37 ± 0.81 ^b
Na	9.34 ± 0.71 ^a	9.33 ± 0.81 ^a
Zn	1.87 ± 0.27 ^a	21.78 ± 1.08 ^b
Cu	3.74 ± 0.45 ^a	6.22 ± 0.32 ^b
Mn	0.93 ± 0.18 ^a	UD
Fe	2.80 ± 0.27 ^b	1.04 ± 0.50 ^a

Fuente. (Goude et al., 2019)

La composición fitoquímica del mucílago de cacao se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición fitoquímica del mucílago de cacao

Parámetros	Unidad	Mucílago de cacao	
		Fresco	Fermentado
Polifenoles	mg/100 g	26.06 ± 0.14 ^a	37.5 ± 1.02 ^b
Taninos	mg/100 g	13.68 ± 0.12 ^b	10.86 ± 0.08 ^a
Flavonoides	mg/100 g	6.0 ± 0.16 ^b	3.05 ± 0.04 ^a
Oxalatos	mg/100 g	0.6 ± 0.02 ^b	0.33 ± 0.05 ^a
Fitatos	mg/100 g	1.23 ± 0.02 ^b	0.93 ± 0.05 ^a
DPPH	μ/g	9.46 ± 0.53 ^a	13.05 ± 0.13 ^b
ABTS	μ/g	12.73 ± 0.28 ^a	13.77 ± 0.21 ^b

Fuente. (Goude et al., 2019)

2.2.4. Bebidas Energizantes

Las bebidas energizantes son un grupo de productos comercializados como alimentos, gozan de alta popularidad debido a sus características estimulantes.

Tienen su origen en Japón y Escocia donde fueron creadas con el objetivo de aumentar la concentración y energía, su composición inicial fue una mezcla de vitaminas y con el tiempo se le agregó cafeína y carbohidratos (Cote et al., 2011).

2.2.5. Componentes de las bebidas energizantes

Están formadas principalmente por sacarosa y glucosa, aminoácidos, proteínas, vitaminas B (B1, B2, B6, B12), Metilxantinas como cafeína, teobromina y en cantidad menores sustancias como inositol, glucoronolactona, y ácido cítrico.

Según la norma NTE INEN 2 411 los requisitos que deben cumplir una bebida energizante se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Norma NTE INEN 2 411: Requisitos para energizantes

Composición	Niveles permitidos	Determinación
Taurina	No mayor a 4 000 mg/L	
Cafeína	Entre 250 mg/L y 350 mg/L	NTE INEN 1 081
Glucoronolactona	No mayor a 2 500 mg/L	
Vitaminas y Minerales	---	NTE INEN 1334-2
Valor calórico	mínimo de 44 kcal/100 mL	NTE INEN 1 334-2

Fuente. (INEN, 2008)

En cuanto a requisitos microbiológicos se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Norma NTE INEN 2 411: Requisitos microbiológicos para energizantes

Microorganismos	N	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/100 cm ³	5	<2 (*1)	--	0	NTE INEN 1 095
REP UFC/cm ³	5	3.0 x 10 ¹	--	0	NTE INEN 1 529-5
Mohos UP/cm ³	5	1	1.0 x 10 ¹	2	NTE INEN 1 529-10
Levaduras Up/cm ³ (*4)	5	1	1.0 x 10 ¹	2	NTE INEN 1 529-10

(*1)=Significa que en una serie de cinco tubos por cada una de las tres diluciones ninguno es positivo; NPM=número más probable; REP=Recuento estándar en placa; UFC=Unidades formadoras de colonias; UP = Unidades propagadoras; n = Números de muestras; m= Nivel de aceptación; M= Nivel de rechazo; c= Número de unidades permitidas entre m y M.

Fuente. (INEN, 2008)

2.2.6. Polifenoles, Flavonoides y ácidos fenólicos

Los polifenoles son compuestos que se encuentran naturalmente en las plantas y forman parte de alimentos y bebidas de origen vegetal, están relacionados

directamente con características como el valor nutricional, color, sabor y palatabilidad. Los ácidos fenólicos y flavonoides forman parte de estos compuestos entre ellos los taninos, el ácido cumárico y la quercetina los cuales tienen un poder antioxidante más potente que la vitamina E (Padilla et al., 2008).

Los flavonoides son los polifenoles más abundantes en las plantas y se clasifican en flavonas, flavonoles, flavanoles, isoflavonas, antocianinas y flavanonas, son usados en medicina al poseer propiedades antioxidantes y que elimina radicales libres (Ayala et al., 2019).

La actividad antioxidante de los flavonoides se debe a una combinación de sus propiedades quelatantes del hierro y eliminadoras de radicales libres (RL). Otros autores también han mencionado la inhibición de enzimas oxidativas como las enzimas lipoxigenasa (LO), ciclo oxigenasa (CO), mieloperoxidasa (MPO), NADPH oxidasa y xantina oxidasa (XO); evitando la formación de especies de enzimas reactivas de oxígeno (ROS) e hidroperóxidos orgánicos. Por otro lado, se sabe que inhiben enzimas implicadas indirectamente en los procesos de oxidación, como la fosfolipasa A2 (FLA2), y estimulan otras enzimas con reconocidas propiedades antioxidantes, como la catalasa (CAT) y el superóxido dismutasa (SOD).

De esta manera, los flavonoides interfieren con las reacciones de propagación de RL y la formación de radicales entre si (Pérez, 2003).

2.2.7. Azúcar invertido

El azúcar invertido es un edulcorante líquido que se obtiene a partir de la hidrólisis parcial o total de la sacarosa, generando una mezcla equimolar de glucosa y fructosa. Este proceso puede realizarse mediante hidrólisis enzimática, utilizando la enzima invertasa, o a través de hidrólisis ácida, empleando un medio ácido controlado. La denominación "invertido" proviene del cambio en la dirección de la rotación óptica de la solución: mientras que la sacarosa presenta una rotación dextrógira, la mezcla resultante adquiere un carácter levógiro (Bende, 2025).

Desde el punto de vista funcional, el azúcar invertido posee propiedades tecnológicas que lo diferencian de la sacarosa cristalina. Entre sus características más destacadas se encuentran su mayor poder endulzante aproximadamente un 20 a 30 % superior al de la sacarosa, su elevada solubilidad y su capacidad para retener humedad, lo que lo convierte en un ingrediente valioso en la industria alimentaria

(Höfer, 2015). Estas propiedades lo hacen adecuado en productos que requieren estabilidad, textura suave y prevención de cristalización, como jarabes, confitería y bebidas.

En el caso de bebidas energizantes, el azúcar invertido constituye una fuente inmediata de energía metabólicamente disponible. La glucosa actúa como un combustible de rápida asimilación, favoreciendo la recuperación energética inmediata, mientras que la fructosa proporciona una liberación más prolongada de energía debido a su metabolismo hepático diferenciado. Esta combinación permite mejorar el rendimiento físico y mantener niveles de glucosa sanguínea más estables en comparación con el consumo exclusivo de sacarosa (Giorgi, 2025).

Además de su aporte energético, el azúcar invertido mejora la percepción sensorial de las bebidas al incrementar la intensidad del dulzor y realzar el sabor de otros componentes, como los compuestos aromáticos presentes en el mucílago de cacao. Asimismo, su acción higroscópica favorece la estabilidad del producto durante el almacenamiento, evitando la recristalización y aportando una textura más uniforme (Belo, 2024).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El proyecto se desarrolló bajo un enfoque mixto, tanto cualitativo como cuantitativo, los factores fisicoquímicos (pH, acidez titulable, grados brix, cafeína) tuvieron un enfoque cuantitativo, mientras que a los indicadores sensoriales (color, olor, sabor, apariencia) un enfoque cualitativo.

3.1.2. Tipo de Investigación

Para el desarrollo del proyecto se realizó una investigación de tipo experimental, en la cual se evaluaron 3 concentraciones de mucílago de cacao y 2 concentraciones de azúcar invertido.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula (Ho). La preparación de una bebida energizante a partir de mucílago de cacao y azúcar invertido no tendrá ningún efecto significativo sobre las características fisicoquímicas, sensoriales, reológicas y microbiológicas de la bebida.

Hipótesis alternativa (Hi). La preparación de una bebida energizante a partir de mucílago de cacao y azúcar invertido tendrá un efecto significativo sobre las características fisicoquímicas, sensoriales, reológicas y microbiológicas de la bebida.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

- Variable Independiente: Mezcla de mucílago de cacao y azúcar invertido.
- Variable Dependiente: Evaluación fisicoquímica, reológica, microbiológica y sensorial.

3.3.2. Operacionalización de las variables

En la Tabla 6 se puede observar la operacionalización de variables.

Tabla 6. Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente				
Concentraciones de mucílago de cacao y azúcar invertido	Dosificación de mucílago de cacao	20, 30 y 40 %	Gravimetría Basado en (Cadena, 2015)	Investigación
	Azúcar invertido	10 y 15 %		
Dependiente				
Calidad de la bebida	Características fisicoquímicas	Acidez titulable pH °Brix Cafeína	Potenciometría Refractometría Espectrofotometría	INEN-ISO 750-2013 INEN-ISO 1842-2013 INTE INEN 1 081
	Características reológicas	Viscosidad	Viscosimetría	Viscosímetro
	Características microbiológicas	Mohos y levaduras	MMI-121	NTE INEN-ISO 21527-2:2014/REP
	Características sensoriales	Color Olor Sabor Apariencia Aceptación general	Prueba de aceptación con escala hedónica de 5 puntos	Hoja de catación

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Métodos

Se utilizó un diseño DCA con arreglo factorial (3x2), donde se evaluarán 3 concentraciones de mucílago de cacao (20, 30 y 40 %) y dos niveles de azúcar invertido (5 y 10 %) en la elaboración de una bebida energizante.

Los tratamientos evaluados se muestran y describen en las Tablas 7 y 8:

Tabla 7. Tratamientos a evaluarse

	Mucílago de cacao		
	20 %	30 %	40 %
Azúcar invertido al 5 %	T1	T3	T5
Azúcar invertido al 10 %	T2	T4	T6

Tabla 8. Descripción de tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	Bebida energizante con 20 % Mucílago de cacao y 5 % azúcar invertido
T2	Bebida energizante con 20 % Mucílago de cacao y 10 % azúcar invertido
T3	Bebida energizante con 30 % Mucílago de cacao y 5 % azúcar invertido
T4	Bebida energizante con 30 % Mucílago de cacao y 10 % azúcar invertido
T5	Bebida energizante con 40 % Mucílago de cacao y 5 % azúcar invertido
T6	Bebida energizante con 40 % Mucílago de cacao y 10 % azúcar invertido

En la Tabla 9 se detallan los recursos necesarios de la elaboración de cada tratamiento:

Tabla 9. Formulaciones de cada tratamiento en porcentaje

Materia prima	Formulación en porcentaje (%)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Mucílago de cacao	20	20	30	30	40	40
Agua	78.27	77.77	68.27	67.77	58.27	57.77
Azúcar invertido	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5
Cafeína	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Ácido cítrico	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sorbato de potasio	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Saborizante de Nutella	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100	100	100	100	100	100

3.4.2. Técnicas

- **Determinación de las propiedades fisicoquímicas del mucílago de cacao**

Las propiedades evaluadas después de extraer el mucílago de la mazorca fueron: pH, acidez titulable y sólidos solubles (°Brix).

- **Elaboración del energizante**

A continuación, en la Figura 1 se detalla el proceso para la elaboración de un energizante.

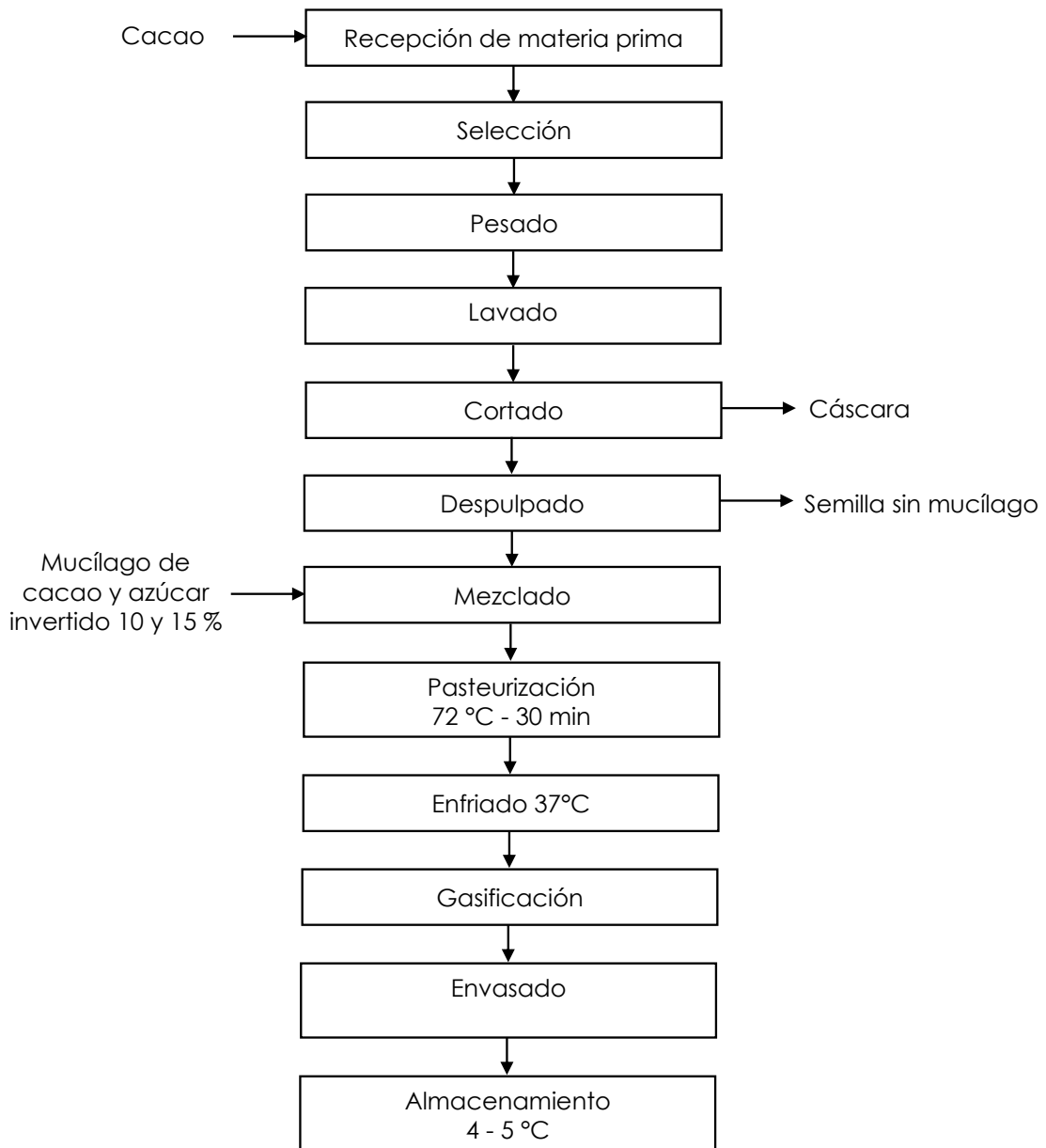


Figura 1. Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de un energizante
Fuente. (Paredes, 2023)

Descripción del diagrama de flujo

Recepción de materia prima. En este paso se debe verificar la calidad de la materia prima, asegurándonos que las mazorcas no presenten daños físicos, enfermedades o plagas en su interior. Se registra el peso y el estado general para garantizar que se trabaje con materia prima de buena calidad.

Selección. Se realizó una inspección visual y manual de las mazorcas para separar las que no cumplan con los estándares de calidad. Se separan las mazorcas en mal estado, las que presenten moho o las que estén rotas, garantizando que la materia prima que continúa en el proceso sea de una buena calidad.

Pesado. Una vez seleccionada la materia prima, las mazorcas de cacao son pesadas. Este proceso es fundamental para controlar la cantidad de materia prima que ingresa al proceso, permitiendo calcular el rendimiento y estandarizar la producción.

Lavado. El lavado de las mazorcas de cacao se realizó para eliminar la suciedad, residuos de tierra, polvo o microorganismos superficiales. Este proceso contribuye a la higiene y sanidad del producto final, reduciendo la carga microbiana inicial.

Cortado. Las mazorcas lavadas se cortaron cuidadosamente para extraer las semillas y el mucílago. Es importante realizar este corte de forma manual para evitar dañar las semillas y asegurar una extracción eficiente del mucílago.

Despulpado. Es el proceso de separación del mucílago de la semilla. Este paso fue necesario para obtener el mucílago de cacao puro, el cual es el ingrediente principal de la bebida energizante.

Mezclado. Aplicación de tratamiento (mezcla de mucílago de cacao y azúcar invertido 10 y 15 %). En esta etapa se preparó la formulación de la bebida. El mucílago de cacao extraído se mezcla con el azúcar invertido en dos diferentes concentraciones 10 y 15 %, el cual actúa como edulcorante. Esta mezcla fue realizada para obtener el dulzor deseado, balancear el sabor característico del mucílago y mejorar la estabilidad de la bebida.

Pasteurización. La mezcla de mucílago y el azúcar invertido se sometió a un proceso de pasteurización, que consiste en calentar la bebida a una temperatura de 72 °C durante 30 min. El objetivo principal de la pasteurización es destruir los microorganismos patógenos y la mayoría de los microorganismos de alteración, prolongando la vida útil del producto final.

Enfriado. Después de la pasteurización, la bebida es enfriada de manera controlada hasta alcanzar una temperatura de 37 °C, este enfriamiento es importante para preparar la bebida para la siguiente etapa, la gasificación, ya que una temperatura alta podría afectar la solubilidad del gas.

Gasificación. La bebida se somete a un proceso de carbonatación o gasificación, donde se le inyecta dióxido de carbono CO₂ bajo condiciones de presión y temperatura. Este proceso le confiere a la bebida las características efervescentes, mejora su percepción en boca y su atractivo sensorial.

Envasado. La bebida gasificada se envasa rápidamente en recipientes estériles.

Almacenamiento. El producto envasado es almacenado en condiciones de refrigeración, a una temperatura de entre 4 a 5 °C. el almacenamiento en frío es crucial para mantener la calidad sensorial, la carbonatación y la inocuidad microbiológica de la bebida.

- **Variables cuantitativas**

Acidez. Se mide por titulación de 10 mL de muestra con 0.1 N de Hidróxido de sodio y 3 gotas de fenolftaleína como indicador, se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Acidez (mEq/mL)} = \frac{V_1 \cdot N}{V(\text{muestra})\text{mL}}$$

Dónde: V₁: mL NaOH gastado; N: Normalidad de NaOH; V: Volumen de muestra (mL).

Se utilizó el factor de conversión de 0.064 g de ácido cítrico/mEq establecido en la norma NTE INEN 1091: 1983 para la Determinación de la acidez titulable en bebidas gaseosas.

pH. Se determinó por medio del uso de un potenciómetro.

Sólidos solubles (°Bx). Se determina mediante la normativa NTE INEN 380 haciendo uso de un refractómetro, primero haciendo una calibración con agua destilada, se procede a colocar la muestra y tomar la lectura.

- **Variables cualitativas**

Para analizar las variables cualitativas del energizante, se realizó una degustación con 60 personas de los tratamientos que cumplen con las condiciones óptimas y requisitos de la norma NTE INEN 2 411 para bebidas energéticas, se evaluaron los parámetros de color, olor, textura y sabor mediante una tabla de calificación (Tabla 10).

Tabla 10. Encuesta de análisis sensorial

Alternativas	Puntuación	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aceptación General
Me gusta mucho	5					
Me gusta	4					
Ni me gusta ni me disgusta	3					
Me disgusta	2					

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables cualitativas ordinales (olor, color, sabor y apariencia) fueron evaluadas mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, adecuada para datos que no cumplen con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Esta prueba permitió identificar diferencias significativas entre tratamientos sin asumir distribución normal. Por otro lado, las variables cuantitativas (pH, acidez titulable, °Brix y cafeína) fueron sometidas a un análisis de varianza (ANOVA) bajo el supuesto de normalidad de los residuos y homogeneidad de varianzas. En caso de cumplirse dichos supuestos, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey (nivel de significancia $p \leq 0.05$) para determinar diferencias significativas entre grupos. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software INFOSTAT.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Con el objetivo de evaluar las propiedades técnicas y determinar la viabilidad de la bebida energizante elaborada a partir de mucílago de cacao y azúcar invertido, se desarrollaron diversos análisis que permitieron evaluar su calidad desde múltiples dimensiones. Los resultados se estructuraron en tres bloques principales: análisis fisicoquímico de los tratamientos formulados, evaluación sensorial mediante panel de catadores, y posteriormente, se seleccionaron los tratamientos con mayor puntuación sensorial para someterlos a análisis fisicoquímicos y microbiológicos complementarios, con el propósito de verificar su estabilidad e inocuidad.

Para cada conjunto de resultados se aplicaron pruebas estadísticas, previa verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Según la naturaleza de los datos, se utilizó ANOVA o pruebas no paramétricas, lo que permitió establecer diferencias significativas entre tratamientos y validar técnicamente los resultados obtenidos.

4.1.1. Análisis fisicoquímicos de los tratamientos

Se realizó análisis fisicoquímicos a los seis tratamientos formulados con diferentes concentraciones de mucílago de cacao y azúcar invertido, con el propósito de evaluar sólidos solubles (°Brix), pH y acidez titulable. Estos indicadores permitieron caracterizar la calidad técnica de cada formulación y establecer comparaciones entre ellas. En la Tabla 11 se presenta la media de los resultados obtenidos para los diferentes tratamientos de las bebidas.

Tabla 11. Análisis fisicoquímicos de las bebidas

Tratamientos	Parámetros		
	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez (g ácido cítrico/100 mL)
T1	11.30 ± 0.26	5.51 ± 0.02	0.30 ± 0.01
T2	13.60 ± 0.79	5.59 ± 0.07	0.31 ± 0.01
T3	10.00 ± 0.26	5.55 ± 0.11	0.35 ± 0.01
T4	14.13 ± 0.47	5.54 ± 0.09	0.38 ± 0.01
T5	10.00 ± 0.69	5.61 ± 0.14	0.37 ± 0.03
T6	12.10 ± 0.10	5.50 ± 0.09	0.35 ± 0.01

Previamente al análisis estadístico, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y ANOVA (Tabla 12), respectivamente, lo que permitió seleccionar la prueba estadística adecuada para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 12. Análisis de supuestos de los parámetros fisicoquímicos

Supuesto	Método	Indicador	°Brix	pH	Acidez
Normalidad	Shapiro-Wilk normality test	P-valor	0.1357	0.0106	0.8881
		Cumplimiento	Sí	No	Sí
Homogeneidad de varianzas	Análisis de varianza	P-valor	0.0245	0.0630	0.0869
		Cumplimiento	No	Sí	Sí

Los resultados muestran que °Brix y acidez cumplen con el supuesto de normalidad ($p > 0.05$), mientras que pH no lo cumple. En cuanto a la homogeneidad de varianzas, °Brix presenta diferencias significativas, lo que indica incumplimiento del supuesto, mientras que pH y acidez sí lo cumplen. Por tanto, considerando que al menos el supuesto de normalidad se cumpla, en °Brix y acidez se utilizó el análisis de varianza (ANOVA); mientras que en pH se procedió a aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para evaluar diferencias entre tratamientos en estas variables,

4.1.1.1. Sólidos solubles

Los resultados del análisis estadístico aplicado a los tratamientos se resumen en la Tabla 13, donde se valoró el contenido de sólidos solubles utilizando ANOVA como prueba paramétrica.

Tabla 13. ANOVA para sólidos solubles

Prueba	p-valor	Tratamientos	Media (°Brix)	Rango
ANOVA	< 0.0001	T4	14.13	A
		T2	13.60	A
		T6	12.10	B
		T1	11.30	BC
		T5	10.00	C
		T3	10.00	C

El valor p obtenido (< 0.0001) indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados ($p < 0.05$). Según la comparación de medias, los tratamientos T3 y T5 presentaron los valores más bajos de sólidos solubles (10.00 °Brix), agrupándose en el rango C, mientras que T4 y T2 mostraron los valores

más altos (14.13 y 13.60 °Brix, respectivamente), ubicándose en el rango A. Estos resultados permitieron identificar qué combinaciones de mucílago y azúcar invertido generaron bebidas con mayor o menor concentración de azúcares totales, aspecto clave en la percepción sensorial y energética del producto.

4.1.1.2. pH

La Tabla 14 recoge los resultados del análisis estadístico aplicado al pH de las diferentes formulaciones.

Tabla 14. Kruskal Wallis para pH

Prueba	p-valor	Tratamientos	Media	Rango
Kruskal Wallis	0.4660	T1	5.51	A
		T2	5.59	A
		T3	5.55	A
		T4	5.54	A
		T5	5.61	A
		T6	5.50	A

El valor p obtenido ($p = 0.4660$) es superior al umbral de significancia estadística (0.05), lo que indica que no se detectaron diferencias significativas en los niveles de pH entre los tratamientos evaluados. Todos los tratamientos (T1 a T6) se agrupan dentro del mismo rango estadístico (A), lo que sugiere una estabilidad en la acidez potencial del producto independientemente de la combinación de mucílago y azúcar invertido.

Desde una perspectiva técnica, esta homogeneidad en el pH es favorable para la estandarización del perfil sensorial y microbiológico del producto, ya que valores cercanos a 5.5 permiten mantener condiciones ligeramente ácidas, adecuadas para la conservación y percepción gustativa de bebidas tipo energizante.

4.1.1.3. Acidez

La Tabla 15 presenta, de manera detallada, los resultados del ANOVA aplicado a la acidez titulable en las diferentes formulaciones.

Tabla 15. ANOVA para acidez

Prueba	p-valor	Tratamientos	Media (g ácido cítrico/100 mL)	Rango
ANOVA	0.0001	T4	0.38	A
		T5	0.37	A
		T6	0.35	A
		T3	0.35	AB
		T2	0.31	BC
		T1	0.30	C

El valor p obtenido ($p = 0.0001$) evidencia diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El tratamiento T1 presenta los valores más bajos de acidez (0.30 g ácido cítrico/100 mL), agrupándose en el rangos C. En contraste, los tratamientos T4, T5, T6 mostraron los valores más altos (0.38, 0.37 y 0.35 g ácido cítrico/100 mL, respectivamente), ubicándose en el rango A. Estos resultados sugieren que la formulación (% de mucílago de cacao y % de azúcar invertida) influyen significativamente en la acidez del producto, lo cual tiene implicaciones directas en el perfil sensorial.

4.1.2. Análisis microbiológico de los tratamientos

Para validar la calidad sanitaria y cumplimiento normativo, se realizó un análisis microbiológico enfocado en el recuento de mohos y levaduras (Tabla 24). Este análisis permitió verificar la inocuidad del producto y su aptitud para el consumo humano.

Tabla 16. Análisis microbiológico del mejor tratamiento de la bebida energizante

Parámetro	Bebida energizante	Unidad	Método Interno	Método de Referencia
Recuento de mohos	<10	UFC/mL	MMI-121	NTE INEN-ISO 21527-2:2014/ REP
Recuento de levaduras	10	UFC/mL	MMI-121	NTE INEN-ISO 21527-2:2014/ REP.

El recuento de mohos en las bebida energizantes fue inferior a 10 UFC/mL, mientras que el recuento de levaduras fue de 10 UFC/mL. Ambos valores se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma NTE INEN 2 411 para bebidas energizantes, lo que indica que los tratamientos cumplen con los requisitos microbiológicos exigidos.

4.1.3. Análisis sensorial de los tratamientos

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación sensorial respecto a cada atributo evaluado (color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad global) mediante una prueba de escala hedónica de 5 puntos donde 1 es "Me disgusta mucho" y 5 "Me gusta mucho". Previamente al análisis, se verificaron los supuestos (Tabla 16) para identificar la prueba estadística adecuada para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 17. Análisis de supuestos de los parámetros sensoriales

Supuesto	Método	Indicador	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aceptabilidad
Normalidad	Shapiro-Wilk normality test	P-valor	< 0.0001	< 0.0001	0.0080	< 0.0001	< 0.0001
		Cumplimiento	No	No	No	No	No
Homogeneidad de varianzas	Análisis de varianza		0.0006	0.0978	0.7961	0.0885	0.3180
		Cumplimiento	No	Sí	Sí	Sí	Sí

El p-valor para cada atributo en el supuesto de normalidad es inferior al 0.05, lo que indica que se trata de datos no paramétricos, es decir, que no siguen una distribución normal. Para la homogeneidad de varianzas, de los 5 atributos, 4 de ellos cumplen con el supuesto. Por lo tanto, los datos se ajustan a datos no paramétricos y se realizó la prueba de Kruskal Wallis para identificar si existe diferencia significativa, y una comparativa de medias para identificar el mejor tratamiento respecto a cada atributo.

4.1.3.1. Color

En la Tabla 17 se exponen los resultados respecto al color evaluado por 60 panelistas. Se observó que existían diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.001$), por lo cual se realizó una prueba de comparación de medias para definir el mejor tratamiento.

Tabla 18. Análisis estadístico del color

Tratamientos	p-valor	N	Media	Rango
T4	0.001	60	4	A
T3		60	4	AB
T5		60	4	AB
T2		60	3	BC
T6		60	3	C
T1		60	3	C

Con relación a la tabla, la bebida energizante con mejor aceptación es el tratamiento T4 (30 % Mucílago de cacao y 10 % Azúcar invertido) con una calificación de 4 "Me gusta", seguido del T3 (30 % Mucílago de cacao y 5 % azúcar invertido) y T5 (40 % Mucílago de cacao y 5 % azúcar invertido).

4.1.3.2. Olor

La Tabla 18 recoge los resultados estadísticos del olor. Dado que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.0121$), se procedió a realizar una comparación de medias para establecer el tratamiento más favorable.

Tabla 19. Análisis estadístico del olor

Tratamientos	p-valor	N	Media	Rango
T4	0.0121	60	4	A
T5		60	4	A
T3		60	4	AB
T6		60	4	AB
T1		60	3	B
T2		60	3	B

Respecto al atributo del olor, la bebida energizante con mejor aceptación es el tratamiento T4 y T5 con una calificación de 4 como media.

4.1.3.3. Sabor

Se expone en la Tabla 19 los resultados del análisis estadístico del sabor. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.001$), por lo cual se llevó a cabo una comparativa de medias para determinar el tratamiento más destacado.

Tabla 20. Análisis estadístico del sabor

Tratamientos	p-valor	N	Media	Rango
T4	0.001	60	4	A
T5		60	4	AB
T6		60	4	AB
T3		60	3	BC
T1		60	3	C
T2		60	3	C

En cuanto al atributo sabor, la bebida energizante con mayor aceptación fue el tratamiento T4, que alcanzó una media de 4 en el rango A, seguido por los tratamientos T5 y T6, ubicados en el rango AB.

4.1.3.4. Apariencia

La Tabla 20 muestra los resultados del análisis de la apariencia, donde se constatan diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.002$), llevando a la aplicación de una comparativa de medias para determinar el tratamiento más destacado.

Tabla 21. Análisis estadístico de la apariencia

Tratamientos	p-valor	N	Media	Rango
T4	0.002	60	4	A
T5		60	4	A
T3		60	4	AB
T6		60	4	AB
T1		60	3	BC
T2		60	3	C

Al analizar la apariencia, los tratamientos T4 y T5 resultaron los más valorados, con una calificación media de 4 en el rango A, seguidos de cerca por T3 y T6, que se ubicaron en el rango AB.

4.1.3.5. Aceptabilidad global

En la Tabla 21 se presenta los resultados estadísticos respecto a la aceptación general de la bebida energizante. En ella se indica que existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, dado que el p-valor es inferior al 0.001. Por lo tanto, se realiza una comparativa de medias para identificar el mejor tratamiento.

Tabla 22. Análisis estadístico de la aceptación global

Tratamientos	p-valor	N	Media	Rango
T4	< 0.001	60	4	A
T5		60	4	A
T6		60	4	A
T3		60	4	AB
T1		60	3	BC
T2		60	3	C

Respecto a la aceptabilidad general, los panelistas eligieron como preferido el tratamiento T4, con 30% de mucílago de cacao y 10% de azúcar invertido. A continuación se ubicaron los tratamientos T5 y T6, cada uno dentro del rango A, con diferentes combinaciones de mucílago de cacao y azúcar invertido.

A continuación, en la Tabla 22 se presenta en resumen la calificación media de cada atributo evaluado para cada uno de los tratamientos.

Tabla 23. Resumen del análisis sensorial

Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aceptabilidad
T4	4	4	4	4	4
T5	4	4	4	4	4
T6	3	4	4	4	4
T3	4	4	3	4	4
T1	3	3	3	3	3
T2	3	3	3	3	3

Aunque T4 y T5 presentan como media la misma calificación (4 "Me gusta") en todos los atributos evaluados, los resultados estadísticos reflejan que para cada característica (color, olor, sabor, apariencia, aceptabilidad) se logró una alta aceptabilidad por parte de los panelistas en el tratamiento T4 con su formulación de 30 % de mucílago de cacao y 10 % de azúcar invertido, seguido del T5 con 40 % mucílago de cacao y 5 % de azúcar invertida.

4.1.4. Análisis fisicoquímicos complementario de los mejores tratamientos

Con base en los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, se seleccionaron los tratamientos T4 y T5 como los más aceptados por los panelistas, destacando en atributos como color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad general. A partir de esta selección, se procedió a realizar un análisis fisicoquímico complementario (Tabla 23) para caracterizar parámetros clave como viscosidad y contenido de cafeína, con el fin de validar su desempeño técnico y funcional como bebidas energizantes.

Tabla 24. Análisis fisicoquímico de las mejores bebidas energizantes

Parámetro	Bebida energizante T4	Bebida energizante T5	Unidad	Método Interno	Método de Referencia
Viscosidad	12.4	13.4	cP	MIN-29	USP Brookfield/Viscosímetro capilar
Cafeína	262	265	mg/L	MIN-17	NTE INEN ISO 20481:2014/ HPLC-UV

Notas Adicionales. Condiciones de análisis de viscosidad: # Spindle 01; Temperatura 20 °C; % Torque 6.2 (T4) y 6.7 (T5); 100 rpm.

Los valores de viscosidad obtenidos fueron de 12.4 cP para el tratamiento T4 y 13.4 cP para T5, determinados bajo condiciones controladas (spindle 01, 20 °C, 100 rpm), lo que indica una textura fluida y adecuada para consumo directo. El contenido de cafeína fue de 262 mg/L en T4 y 265 mg/L en T5, garantizando el efecto estimulante esperado en bebidas energizantes. Estos resultados confirman que los tratamientos seleccionados no solo fueron sensorialmente aceptados, sino que también cumplen con parámetros técnicos que respaldan su funcionalidad y calidad.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Análisis fisicoquímicos de los tratamientos

Los análisis fisicoquímicos de las seis formulaciones de la bebida energizante evidenciaron variaciones significativas en los sólidos solubles (°Brix) y en la acidez, mientras que el pH mostró una tendencia estable entre los tratamientos al no presentar diferencias estadísticas.

En cuanto a los sólidos solubles, los tratamientos presentaron valores entre 10.00 y 14.13 °Brix. El tratamiento T4 (30 % mucílago, 10 % azúcar invertido) alcanzó el valor más alto (14.13 °Brix), seguido de T2 (13.60 °Brix). Estos resultados son coherentes con lo reportado por López et al. (2024), quienes obtuvieron 14.10 °Brix en una bebida con 20 % mucílago y 1 % café, y con). Rojas y Rojas (2018), encontraron 13.4 °Brix en una bebida no alcohólica a base de mucílago. En contraste, Cadena (2015) registró valores menores (10.6 °Brix), similares a los obtenidos en los tratamientos T3 y T5 de la presente investigación (10 °Brix). Estas coincidencias evidencian que la concentración de mucílago y el uso de azúcar invertido influyen directamente en el incremento de sólidos solubles, mejorando el dulzor y la densidad energética del producto.

Respecto al pH, los valores se mantuvieron estables en un rango de 5.50 a 5.61 sin diferencias significativas entre tratamientos. Este comportamiento difiere de lo señalado por López et al. (2024), cuyo mejor tratamiento presentó un pH más ácido (3.28), así como de Rojas y Rojas (2018), que obtuvieron un valor de 3.95, y de Paredes (2023), con 3.54. La diferencia puede atribuirse a la formulación con azúcar invertido, que aporta un efecto amortiguador y genera un pH más cercano a la neutralidad. Este rango resulta favorable para la percepción sensorial, aunque implica considerar medidas de conservación adicionales frente al riesgo microbiológico.

En cuanto a la acidez titulable, los valores oscilaron entre 0.30 y 0.38 g ácido cítrico/100 mL, siendo T4 y T5 los más altos (0.38 y 0.37 g/100 mL, respectivamente). Estos valores son menores a los reportados por López et al. (2024), quienes encontraron una acidez de 0.72 %, Rojas y Rojas (2018), reportaron 0.31 %, Cadena (2015), obtuvo 0.603 g/100 mL y Morales (2022) 5.03 g/L. Esta variabilidad refleja que el nivel de acidez depende no solo del tipo de materia prima, sino también del proceso tecnológico y de la concentración de mucílago utilizada. En este estudio, la acidez moderada contribuyó a la frescura sensorial sin resultar excesiva para los consumidores.

4.2.2. Análisis microbiológico

En el ámbito microbiológico, presentó un recuento de mohos <10 UFC/mL y levaduras de 10 UFC/mL, cumpliendo con lo estipulado por la normativa. Este hallazgo coincide con los resultados de Vásquez et al. (2024), quienes reportaron ausencia total de

mohos y levaduras en bebidas elaboradas con cacao y guayusa, y con Rojas y Rojas (2018), que confirmaron la estabilidad microbiológica de sus formulaciones.

Estos resultados evidencian que la bebida energizante formulada a partir de mucílago de cacao y azúcar invertido presenta condiciones microbiológicas óptimas para el consumo humano. El bajo recuento de mohos y levaduras, dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa ecuatoriana NTE INEN 2 411 para bebidas energizantes, indica una adecuada higiene en el proceso de elaboración, así como una posible acción inhibitoria de compuestos bioactivos presentes en el mucílago de cacao. Esta estabilidad microbiológica no solo garantiza la inocuidad del producto, sino que también contribuye a su vida útil, posicionándolo como una alternativa segura y funcional dentro del mercado de bebidas energizantes naturales.

4.2.3. Análisis sensorial de los tratamientos

Los resultados sensoriales confirmaron que T4 fue el tratamiento con mayor aceptación, con una media de 4 ("Me gusta") en todos los atributos evaluados. Estos hallazgos son comparables a los obtenidos por Vásquez et al. (2024), quienes reportaron que el tratamiento T2 (30 % cacao en polvo, 25 % guayusa y 15 % panela) alcanzó las mejores puntuaciones en color (3.60), olor (3.47) y sabor (3.57), además de un contenido de cafeína de 250 mg/L. Asimismo, Rojas y Rojas (2018), encontraron una aceptabilidad de 7.5 puntos en una escalada de 9 para una bebida con mucílago, destacando el aporte sensorial de este subproducto. En el presente estudio, se evidencia que la combinación de 30 % de mucílago con 10 % de azúcar invertido genera un balance adecuado entre dulzor, aroma y cuerpo, lo que explica su preferencia sobre otras formulaciones.

Por otro lado, los tratamientos con mayor concentración de mucílago (T5 y T6) también recibieron calificaciones positivas, lo que coincide con lo señalado Rojas y Rojas (2018), quienes resaltan que el mucílago aporta características sensoriales atractivas. Sin embargo, los tratamientos con menor concentración (T1 y T2) fueron los menos aceptados, lo que confirma que niveles bajos de mucílago limitan la intensidad de sabor y aroma.

4.2.4. Análisis fisicoquímicos complementarios de los mejores tratamientos

Los tratamientos seleccionados como los más destacados en el análisis sensorial (T4 y T5) fueron sometidos a evaluaciones complementarias de viscosidad y contenido de cafeína.

En el análisis reológico, T4 presentó una viscosidad de 12.4 cP y T5 de 13.4 cP, valores que garantizan una textura fluida adecuada para bebidas energizantes. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Rojas y Rojas (2018), quienes destacaron que el mucílago de cacao aporta cuerpo y densidad, mejorando la percepción en boca de las formulaciones. El ligero incremento en la viscosidad del T5 se explica por la mayor proporción de mucílago (40 %), lo que aumenta el contenido de sólidos y fibras solubles.

En cuanto al contenido de cafeína, ambos tratamientos se ubicaron dentro del rango normativo establecido por la NTE INEN 2411 (2017), (200–350 mg/L). El T4 alcanzó 262 mg/L, mientras que T5 llegó a 265 mg/L. Estos valores son comparables a los de Vásquez et al. (2024), quienes obtuvieron 250 mg/L en una bebida con cacao en polvo y guayusa, y superiores a los de López et al. (2024), con 212.7 mg/L en una bebida de mucílago y café. La diferencia se debe principalmente a la dosificación estandarizada de cafeína en la formulación, que asegura un efecto energizante sin superar los límites reglamentarios.

En conjunto, estos resultados confirman que los mejores tratamientos no solo cumplen con los requisitos normativos, sino que también presentan características tecnológicas y microbiológicas comparables con las investigaciones previas. El T4, en particular, destaca como la formulación más equilibrada, combinando aceptabilidad sensorial, seguridad microbiológica y valores fisicoquímicos óptimos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se logró preparar y caracterizar con éxito una bebida energizante innovadora a base de mucílago de cacao y azúcar invertido, cumpliendo con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por la norma NTE INEN 2411. La formulación T4 (30 % de mucílago de cacao y 10 % de azúcar invertido) se consolidó como la óptima al presentar un equilibrio en sus propiedades, además de cumplir con los requisitos de inocuidad microbiológica y obtener la mayor aceptación sensorial, garantizando su funcionalidad como energizante, su viabilidad tecnológica y comercial.
- Los parámetros analizados permitieron caracterizar integralmente la formulación T4, que presentó 14.13 °Brix, un pH de 5.54 y una acidez de 0.38 g ácido cítrico/100 mL, valores adecuados para garantizar estabilidad y aceptabilidad. Asimismo, los tratamientos T4 y T5 alcanzaron niveles de cafeína de 262 y 265 mg/L, respectivamente, dentro del rango establecido en la normativa vigente y los valores reportados en antecedentes. La viscosidad registrada en T4 (12.4 cP) y en T5 (13.4 cP) evidenció una textura fluida apropiada para el consumo.
- La formulación T4 fue identificada como la mejor opción, al obtener la máxima valoración sensorial ("Me gusta") en todos los atributos evaluados: color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad global. Estos resultados evidencian el balance adecuado entre el dulzor aportado por el azúcar invertido y las características sensoriales intrínsecas del mucílago de cacao, generando un perfil sensorial altamente aceptado por los panelistas. El análisis sensorial confirmó la alta aceptabilidad de la bebida energizante, destacando al tratamiento T4 como el preferido en la evaluación global, se validó que la combinación de mucílago de cacao y azúcar invertido propuesta no solo es técnicamente viable, sino también atractiva para los consumidores, lo que respalda su potencial de comercialización como producto funcional innovador.

5.2. RECOMENDACIONES

- Investigar procesos de clarificación, como el uso de enzimas pectolíticas o técnicas de microfiltración.
- Ampliar la caracterización de la bebida mediante la determinación del contenido de vitaminas y minerales (por ejemplo, vitamina C y electrolitos) y la cuantificación de compuestos bioactivos como polifenoles y flavonoides.
- Explorar la adición de otros componentes naturales que aporten funcionalidad, como electrolitos o extractos vegetales, así como nuevas tecnologías de conservación que permitan garantizar la inocuidad, sin afectar las propiedades sensoriales.
- Realizar estudios de aceptabilidad con paneles de consumidores más amplios y diversos, a fin de validar la preferencia del producto en diferentes grupos de edad y estilos de vida.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2020). El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudios de La Gestión: Revista Internacional de Administración*, 7, 59–83.
- Abreu, A. R., Armendáriz, C. R., Carracedo, A. S., Gómez, C. C., Gómez, E. C., & Gutiérrez, Á. J. (2013). Consumo de bebidas energizantes en universitarios. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 19(4), 201–206.
- Arcos, C. P. (2022). *Evaluación de pérdidas y desperdicios en empresas artesanales generadoras de valor agregado con cacao CCN51 (Theobroma cacao L.) del cantón Ambato-Ecuador*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
- Ayala, F. M., Barrera-Mendoza, C. C., Cortés-Rojo, C., Montoya-Pérez, R. del C., García-Pérez, M. E., & Rodríguez-Orozco, A. R. (2019). Antioxidantes en asma: polifenoles. *Medicina Interna de México*, 35(2), 223–234.
- Barrera, J. P. R., Jácome, L. M. C., Villota, I. del S. V., & Jaramillo, R. R. R. (2019). Consumo de sustancias psicoestimulantes en estudiantes universitarios. *Revista Científica Retos de La Ciencia*, 3(6), 67–83.
- Belo, I. (15 de 02 de 2024). Invert sugar in granular detail. Rasgus: <https://www.ragus.co.uk/invert-sugar-in-granular-detail/>
- Bende, V. (2025). Invert Sugar in Food Products. Knowde: <https://periodical.knowde.com/invert-sugar-in-food-products/>
- Cadena, M. F. (2015). *Diseño del Proceso para la elaboración de una Bebida Energética a partir de Excedentes de Cacao*. Espol.
- Chuez, K. P. (2022). *Identificación del perfil de polifenoles, flavonoides y metilxantinas en mazorca y placenta de cacao (theobroma cacao, l.) De las variedades ccn-51 y nacional*. Quevedo: UTEQ.
- Cote, M., Rangel, C. X. G., Sánchez, M. Y. T., & Medina, A. L. (2011). Bebidas energizantes: ¿Hidratantes o estimulantes? *Revista de La Facultad de Medicina*, 59(3), 255–266.

- Criollo, F. O., & Lange, F. V. (2022). *Evaluación del aprovechamiento industrial del mucílago de cacao de la variedad CCN-51 y nacional a partir de su caracterización fisicoquímica*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas.
- Estrella, Y. A. (2013). Estudio del desperdicio del mucilago de cacao en el cantón Naranjal (Provincia del Guayas). *ECA Sinergia*, 4(1), 49–59.
- Figuroa, K. H. N., García, N. V. M., & Vega, R. C. (2020). Cocoa By-products. *Food Wastes and By-products: Nutraceuical and Health Potential*, 373–411.
- Giorgi, A. (08 de 05 de 2025). Understanding Invert Sugar and Its Impact on Your Health. verywell health: <https://www.verywellhealth.com/invert-sugar-11713334>
- Goude, K. A., Adingra, K. M.-D., Gbotognon, O. J., & ParfaitKouadio, E. J. (2019). Biochemical characterization, nutritional and antioxidant potentials of cocoa placenta (THEOBROMA CACAO L.). *Annals: Food Science & Technology*, 20(3).
- Höfer, R. (2015). Chapter 4A - Sugar- and Starch-Based Biorefineries. Science Direct, 157-235. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63453-5.00005-7>
- Kongor, J., Owusu, M., & Oduro, C. (2024). Cocoa production in the 2020s: challenges and solutions. *CABI Agric Biosci*, 5(102). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s43170-024-00310-6>
- López, S. P. (2022). *Elaboración de una bebida energética a partir de mucílago de cacao (Theobroma Cacao L.) saborizada con café (Coffea)*. Quevedo: UTEQ.
- Martínez, J. B. (2008). *Diagnóstico de la comercialización del cacao (Theobroma cacao L.) neocriollo y convencional en Cunduacan Tabasco, México*.
- Muñoz, G., Erazo, C., Vera, J., & Tuarez, D. (2020). Bebida de lactosuero y soya (Glycinemax) inoculada con mucílago de cacao (Theobroma cacao L) nacional. *Universidad, Ciencia y Tecnología* (1), 44-52. <https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/342301749>
- Padilla, F. C., Rincón, A. M., & Bou-Rached, L. (2008). Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(3), 303–308.
- Paredes, D. L. (2023). *Estudio de factibilidad para la elaboración de una bebida energética con el aprovechamiento del residuo del exudado de cacao, en el cantón los Bancos*. Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo.
- Paredes, N., Monteros Altamirano, Á., Lima Tandazo, L., Caicedo Vargas, C., Tinoco Jaramillo, L., Fernández Anchundía, F., Vargas Tierras, Y., Pico Rosado, J., Subía

- García, C., & Burbano Cachiguango, A. (2022). *Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía Ecuatoriana*. N° 125.
- Pérez, G. T. (2003). Los flavonoides: antioxidantes o prooxidantes. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 22(1), 0.
- Reyes, B. (2020). Contenido de vitamina C, polifenoles y flavonoides totales presentes en mucilago de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51 y nacional. Universidad Técnica Estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5939>
- Rojas, J. M., y Rojas, E. D. (2018). *Aprovechamiento del mucílago de cacao (Theobroma cacao) en la formulación de una bebida no alcohólica*. https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2684/Rojas_Sosa_Johanna_Marleny_y_Rojas_Manayay_Erick_David.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Rojas, J. (2017). APROVECHAMIENTO DEL MUCILAGO DE CACAO. https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2684/Rojas_Sosa_Johanna_Marleny_y_Rojas_Manayay_Erick_David.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Santana, P., Vera, J., Vallejo, C., y Alvarez, A. (2018). Mucílago de cacao, nacional y trinitario para la obtención de una bebida hidratante. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 4.
- Silva, P., Ramírez, E., Arias, J., & Fernández, T. (2022). Patrones de consumo de bebidas energéticas y sus efectos adversos en la salud de adolescentes. *Revista Española de Salud Pública*, 96. https://doi.org/https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL96/ORIGINALES/RS96C_202211085.pdf
- Vasquez, D. (2020). *Mucilago del cacao biomasa residual: Perspectiva como materia prima en la industria de alimentos*.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI 0600095

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR


ESTUDIANTE: Lema Cabezas Darwin Fabricio		CÉDULA DE IDENTIDAD: 1756125025	
PERIODO ACADÉMICO: 2025B		DOCENTE TUTOR: Ph.D. Francisco Javier Domínguez Rodríguez	
PRESIDENTE TRIBUNAL: Ph.D. Gualberto Gerardo Leon Revelo		DOCENTE: Msc. Liliana Margoth Chamorro Hernandez	
TEMA DEL TIC: "Preparación y caracterización de una bebida energizante elaborada a partir de muclago de cacao y azúcar invertido"			

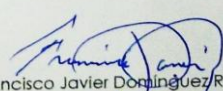
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	9,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,00	Profundizar en la temática establecida en el proyecto
3	METODOLOGÍA	7,33	Revisión del problema y estadística del proyecto de investigación
4	RESULTADOS	7,00	Explicación de los métodos estadísticos aplicados para encontrar la mejor formulación para la bebida energizante
5	DISCUSIÓN	8,00	Destacar la parte estadística para encontrar la mejor formulación para la bebida energizante
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	6,67	Revisar las conclusiones en función de los objetivos
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	Utilizar vocabulario técnico y mayor argumentación en las respuestas a las preguntas del tribunal
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,33	Revisión de ortografía y redacción

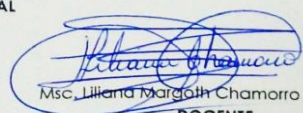
Obteniendo una nota de: **7,70** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **lunes, 10 de noviembre de 2025**


 Ph.D. Gualberto Gerardo Leon Revelo
PRESIDENTE TRIBUNAL


 Ph.D. Francisco Javier Domínguez Rodríguez
DOCENTE TUTOR


 Msc. Liliana Margoth Chamorro Hernandez
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Lema Cabezas Darwin Fabricio

Fecha de recepción del abstract: Lunes, 10 de noviembre de 2025

Fecha de entrega del informe: Martes, 18 de noviembre de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Responsable del
CIDEN



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN
AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Lema Cabezas Darwin Fabricio				
DATE: Martes, 18 de noviembre de 2025				
Topic: "Preparación y caracterización de una bebida energizante elaborada a partir de mucilago de cacao y azúcar invertido"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
De	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	

Anexo 3. Elaboración de la bebida energizante



Figura 2. Recepción de la materia prima (cacao)



Figura 3. Selección de materia prima (cacao)



Figura 4. Peso de la materia prima (cacao)



Figura 5. Lavado de la materia prima (cacao)



Figura 6. Cortado de la materia prima (cacao)



Figura 7. Despulpado de la materia prima (cacao)



Figura 8. Mucilago de cacao



Figura 9. Cocción del mucilago de cacao



Figura 10. Adición de insumos



Figura 11. Preparación de la cafeína



Figura 12. Elaboración del azúcar invertido



Figura 13. Refrigerado de la bebida



Figura 14. Tanque de oxígeno y barril



Figura 15. Bebida adicionada al barril



Figura 16. Agitación y aplicación del CO₂



Figura 17. Esterilización de las botellas

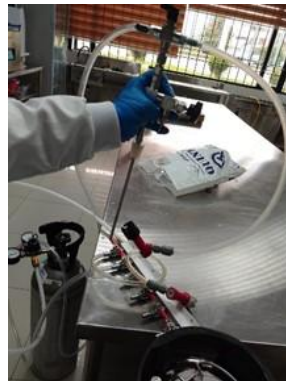


Figura 18. Esterilización del equipo de CO₂



Figura 19. Embotellado de la bebida



Figura 20. Embotellado de la bebida



Figura 21. Almacenado y refrigerado de la bebida



Figura 22. Rotulado para la catación de la bebida

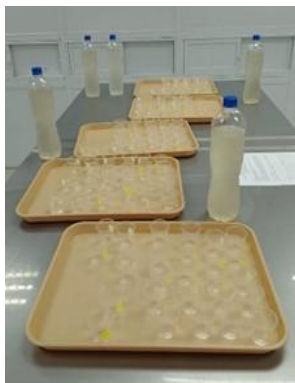


Figura 23. Preparación de las muestras para la catación



Figura 24. Hoja de catación con las muestras



Figura 25. Panelistas en la catación de la bebida

Anexo 4. Resultados fisicoquímicos

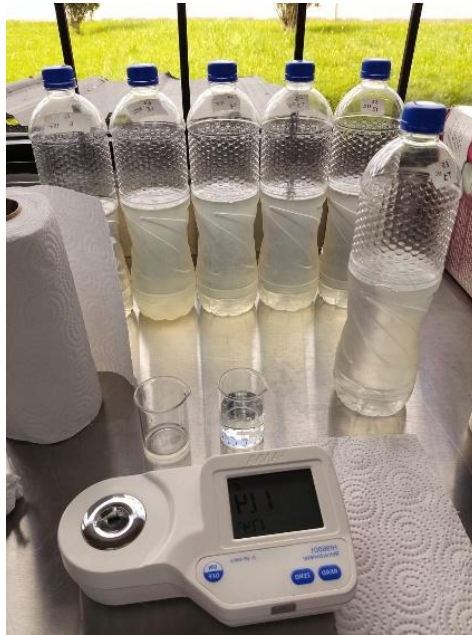


Figura 26. Determinación de °Brix



Figura 27. Determinación de Acides Titulable

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.112163a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	LEMA CABEZAS DARWIN FABRICIO
Dirección:	CAYAMBE. AV. PICHINCHA Y CHIMBORAZO
Teléfono:	0988271844

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Bebida Energizante a Base de Mucílago de Cacao (E3 T4 15%)		
Lote:	---	Contenido declarado:	1 L
Fecha de elaboración:	2025/06/01	Fecha de vencimiento:	---
Fecha de recepción:	2025/07/11	Hora de recepción:	11:10:12
Fecha de análisis:	2025/07/14	Fecha de emisión:	2025/07/23
Material de envase:	Botella plástica		
Toma de muestra realizada por:	El cliente		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Líquido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
⁹⁵ Viscosidad	12,4	cP	MIN-29	USP Brookfield/ Viscosímetro capilar
Cafeína	262	mg/L	-	AOAC 962.13

Notas Adicionales:

1. Condiciones de análisis de viscosidad: # Spindle 01; Temperatura 20°C; % Torque 6,2; 100 rpm.

Nota 1: ⁹⁵ Los resultados / la información, no forman parte del alcance de acreditación de Multianalityca S.A., y fueron suministrados por N° SAE LEN 12-001, que no está acreditado para realizar dicha actividad.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A. El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis. Posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).




Firmado electrónicamente por:
Quím. Mercedes Parra

Quím. Mercedes Parra
Jefe División Físico Químico - Instrumental



JORGE ERAZO N50-109 Y CRISTOBAL SANDOVAL - EL PINAR - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
(02) 330 0247, 330 0674, 095 885 0928, 099 428 8140 / informes@multianalityca.com

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.112163b

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	LEMA CABEZAS DARWIN FABRICIO
Dirección:	CAYAMBE. AV. PICHINCHA Y CHIMBORAZO
Teléfono:	0988271844

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Bebida Energizante a Base de Mucílago de Cacao (E1 T5 10%)		
Lote:	---	Contenido declarado:	1 L
Fecha de elaboración:	2025/06/01	Fecha de vencimiento:	---
Fecha de recepción:	2025/07/11	Hora de recepción:	11:10:12
Fecha de análisis:	2025/07/14	Fecha de emisión:	2025/07/23
Material de envase:	Botella plástica		
Toma de muestra realizada por:	El cliente		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Líquido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO FISICOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
⁹⁵ Viscosidad	13,4	cP	MIN-29	USP Brookfield/ Viscosímetro capilar
Cafeína	265	mg/L	-	AOAC 962.13

Notas Adicionales:

1. Condiciones de análisis de viscosidad: # Spindle 01; Temperatura 20°C; % Torque 6,7; 100 rpm.

Nota 1: ⁹⁵ Los resultados / la información, no forman parte del alcance de acreditación de Multianalityca S.A., y fueron suministrados por N° SAE LEN 12-001, que no está acreditado para realizar dicha actividad.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A. El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis. Posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).




Firmado electrónicamente por:
Quím. Mercedes Parra

Quím. Mercedes Parra
Jefe División Físico Químico -
Instrumental



JORGE ERAZO N50-109 Y CRISTOBAL SANDOVAL - EL PINAR - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
(02) 330 0247, 330 0674, 095 885 0928, 099 428 8140 / infomes@multianalityca.com

Anexo 5. Resultados microbiológicos



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-MI.112164a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	LEMA CABEZAS DARWIN FABRICIO
Dirección:	CAYAMBE. AV. PICHINCHA Y CHIMBORAZO
Teléfono:	0988271844

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Bebida Energizante a Base de Mucllago de Cacao (E3 T4 15%)		
Lote:	---	Contenido declarado:	1 L
Fecha de elaboración:	2025/06/01	Fecha de vencimiento:	---
Fecha de recepción:	2025/07/11	Hora de recepción:	11:10:12
Fecha de análisis:	2025/07/11	Fecha de emisión:	2025/07/17
Material de envase:	Botella plástica		
Toma de muestra realizada por:	El cliente		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Líquido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Recuento de Mohos	<10	UFC/mL	MMI-121	NTE INEN-ISO 21527-2:2014/ REP.
Recuento de Levaduras	10	UFC/mL	MMI-121	NTE INEN-ISO 21527-2:2014/ REP.

Nota 1: UFC/mL= unidades formadoras de colonia por mililitro.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A. El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis. Posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Firmado electrónicamente por:
Quím. Nadia Torres

Quím. Nadia Torres
Asistente Técnico Microbiología



JORGE ERAZO N50-109 Y CRISTOBAL SANDOVAL - EL PINAR - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
(02) 330 0247, 330 0674, 095 885 0928, 099 428 8140 / informes@multianalityca.com

Anexo 6. Resultados estadísticos de InfoStat

- Análisis fisicoquímicos de los tratamientos

Supuesto de normalidad

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO °Brix	18	0.00	0.42	0.90	0.1357
RDUO pH	18	0.00	0.08	0.85	0.0106
RDUO Acidez	18	0.00	0.01	0.97	0.8881

Supuesto de homogeneidad de varianzas

Análisis de la varianza

RABS °Brix

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS °Brix	18	0.62	0.46	56.07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.65	5	0.13	3.92	0.0245
Trat	0.65	5	0.13	3.92	0.0245
Error	0.40	12	0.03		
Total	1.05	17			

RABS pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS pH	18	0.54	0.35	51.03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	5	3.1E-03	2.86	0.0630
Trat	0.02	5	3.1E-03	2.86	0.0630
Error	0.01	12	1.1E-03		
Total	0.03	17			

RABS Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Acidez	18	0.51	0.31	70.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.8E-04	5	9.7E-05	2.53	0.0869
Trat	4.8E-04	5	9.7E-05	2.53	0.0869
Error	4.6E-04	12	3.8E-05		
Total	9.4E-04	17			

Sólidos solubles

°Brix

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
°Brix	18	0.94	0.91	4.19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	46.46	5	9.29	37.58	<0.0001
Trat	46.46	5	9.29	37.58	<0.0001
Error	2.97	12	0.25		
Total	49.42	17			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.36363

Error: 0.2472 gl: 12

Trat	Medias	n	E.E.	
T4	14.13	3	0.29	A
T2	13.60	3	0.29	A
T6	12.10	3	0.29	B
T1	11.30	3	0.29	B C
T5	10.00	3	0.29	C
T3	10.00	3	0.29	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

pH

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	H	p
pH	T1	3	5.51	0.02	4.54	0.4660
pH	T2	3	5.59	0.07		
pH	T3	3	5.55	0.11		
pH	T4	3	5.54	0.09		
pH	T5	3	5.61	0.14		
pH	T6	3	5.50	0.09		

Acidez

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	18	0.87	0.81	4.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	5	3.1E-03	15.88	0.0001
Trat	0.02	5	3.1E-03	15.88	0.0001
Error	2.3E-03	12	1.9E-04		
Total	0.02	17			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03819

Error: 0.0002 gl: 12

Trat Medias n E.E.

T4	0.38	3	0.01	A
T5	0.37	3	0.01	A
T6	0.35	3	0.01	A
T3	0.35	3	0.01	A B
T2	0.31	3	0.01	B C
T1	0.30	3	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

- Análisis sensorial de los tratamientos

Supuesto de normalidad

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Color	360	0.00	0.92	0.97	<0.0001
RDUO Olor	360	0.00	0.89	0.96	<0.0001
RDUO Sabor	360	0.00	0.96	0.98	0.0080
RDUO Apariencia	360	0.00	0.98	0.96	<0.0001
RDUO Aceptabilidad	360	0.00	0.90	0.97	<0.0001

Supuesto de homogeneidad de varianzas

Análisis de la varianza

RABS Color

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Color	360	0.06	0.05	73.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.46	5	1.29	4.43	0.0006
Trat	6.46	5	1.29	4.43	0.0006
Error	103.21	354	0.29		
Total	109.67	359			

RABS Olor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Olor	360	0.03	0.01	64.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.18	5	0.44	1.88	0.0978
Trat	2.18	5	0.44	1.88	0.0978
Error	82.18	354	0.23		
Total	84.36	359			

RABS Sabor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Sabor	360	0.01	0.00	75.90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.79	5	0.16	0.47	0.7961
Trat	0.79	5	0.16	0.47	0.7961
Error	118.23	354	0.33		
Total	119.02	359			

RABS Apariencia

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Apariencia	360	0.03	0.01	73.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.26	5	0.65	1.93	0.0885
Trat	3.26	5	0.65	1.93	0.0885
Error	119.68	354	0.34		
Total	122.94	359			

RABS Aceptabilidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Aceptabilidad	360	0.02	2.5E-03	72.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.64	5	0.33	1.18	0.3180
Trat	1.64	5	0.33	1.18	0.3180
Error	98.20	354	0.28		
Total	99.84	359			

Prueba de Kruskal Wallis

Color

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
Color	T1	60	3.27	1.13	3.00	146.07	29.58	<0.0001
Color	T2	60	3.47	1.03	3.50	160.13		
Color	T3	60	3.83	0.83	4.00	195.92		
Color	T4	60	4.13	0.81	4.00	231.14		
Color	T5	60	3.85	0.80	4.00	195.78		
Color	T6	60	3.43	0.93	3.00	153.97		

Trat.	Medias	Ranks
T1	3.27	146.07 A
T6	3.43	153.97 A
T2	3.47	160.13 A B
T5	3.85	195.78 B C
T3	3.83	195.92 B C
T4	4.13	231.14 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Olor

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
Olor	T1	60	3.40	0.99	3.00	162.56	13.12	0.0121
Olor	T2	60	3.28	0.94	3.00	149.93		
Olor	T3	60	3.60	0.83	4.00	184.49		
Olor	T4	60	3.78	0.74	4.00	205.68		
Olor	T5	60	3.78	0.90	4.00	201.88		
Olor	T6	60	3.53	0.93	4.00	178.47		

Trat.	Medias	Ranks
T2	3.28	149.93 A
T1	3.40	162.56 A
T6	3.53	178.47 A B
T3	3.60	184.49 A B
T5	3.78	201.88 B
T4	3.78	205.68 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Sabor

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
Sabor	T1	60	3.08	1.05	3.00	144.43	31.97	<0.0001
Sabor	T2	60	3.05	1.06	3.00	140.08		
Sabor	T3	60	3.35	0.97	4.00	175.25		
Sabor	T4	60	3.92	0.87	4.00	226.90		
Sabor	T5	60	3.65	0.94	4.00	202.03		
Sabor	T6	60	3.60	0.87	4.00	194.33		

Trat.	Medias	Ranks
T2	3.05	140.08 A
T1	3.08	144.43 A
T3	3.35	175.25 A B
T6	3.60	194.33 B C
T5	3.65	202.03 B C
T4	3.92	226.90 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Apariencia

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
Apariencia	T1	60	3.32	1.17	3.00	149.35	21.64	0.0002
Apariencia	T2	60	3.32	1.00	3.00	145.88		
Apariencia	T3	60	3.73	0.92	4.00	185.46		
Apariencia	T4	60	4.05	0.87	4.00	216.39		
Apariencia	T5	60	3.85	1.01	4.00	200.51		
Apariencia	T6	60	3.73	0.95	4.00	185.41		

Trat.	Medias	Ranks
T2	3.32	145.88 A
T1	3.32	149.35 A B
T6	3.73	185.41 B C
T3	3.73	185.46 B C
T5	3.85	200.51 C
T4	4.05	216.39 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Aceptabilidad general

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
Aceptabilidad	T1	60	3.30	1.00	3.00	147.25	26.00	<0.0001
Aceptabilidad	T2	60	3.28	0.74	3.00	139.80		
Aceptabilidad	T3	60	3.65	0.94	4.00	183.27		
Aceptabilidad	T4	60	3.98	0.93	4.00	215.65		
Aceptabilidad	T5	60	3.83	0.94	4.00	202.91		
Aceptabilidad	T6	60	3.77	0.85	4.00	194.13		

Trat.	Medias	Ranks
T2	3.28	139.80 A
T1	3.30	147.25 A B
T3	3.65	183.27 B C
T6	3.77	194.13 C
T5	3.83	202.91 C
T4	3.98	215.65 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)