

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Elaboración de una bebida energética a base de mucílago de café producido en la provincia del Carchi”

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

AUTOR: Ayala Huera Jairo Denilson

TUTOR: MSc. Domínguez Rodríguez Francisco Javier, PhD.

Tulcán, 2026.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Ayala Huera Jairo Denilson con el número de cédula 0402073241 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Elaboración de una bebida energética a base de mucílago de café producido en la provincia del Carchi"

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, febrero de 2026

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, Ayala Huera Jairo Denilson con cédula de identidad número 0402073241 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, appearing to read "Denilson A.", is written over a horizontal line. A large, sweeping stroke extends from the end of the signature upwards and to the right, crossing the line.

Ayala Huera Jairo Denilson

AUTOR

Tulcán, febrero de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TIC

Yo Ayala Huera Jairo Denilson declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Elaboración de una bebida energética a base de mucílago de café producido en la provincia del Carchi" 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, appearing to read "Denilson A", is written over a horizontal line. A long, thin diagonal stroke extends from the end of the signature towards the upper right corner of the page.

Ayala Huera Jairo Denilson

AUTOR

Tulcán, febrero de 2026

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios, por ser mi guía constante y otorgarme la claridad, la paciencia y la perseverancia necesarias para culminar con éxito este ciclo académico. Su presencia me ha acompañado en cada decisión y en cada reto, brindándome fortaleza cuando más la necesitaba.

Expreso un profundo agradecimiento a mi madre, Dora Huera, pilar fundamental en mi vida. Su amor incondicional, sus consejos y su fe en mí fueron la inspiración que me impulsó a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. A mi padre, cuyo apoyo y ejemplo de constancia han sido esenciales en cada paso de este camino, le debo también un sincero reconocimiento. De igual manera, agradezco a mis hermanos y a mis sobrinas, por su confianza y cariño, por animarme en los momentos de duda y recordarme siempre que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Extiendo mi sincero agradecimiento a todos los docentes de la Carrera de Alimentos, que enriquecieron esta etapa con valiosas enseñanzas y dedicación. Agradecimiento especial merece el PhD. Francisco Domínguez, tutor de mi proyecto, por dirigir el desarrollo de esta investigación con excepcional paciencia, sabiduría y experiencia.

Mi gratitud se extiende también a mis amigos y demás familiares, quienes con su compañía, comprensión y alegría hicieron de este proceso una experiencia más llevadera. En especial, deseo mencionar a Jazmín Paguay, cuya colaboración y compromiso fueron decisivos en la culminación de esta tesis; su ayuda marcó una diferencia invaluable en este logro.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de una u otra forma, contribuyeron a la realización de este proyecto. Cada palabra de aliento, cada gesto de apoyo y cada momento compartido quedarán grabados en mi memoria como parte de esta etapa tan significativa de mi vida.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi corazón a quienes siempre creyeron en mí, incluso cuando yo dudaba.

Este logro, que hoy veo coronado, lo dedico en primer lugar a Dios, por ser la fuente de luz y fortaleza que me ha acompañado en cada paso. Se lo dedico muy especialmente a mi madre, Dora, quien con su ejemplo me enseñó que nada en la vida es fácil, pero que, a pesar de todas las dificultades, siempre hay motivos para sonreírle a la vida y seguir adelante con esperanza. Lo extiendo también a mi padre, cuyas palabras de aliento resonaron en mí como un recordatorio constante de mi capacidad para superar cualquier obstáculo y salir adelante.

De manera muy especial, deseo dedicar este triunfo a mis hermanos: Junior, Cinthia y a la más pequeña, Anahí. Juntos hemos formado un equipo inquebrantable, y ellos, con su cariño y apoyo, me demostraron día a día que la constancia y las ganas son el motor que nos impulsa a alcanzar cualquier meta que nos tracemos, por grande que parezca.

“Te amo mamá te dije que lo lograría”

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
I. EL PROBLEMA	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.3. JUSTIFICACIÓN	20
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	21
1.4.1. Objetivo General	21
1.4.2. Objetivos Específicos	21
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	22
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.2. MARCO TEÓRICO	25
2.2.1. El café.....	25
2.2.2. Mucílago de café.....	34
2.2.3. Bebida energética	37
2.2.4. Edulcorante	41
III. METODOLOGÍA	46
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	46
3.1.1. Enfoque	46
3.1.2. Tipo de Investigación	46
3.2. HIPÓTESIS	46
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	47
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	48

3.4.1. Métodos	48
3.4.1.1. Lugar de investigación.....	48
3.4.2. Técnicas	51
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	55
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1. RESULTADOS	56
4.1.1 Resultados fisicoquímicos	56
4.1.2 Resultados microbiológicos.....	62
4.1.3 Resultados sensoriales	63
4.2. DISCUSIÓN	70
4.2.1. Resultados fisicoquímicos	70
4.2.2 Resultados microbiológicos.....	75
4.2.3 Resultados sensoriales	76
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
5.1. CONCLUSIONES	77
5.2. RECOMENDACIONES	78
VII. ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del café.....	26
Tabla 2. Requisitos químicos de las bebidas energéticas.....	39
Tabla 3. Análisis fisicoquímico de algunas bebidas energizantes	39
Tabla 4. Características de edulcorantes bajos en calorías	42
Tabla 5. Operalización de las variables para la elaboración de una bebida energética a base de mucílago de café.....	47
Tabla 6. Análisis estadístico.....	55
Tabla 7. Tratamientos.....	55
Tabla 8. Media de los valores de pH para cada tratamiento experimental.....	56
Tabla 9. Media de los valores de acidez obtenidos para cada tratamiento experimental.....	58
Tabla 10. Media de los valores de cafeína obtenidos para cada tratamiento experimental.....	60
Tabla 11. Evaluación del cumplimiento de los supuestos paramétricos del modelo estadístico	61
Tabla 12. Resultado de la prueba de Kruskal–Wallis.....	61
Tabla 13. Prueba de Dunn para cafeína	61
Tabla 14. Resultados microbiológicos de las muestras de la bebida energética a base de mucílago de café	63
Tabla 15. Resultados del análisis sensorial de la bebida energética a base de mucílago de café.....	63
Tabla 16. Resultados de las Pruebas de Supuestos del Modelo	63
Tabla 17. Resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis	64
Tabla 18. Resultados de la Prueba Post-Hoc.	64
Tabla 19. Pruebas de verificación de supuestos paramétricos	65
Tabla 20. Resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis.	65
Tabla 21. Análisis Post-Hoc de diferencias entre tratamientos.....	66
Tabla 22. Pruebas de verificación de supuestos paramétricos	67

Tabla 23. Resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis.	67
Tabla 24. Análisis Post-Hoc de diferencias entre tratamientos.....	68
Tabla 25. Pruebas de verificación de supuestos paramétricos	69
Tabla 26. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis.....	69
Tabla 27. Análisis Post-Hoc de diferencias entre tratamientos.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La raíz: Soporte y crecimiento de la planta.	26
Figura 2. Crecimiento inicial de una planta de café.	27
Figura 3. Hojas jóvenes de C. arabica L. Variedad Castillo.....	28
Figura 4. Morfología de la flor del cafeto. Pistilo (Ov: ovario, Eti: estilo y Et: estigma); Ca: cáliz; Estambre (An: antera y Fi: filamento); Pe: pedicelo; L: Lóbulo.	28
Figura 5. Etapas de desarrollo del fruto de café y épocas de mayor susceptibilidad del fruto a diferentes factores bióticos y abióticos.	29
Figura 6. Diagrama de flujo elaboración de la bebida energética a base de mucílago del café.	40
Figura 7. Proceso de obtención del mucílago de café.....	48
Figura 8. Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida energética a base de mucílago de café	50
Figura 9. Contenido de cafeína en la bebida energética a base de mucílago de café según el tipo de edulcorante y porcentaje de mucílago.....	62
Figura 10. Promedio de la variable color según las combinaciones de mucílago y edulcorante	65
Figura 11. Efecto de la Interacción del Factor A (Mucílago) y el Factor B (Edulcorante) sobre la Variable Olor.....	67
Figura 12. Promedio de la variable sabor según las combinaciones de porcentaje de mucílago y tipo de edulcorante.....	68
Figura 13. Promedio de la aceptabilidad según las combinaciones de mucílago y edulcorante.	70
Figura 14. Filtración del mucílago de café.....	86
Figura 15. Pesado de ingredientes	86
Figura 16. Mezcla de ingredientes	86
Figura 17. Preparación de los tratamientos	86
Figura 18. Análisis sensorial de las muestras	86
Figura 19. Análisis sensorial de los tratamientos.....	86

Figura 20. Análisis de pH en las muestras.....	87
Figura 21. °Brix en las muestras de bebida	87
Figura 22. Lavado de material	87
Figura 23. Esterilización de material.....	87
Figura 24. Preparación de muestras.....	87
Figura 25. Resultados del crecimiento de microorganismos	87
Figura 26. NTE INEN 2411:2017, página 1.....	88
Figura 27. NTE INEN 2411:2017, página 2.....	89
Figura 28. NTE INEN 2411:2017, página 3.....	90
Figura 29. NTE INEN 2411:2017, página 4.....	91
Figura 30. NTE INEN 2411:2017, página 5.....	92
Figura 31. NTE INEN 2411:2017, página 6.....	93

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	84
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	85
Anexo 4. Proceso de elaboración de la bebida energética	86
Anexo 5. Análisis sensorial de la bebida energética	86
Anexo 6. Análisis fisicoquímico de la bebida energética.....	87
Anexo 7. Análisis microbiológico de la bebida energética	87
Anexo 7. NTE INEN 2411:2017 sobre los requisitos para las bebidas energéticas	88

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo desarrollar y caracterizar una bebida energética a base de mucílago de café, evaluando sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales para garantizar seguridad, funcionalidad y aceptabilidad. Se aplicó una metodología mixta con un esquema factorial 3 x 2 para evaluar los efectos de dos factores principales: la concentración de mucílago (30%, 45% y 60%) y el tipo de edulcorante (miel de panela o miel de abeja). El análisis del pH mostró un rango entre (4,18 – 4,43), adecuado para la estabilidad microbiana y el sabor, respetando el límite máximo establecido por la normativa NTE INEN 2337 de 4,5. La acidez titulable fluctuó entre 1,42 y 3,23 g/L, lo que favorece a la salud del consumidor. Solo los tratamientos con 45% y 60% de mucílago de café cumplieron con la concentración de cafeína (200-350 mg/L) estipulado en la NTE INEN 2411, con valores de 241,2 y 319,9 mg/L respectivamente. El contenido de sólidos solubles fue controlado a 7° Brix mediante edulcorantes naturales, balanceando dulzor y calorías. Los análisis microbiológicos confirmaron la inocuidad con ausencia de patógenos y conteos de *aerobios totales*, *coliformes totales*, *mohos* y *levaduras* dentro de límites normativos demostrando buenas prácticas de producción. Sensorialmente, el tratamiento T3 con 45% de mucílago y miel de panela fue el mejor valorado por su color, olor, sabor y aceptabilidad general, alineándose con las preferencias por productos naturales y funcionales. Estos resultados respaldan la valorización del mucílago de café como ingrediente innovador para bebidas energéticas saludables y de calidad, con potencial para el mercado.

Palabras Claves: Mucílago de café, Bebida energética, Propiedades fisicoquímicas, Análisis microbiológico, Aceptación sensorial.

ABSTRACT

The objective of this study was to develop and characterize an energy drink based on coffee mucilage, evaluating its physicochemical, microbiological, and sensory properties to ensure safety, functionality, and acceptability. A mixed methodology with a 3 x 2 factorial design was applied to evaluate the effects of two main factors: mucilage concentration (30%, 45%, and 60%) and sweetener type (panela honey or bee honey). The pH analysis showed a range between (4.18-4.43), suitable for microbial stability and flavor, respecting the maximum limit established by the NTE INEN 2337 (Ecuadorian Standardizations Service) standard of 4.5. Titratable acidity fluctuated between 1.42 and 3.23 g/L, which is beneficial to consumer health. Only the treatments with 45% and 60% coffee mucilage complied with the caffeine concentration (200-350 mg/L) stipulated in NTE INEN 2411, with values of 241.2 and 319.9 mg/L, respectively. The soluble solids content was controlled at 7° Brix using natural sweeteners, balancing sweetness and calories. Microbiological analyses confirmed safety with the absence of pathogens and total aerobic counts, total coliforms, molds, and yeasts within regulatory limits, demonstrating good production practices. Sensorially, the T3 treatment with 45% mucilage and brown sugar honey was the highest rated for its color, smell, taste, and overall acceptability, aligning with preferences for natural and functional products. These results support the valorization of coffee mucilage as an innovative ingredient for healthy, high- quality energy drinks with market potential.

Keywords: Coffee mucilage, Energy drink, Physicochemical properties, microbiological analysis, Sensory acceptance.

INTRODUCCIÓN

La creciente popularidad de las bebidas energéticas a nivel mundial ha impulsado el aumento en su consumo, generando una demanda por productos que no solo brinden beneficios inmediatos en energía y concentración, sino que también posean características funcionales y sean sostenibles (Higgins et al., 2018). Sin embargo, la industria enfrenta desafíos importantes relacionados con la sustentabilidad ambiental y la salud pública, sobre todo debido al uso extensivo de ingredientes con efectos negativos como los edulcorantes artificiales y la generación de residuos agroindustriales problemáticos. (Riera et al., 2019)

En Ecuador, la producción de café es una de las actividades agroindustriales de mayor importancia económica, destacando la provincia del Carchi como una zona importante para el cultivo del café arábico (PROEcuador, 2014). Durante el proceso de aprovechamiento del café, se produce como residuo el mucílago de café, un material viscoso y gelatinoso que comúnmente es descartado, generando alrededor de 784.000 toneladas anuales de residuos orgánicos a nivel nacional (Riera et al., 2019). El manejo inadecuado de este subproducto tiene consecuencias ambientales graves, incluyendo la contaminación de fuentes hídricas mediante procesos de eutrofización y la emisión de gases contaminantes como metano y dióxido de carbono, fenómenos que afectan la biodiversidad y la salud de las comunidades rurales (Cortés et al., 2020; Fernández et al., 2020).

Por otro lado, las bebidas energéticas actuales contienen generalmente edulcorantes artificiales como aspartamo, sucralosa y ciclamato, cuyo consumo frecuente ha sido asociado con alteraciones metabólicas, incluyendo resistencia a la insulina, cambios en la microbiota intestinal y aumento del riesgo de obesidad y diabetes tipo 2 (Bohórquez et al., 2021; Debras et al., 2022). Esta situación resalta la necesidad de buscar alternativas más saludables y naturales para la formulación de estos productos.

El mucílago de café es una fuente rica en compuestos bioactivos como antioxidantes, vitaminas y polisacáridos que ofrecen un potencial considerable para la formulación de productos alimenticios funcionales. Estudios recientes han evidenciado que estos componentes pueden contribuir a la mejora de la salud

antioxidante y al buen funcionamiento del sistema inmunológico, además de añadir valor nutracéutico a las bebidas energéticas (Cardona et al., 2024; Carvajal, 2023). La incorporación de edulcorantes naturales, como miel de abeja y miel de panela, no solo aporta un sabor agradable, sino que además incorpora polifenoles y flavonoides, con propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas, fortaleciendo aún más el perfil saludable del producto (García et al., 2022).

Asimismo, el aprovechamiento del mucílago en la industria alimentaria promueve un modelo de economía circular en el sector cafetalero, ayudando a reducir el desperdicio y mitigando el impacto ambiental derivado de la gestión inadecuada de residuos. Esto contribuye a una producción sostenible y a la generación de ingresos adicionales para los productores locales, fortaleciendo el desarrollo económico de la región (Montoya et al., 2023).

Frente a estos desafíos, surge la necesidad de desarrollar alternativas innovadoras que aprovechen los subproductos como el mucílago de café en la elaboración de bebidas energéticas; con el propósito de disminuir el impacto ambiental y enriquecer el valor nutricional mediante el uso de edulcorantes naturales. De esta manera, la producción de una bebida energética basada en mucílago de café cultivado en la provincia del Carchi responde a la necesidad de combinar sostenibilidad ambiental, funcionalidad y beneficios para la salud, fortaleciendo la valorización de residuos agroindustriales y mejorando simultáneamente la calidad de vida de los consumidores, al tiempo que genera un efecto positivo en la agroindustria local y el mercado nacional.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El café se ha posicionado como la materia prima alimentaria de mayor comercialización a nivel mundial, razón por la cual su bebida resulta una de las más consumidas globalmente, situación de la cual Ecuador no está exento. En el país se cultivan principalmente dos especies: *Coffea arábica* y *Coffea canéphora* (robusta). La variedad arábica representa el 67% de la producción nacional y se obtiene principalmente de provincias como Manabí, Loja y de las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes, entre las que se encuentran Azuay, Cañar, Pichincha, Imbabura y Carchi. El 33% restante corresponde al café robusta, cuyo cultivo se concentra mayormente en la región amazónica, específicamente en las provincias de Orellana y Sucumbíos (PROECUADOR 2014).

La industria del café en la actualidad sólo aprovecha el 5% correspondiente al pergamino que se utiliza para su procesamiento, mientras que el otro son residuos que engloban todos los subproductos como: pulpa, cascarilla y mucílago generando alrededor de 784.000 toneladas/año de biomasa residual que al no tener un manejo adecuado genera impactos ambientales negativos que afectan las fuentes hídricas, los suelos, la biodiversidad y los ecosistemas (Riera et al., 2019).

El manejo inadecuado del mucílago de café representa un riesgo ambiental significativo, principalmente por su elevada carga orgánica. Cuando estos residuos son dispuestos de forma incorrecta, pueden provocar una grave contaminación de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas. Esta contaminación se manifiesta a través de procesos de eutrofización, que agotan el oxígeno disponible en los cuerpos de agua y comprometen la supervivencia de la vida acuática. Paralelamente, la descomposición anaeróbica de estos desechos genera emisiones de gases malolientes, como sulfuro de hidrógeno y amoníaco, que no solo afectan la calidad del aire y el bienestar de las comunidades aledañas, sino que también contribuyen a la contaminación atmosférica local. Por lo tanto, la gestión responsable de este subproducto se convierte en un imperativo tanto ambiental como sanitario (Cortés et al., 2020).

El mucílago del café es un material viscoso y gelatinoso que se obtiene durante el despulpado y lavado de los granos de café. Lamentablemente, este subproducto suele ser desechado, lo que representa un desperdicio de recursos valiosos. El mucílago del café es rico en nutrientes y compuestos bioactivos, como antioxidantes, vitaminas y azúcares, lo que le confiere un alto potencial para ser utilizado en la formulación de productos alimenticios funcionales, como bebidas energéticas. (Cortés et al., 2020)

El uso de edulcorantes en bebidas energéticas representa un serio problema de salud pública que exige atención inmediata. Los edulcorantes artificiales tales como aspartamo, sucralosa, sacarina neotamo y ciclamato están relacionados con el desarrollo de trastornos metabólicos como la obesidad y la diabetes, ya que al modificar la percepción del sabor dulce, alteran los mecanismos de regulación del apetito y la glucosa, lo que favorece el sobreconsumo y la aparición de enfermedades crónicas. Su consumo provoca alteraciones en la sensación de saciedad, disrupciones endocrinas que afectan el metabolismo de la glucosa, cambios en la microbiota intestinal y un aumento en la secreción de insulina, creando un entorno propicio para el desarrollo de diabetes tipo 2, obesidad y síndrome metabólico. Por ello, se señala que estos edulcorantes no constituyen una alternativa nutricional más saludable y que su ingesta incrementa el riesgo de diabetes entre un 18% y un 24%, y hasta un 44% para síndrome metabólico. (Debras et al., 2022)

En este sentido, surge la necesidad de utilizar el mucílago en la formulación de una bebida energética que aproveche sus propiedades funcionales y nutricionales. Para potenciar el perfil sensorial del producto y garantizar una alternativa saludable, se incorporan edulcorantes naturales como la miel de abeja y la miel de panela. Estos edulcorantes aportan no solo dulzor sino también compuestos bioactivos entre los que destacan los polifenoles y flavonoides, reconocidos como antioxidantes naturales. Asimismo, presenta ácidos fenólicos, compuestos con efectos antiinflamatorios, antimicrobianos, inmunomoduladores y anticancerígenos. Completan su perfil nutricional vitaminas como la C, B1, B2, B6 y E, aminoácidos esenciales que enriquecen la bebida, contribuyendo así a reducir el desperdicio de este subproducto, mitigar los problemas ambientales asociados y generar nuevas opciones de productos innovadores y sostenibles para los consumidores (García et al., 2022).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se puede aprovechar el mucílago del café, en la formulación de una bebida energética funcional que contribuya a reducir el impacto ambiental, minimice el uso de edulcorantes artificiales y ofrezca una alternativa innovadora y sostenible para los consumidores?

1.3. JUSTIFICACIÓN

En un contexto de creciente demanda mundial de alternativas saludables y sostenibles en el mercado de bebidas, se estima que el mercado global de bebidas funcionales crecerá a una tasa anual compuesta de aproximadamente 7% entre 2023 y 2030 (Grand View Research, 2024).

El aprovechamiento del mucílago del café en la elaboración de una bebida energética podría representar una oportunidad de innovación y valor agregado para la industria cafetera de la provincia del Carchi, fomentando además la economía circular mediante la valorización de un subproducto que representa entre el 28% y 30% del peso del fruto del café (FAO, 2021)

A pesar de la amplia oferta en el mercado, más del 60% de las bebidas energéticas comerciales contienen ingredientes artificiales como edulcorantes como aspartamo y sucralosa, colorantes como tartazina (amarillo 5) y rojo allura (rojo 40) y estimulantes sintéticos aurina y altos niveles de cafeína y azúcares refinados que pueden causar efectos adversos a largo plazo, como hipertensión arterial, arritmias y dependencia física. (Li et al., 2023)

Estas preocupaciones han generado un interés creciente en alternativas más saludables y naturales, que no solo proporcionan un impulso energético efectivo, sino que también cuiden el bienestar integral de los consumidores. Es por esta razón que el mucílago de café se presenta como una alternativa prometedora y sostenible. Este subproducto del procesamiento del café, ampliamente disponible en la provincia del Carchi, posee un contenido significativo de azúcares reductores (hasta 12-15% en base seca) y antioxidantes naturales que pueden contribuir a las propiedades energéticas y funcionales de la bebida. (Puerta y Ríos, 2011). Además, la utilización del mucílago contribuye a reducir un 30% del desperdicio agroindustrial generado por la producción de café en la región (Instituto Nacional de Agricultura, 2024)

Al integrar prácticas tradicionales con innovaciones modernas, se podría ofrecer un producto que satisfaga las necesidades energéticas de los consumidores y promueva la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico local.

La selección de edulcorantes en estas bebidas es crucial, el uso de edulcorantes naturales como miel de abeja o miel de panela, que contienen alrededor de 70-80% de azúcares naturales y compuestos bioactivos, mejora la calidad y seguridad del producto, evitando riesgos asociados con los artificiales y favoreciendo las propiedades funcionales (Moreira y Sacón, 2024)

Por lo tanto, esta propuesta no solo responde a una creciente demanda por productos que promuevan un consumo más consciente, saludable y natural, sino que también impulsa el desarrollo sostenible al aprovechar subproductos agrícolas que, de otro modo, podrían ser desaprovechados. Al utilizar el mucílago de café como base y endulzar la bebida con miel de abeja y miel de panela, se fomenta la valorización de recursos locales y tradicionales, fortaleciendo las cadenas productivas regionales y generando un impacto positivo en las comunidades involucradas. De esta manera, el proyecto se alinea con los objetivos globales de sostenibilidad ambiental, económica y social, promoviendo el bienestar comunitario y la conservación de prácticas agroecológicas. En suma, esta bebida energética representa una alternativa innovadora y responsable que contribuye a la diversificación del mercado, al cuidado del medio ambiente y a la promoción de hábitos de consumo más saludables y respetuosos con el medio ambiente.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Elaborar una bebida energética a base de mucílago de café producido en la provincia del Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Formular una bebida energética con diferentes concentraciones de mucílago de café y de edulcorantes.
- Evaluar los parámetros fisicoquímicos de los tratamientos formulados.
- Medir el grado de aceptabilidad de la bebida mediante un análisis sensorial.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el proceso para la obtención de una bebida energizante a base del mucílago de café y edulcorante?
- ¿Qué cantidad de mucílago y de edulcorante es la fórmula idónea para una bebida energética?
- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos que debe presentar la bebida?
- ¿Qué características sensoriales son más relevantes para evaluar la aceptabilidad de la bebida?
- ¿Qué relación hay entre el contenido de cafeína y la aprobación sensorial de la bebida?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Ciro y Garzón (2019), en el estudio sobre el mucílago del café (*Coffea arabica L. Caturra*) evaluaron su potencial prebiótico en una bebida de arroz, usando concentraciones del 0%, 5%, 10% y 15% para analizar su efecto en el crecimiento de *Lactobacillus acidophilus*, demostrando que el mucílago favorece significativamente el desarrollo de esta bacteria probiótica; Además, se evaluó la aceptación sensorial de las bebidas, encontrando que son bien aceptadas, lo que sugiere que el mucílago no solo aporta beneficios nutricionales y funcionales, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental al aprovechar un residuo del procesamiento del café, respaldando su inclusión en bebidas energéticas innovadoras y funcionales.

La investigación desarrollada por Ríos et al. (2024), hizo microcápsulas que conservaran la capacidad antioxidante del mucílago de café, un subproducto rico en compuestos fenólicos, para mitigar su impacto ambiental y económico; empleó mucílago junto con almidón de plátano modificado y maltodextrina como recubrimientos, utilizando secado por aspersion para obtener un polvo con mayor capacidad antioxidante, tamaño de partícula promedio de 29 μm y alta retención de agua (90,53%), demostrando que este método mejora la solubilidad y estabilidad del mucílago y ofrece una solución sostenible para crear ingredientes funcionales, sentando las bases para una bebida energética innovadora y funcional.

El estudio de Salca (2022), tuvo como objetivo evaluar la cafeína y la aceptabilidad de una bebida energizante hecha con pulpa residual de café en tres concentraciones (40%, 60% y 80%), aplicando una prueba sensorial hedónica a 100 adultos; la formulación con 40% de pulpa fue la más aceptada en olor, color, sabor, aspecto y aceptabilidad, con un contenido de cafeína de 41.2 mg/100 mL, concluyendo diferencias significativas entre las formulaciones y ofreciendo una base metodológica sólida para futuras investigaciones en bebidas funcionales.

El estudio de Sandoval y Barrero (2021), tuvo como objetivo aprovechar este subproducto del beneficio del café, ofrecer una alternativa a la actividad cafetera y reducir el impacto ambiental. Se evaluó la viabilidad técnica, financiera y de mercado, realizando un diagnóstico en fincas cafeteras y un estudio de mercado que mostró interés por parte de los consumidores. La cereza del café, rica en nutrientes, se identificó como materia prima valiosa para la bebida. Mediante

encuestas y análisis de rentabilidad, se determinó que el proyecto es viable económicamente, con potencial de mercado y beneficios ambientales al valorizar un subproducto que, de otro modo, podría generar contaminación. resalta la importancia de aprovechar subproductos del café, como el mucílago, para crear productos innovadores y sostenibles, lo que refuerza la relevancia ambiental de tu investigación. El estudio también proporciona insights sobre el interés del consumidor hacia bebidas derivadas del café, lo que puede ser útil para justificar la aceptación potencial de tu bebida energética.

El estudio de Molina y Choto (2022) evaluó el uso del mucílago de café (*Coffea arabica*) como ingrediente en galletas dulces, sustituyendo la miel. Se aplicaron tratamientos enzimáticos con una enzima pectinolítica (Pectinex Ultra SP-L) en concentraciones de 0, 0.2 y 0.4 mL, analizando su impacto en el pH, sólidos solubles, viscosidad y polifenoles totales del mucílago. Los tratamientos aumentaron los polifenoles y redujeron la viscosidad. Se elaboraron galletas con sustituciones de miel por mucílago al 0, 50 y 75%. La sustitución del 50% mejoró la textura y mantuvo una aceptación sensorial similar a la galleta control, según un panel de 105 evaluadores. El estudio concluyó que el mucílago es un ingrediente viable para galletas, aunque se requieren más investigaciones para optimizar su uso en otros alimentos y tratamientos enzimáticos. para explorar el mucílago de café como ingrediente principal en una bebida energética, optimizando sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales. Además, te ofrece un enfoque innovador y sostenible que podría diferenciar tu producto en el mercado.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. El café

El café es una planta perenne tropical que pertenece al género *Coffea*, dentro de la familia *Rubiaceae*. Aunque existen más de cien especies de este género, sólo dos son los principales responsables del comercio mundial: *Coffea arabica* y *Coffea canephora* (Robusta). La variedad Arábica representa cerca del 80% de la producción global y es apreciada por su sabor suave y sus características sensoriales superiores, que le otorgan reconocimiento entre los consumidores. Por su parte, el café Robusta destaca por su mayor contenido de cafeína y su resistencia a enfermedades como la roya. El cultivo de estas especies está ampliamente distribuido en regiones tropicales y subtropicales, donde las condiciones climáticas y geográficas favorecen su desarrollo y contribuyen a la diversidad de perfiles de sabor en el café que llega a los mercados internacionales (Serna et al., 2018).

2.2.1.1. Origen

El origen del café se remonta a la antigua región de Kaffa, en Etiopía. Según la leyenda, un pastor de cabras llamado Kaldi descubrió el café cuando notó que sus cabras se volvían más energéticas después de comer las bayas de un arbusto, Kaldi probó las bayas y experimentó un aumento de energía similar.

Desde Etiopía, el café se extendió a través del Mar Rojo hacia Yemen, donde los monjes sufíes lo utilizaron para mantenerse despiertos durante largas horas de oración. Con el tiempo, el café se difundió por todo el mundo árabe y llegó a Europa en el siglo XVII, donde rápidamente ganó popularidad (Sandoval, 2024).

Por otro lado, Herrera y Cortina (2013) manifiestan que el origen del café como planta y bebida está estrechamente vinculado con los grandes imperios y redes comerciales a lo largo del tiempo. En un comienzo, fueron los árabes quienes impulsaron su cultivo y consumo, establecimiento que marcó el inicio de su expansión. Posteriormente, durante el siglo XV, los turcos asumieron un papel fundamental en la difusión del café, integrándolo profundamente en su cultura y sociedad. Finalmente, a partir del siglo XVIII, la llegada y colonización europea expandió aún más el alcance del café, llevándolo a diferentes partes del mundo y consolidándolo como una bebida de gran importancia a nivel global.

2.2.1.2. Taxonomía y morfología

La planta del café, conocida como cafeto pertenece a la familia de las Rubiáceas y al género *Coffea*. Las dos especies más importantes a nivel comercial son *Coffea arabica* y *Coffea canephora* (también conocida como Robusta). A continuación, en la Tabla 1 se presenta la taxonomía del café, que permite identificar y clasificar las principales especies utilizadas en la producción y estudio de esta planta.

Tabla 1. Taxonomía del café

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Gentianales
Familia	Rubiaceae
Genero	<i>Coffea</i>
Especies	<i>Coffea arabica</i> , <i>Coffea canephora</i> , entre otras

Fuente: (Herrera y Cortina, 2013).

La morfología del café se refiere a la estructura y forma de la planta de café, incluyendo sus diferentes partes y funciones:

- **Raíz**

La raíz es el órgano principal encargado de la absorción en la planta. Su función incluye fijar la planta al suelo, captar agua y nutrientes, además de participar en la producción de ciertos reguladores de crecimiento y otros compuestos orgánicos. El sistema de raíces comienza a desarrollarse desde la semilla, concretamente en el hipocótilo, que se encuentra en la base del embrión. Al iniciarse la germinación, la primera estructura que aparece es la radícula, la cual se transforma en la raíz primaria, a partir de la cual se ramifica todo el sistema radicular, conocido como raíz pivotante (Flórez et al., 2013).

En la Figura 1 se ilustra el sistema radicular de una planta, resaltando su función principal como soporte físico y su importancia en el crecimiento del vegetal al facilitar la absorción eficiente de agua y nutrientes del suelo.



Figura 1. La raíz: Soporte y crecimiento de la planta.

Fuente: (Flórez et al., 2013).

- **Tallo**

El cafeto suele tener un solo tallo o eje principal, con nudos y entrenudos. En una planta joven, únicamente se desarrollan hojas en los primeros tres o cuatro nudos; A partir de ese punto, empiezan a crecer ramas laterales que surgen de yemas localizadas en las axilas superiores de las hojas. En cada axila pueden formarse dos o más yemas. La yema inferior origina brotes ortotrópicos nuevos, aunque normalmente no crece a menos que se una poda en el tallo principal (Flórez et al., 2013). En la Figura 2 se muestra el crecimiento inicial de la plántula de café, destacando las ramas laterales esenciales para la producción futura de frutos.



Figura 2. Crecimiento inicial de una planta de café.
Fuente: (Flórez et al., 2013).

- **Hojas**

Las hojas son las partes fundamentales de las plantas, puesto que en ellas se llevan a cabo procesos esenciales para su crecimiento y mantenimiento, como la fotosíntesis, la respiración y la transpiración. Un crecimiento fuerte y saludable de las hojas refleja un buen desempeño general de la planta. Dado que la hoja es vital para la planta, es importante primero entender su estructura para poder comprender cómo se desarrolla y cuál es la composición adecuada del área foliar (Flórez et al., 2013). En la Figura 3 muestra un primer plano de las hojas jóvenes de la variedad Castillo de Coffea arabica L., que son cruciales para la fotosíntesis y el desarrollo de la planta.



Figura 3. Hojas jóvenes de *C. arabica* L. Variedad Castillo.
Fuente: (Flórez et al., 2013).

- **Flores**

La flor del cafeto está formada por una corola con cinco lóbulos, un cáliz, cinco estambres y un pistilo que incluye ovario, estilo y estigma. El ovario, ubicado en la base de la corola (posición ínfera), alberga dos óvulos que, tras la fertilización, combinados generan dos granos de café como se muestra en la Figura 4. La flor se conecta a la inflorescencia a través del pedicelo. Los estambres se fijan entre los lóbulos mediante filamentos cortos, y cada estambre cuenta con una antera que contiene cuatro sacos polínicos (Flórez et al., 2013).



Figura 4. Morfología de la flor del cafeto. Pistilo (Ov: ovario, Eti: estilo y Et: estigma); Ca: cáliz; Estambre (An: antera y Fi: filamento); Pe: pedicelo; L: Lóbulo.
Fuente: (Flórez et al., 2013).

- **Frutos**

El fruto posee gran relevancia biológica porque alberga las semillas necesarias para asegurar la continuidad de la especie. Se trata de una drupa de forma globular u ovoide, con un peciolo corto. Sus dimensiones suelen variar entre 10 y 15 mm de largo, y de 11,5 a 14,5 mm de diámetro, y comúnmente se le conoce como cereza (Flórez et al., 2013).

Además, Flórez et al. (2013) manifiesta que el desarrollo del fruto del cafeto ocurre en cinco etapas principales:

1. Tras la fertilización, el ovario crece lentamente durante 7 semanas.
2. Luego, el fruto aumenta rápidamente de tamaño y peso en 10 semanas, necesitando mucha agua.
3. Después, el crecimiento es casi nulo, pero la almendra se aguanta en 9 semanas, con alta demanda de nutrientes.
4. En la cuarta etapa, el fruto madura y cambia de color en 6 semanas.
5. Finalmente, si se pasa el tiempo de cosecha, el fruto se sobremadura, se oscurece y se seca, perdiendo peso.

La Figura 5 muestra las cinco etapas del desarrollo del fruto de café en Días Después de la Floración (DDF), indicando los períodos de mayor vulnerabilidad a plagas, enfermedades y necesidades hídricas.

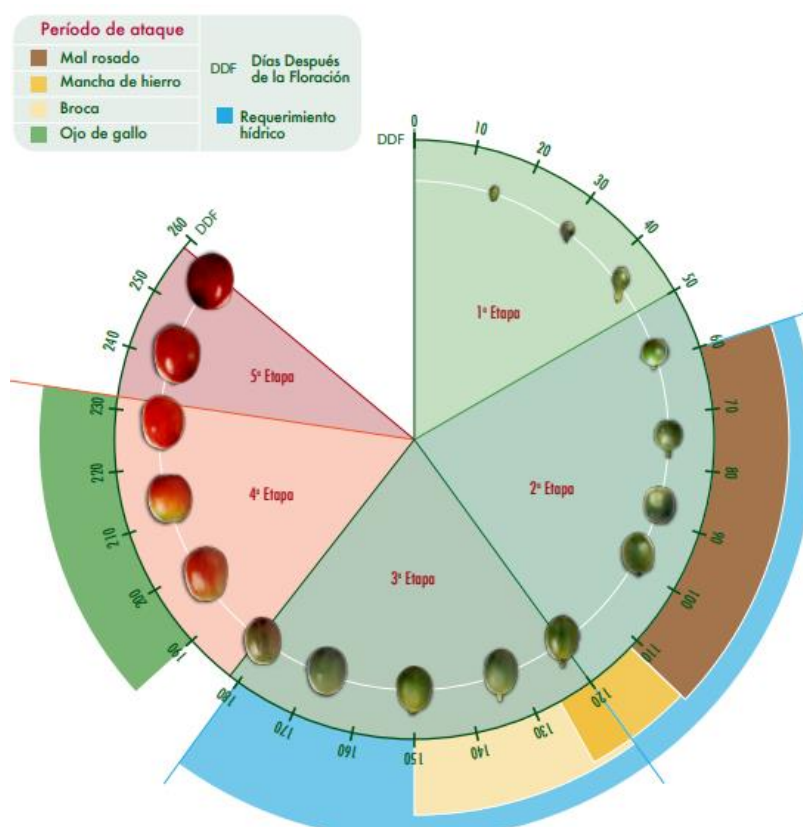


Figura 5. Etapas de desarrollo del fruto de café y épocas de mayor susceptibilidad del fruto a diferentes factores bióticos y abióticos.

Fuente: (Flórez et al., 2013).

2.2.1.3. El café a nivel mundial

El café es una de las bebidas más consumidas en el mundo, valorada por su versatilidad para disfrutarse fría o caliente y por su contenido energético gracias a la cafeína. Además, se le atribuyen posibles beneficios para la salud, lo que ha impulsado un crecimiento constante en su demanda global, que en 2024 alcanzó cerca de 180 millones de sacos. América del Sur, y en particular Brasil, lideran la producción mundial, pues Brasil posee la mayor área cultivada y es el principal exportador. Sin embargo, el mayor mercado de ingresos por café es Estados Unidos, que importa grandes volúmenes y alberga cadenas de cafeterías como Starbucks. Otro aspecto relevante es el auge del comercio justo, que impulsa la producción de café bajo prácticas sostenibles y laborales responsables, destacando el café Arábica, reconocido por su calidad y aroma superior (Orús, 2025).

2.2.1.4. Producción y cultivo

A nivel mundial, se producen aproximadamente 7,7 millones de toneladas de café oro anualmente, cultivadas en cerca de 10,5 millones de hectáreas distribuidas en más de 50 países. Latinoamérica aporta el 85% de esta producción, predominando la variedad Arábica con ese mismo porcentaje, mientras que en Asia y África es más común el cultivo de Robusta. Brasil es el mayor productor, con 2,2 millones de toneladas en 2,3 millones de hectáreas, seguido por Vietnam, Indonesia y Colombia, que juntos suman entre 0,6 y 1 millón de toneladas en 2,6 millones de hectáreas. Brasil también lidera las exportaciones con el 29% del total mundial, seguido por Vietnam y Colombia. El rendimiento promedio global ronda las 0,7 toneladas por hectárea, pero en países con producción intensiva como Brasil, Vietnam, Costa Rica, Colombia y Guatemala, puede llegar hasta 1–1,4 t/ha. En Vietnam, la producción de Robusta alcanza un promedio nacional de 2 t/ha. En cuanto al consumo, los mayores países por persona son los nórdicos, con más de 10 kg anuales, seguidos por varios países de Europa occidental (Yara, 2025).

En Ecuador, la producción de café se beneficia de una ubicación geográfica especial y variedad de microclimas que permiten cultivar tanto Arábica como Robusta en zonas altas y bajas. Aunque la producción ha disminuido en los últimos años debido a diversos factores, el país enfrenta actualmente un déficit para el consumo interno. Sin embargo, la calidad del café ecuatoriano ha ganado reconocimiento y visibilidad. El cultivo se desarrolla en 23 de las 24 provincias, con

características y retos particulares. En una encuesta reciente, el 70% destacó a Loja como la provincia con mejor calidad de café, seguida por Pichincha y Guayas con un 11% cada una, y Manabí con un 4% (Perfect Daily Grind, 2024).

2.2.1.5. Exportación del Ecuador

Según Infiltrado (2024), manifiesta que el café ecuatoriano goza de reconocimiento internacional gracias a su calidad y particularidades, lo que se ha consolidado a varios destinos como los principales mercados de exportación para el país. Estados Unidos se posiciona como uno de los compradores más importantes, absorbiendo alrededor del 25% del café que Ecuador exporta. Este mercado destaca por valorar especialmente el café de especialidad y aquella variedad árabe que ofrece un perfil aromático y organoléptico de alto nivel.

Por otro lado, la Unión Europea representa cerca del 30% del volumen exportado, siendo Alemania y Francia los principales países demandantes en la región. En estos mercados, el interés por el café orgánico y aquellos certificados bajo criterios de comercio justo ha aumentado considerablemente, lo que ha impulsado a los productores ecuatorianos a adaptarse a estas exigencias, mejorando prácticas agrícolas y de procesamiento para cumplir con estándares sostenibles y sociales.

Japón emerge como otro destino relevante, recibiendo aproximadamente el 15% de las exportaciones de café ecuatoriano. Este país asiático es reconocido por su rigor en la selección de productos y está dispuesto a pagar precios premium por cafés Arábica que cumplen con altos criterios de calidad y sabor, lo que incentiva a Ecuador a mantener la excelencia en sus lotes destinados a este mercado.

En menor medida, Ecuador también comercia café con países vecinos de Latinoamérica, como Colombia y Perú, que aunque no representan grandes volúmenes, contribuyen a la diversificación de destinos y fortalecen la presencia regional del café ecuatoriano (Infiltrado, 2024).

Esta estructura de exportación refleja un enfoque estratégico y diversificado que permite a Ecuador posicionarse en mercados exigentes y con demandas específicas, promoviendo el crecimiento del sector cafetalero con énfasis en la calidad, sustentabilidad y certificaciones que agregan valor al producto nacional.

2.2.1.6. Producción en el Ecuador

La producción de café en Ecuador ha experimentado un desarrollo importante, adaptándose a las necesidades del mercado global y superando diversos retos comerciales. Gracias a su diversidad geográfica, el país es uno de los pocos que cultivan en cantidades significativas tanto café árabe como robusta. El café arábica, que representa aproximadamente el 60% de la producción nacional, se cultiva principalmente en las provincias de Loja, Pichincha y Manabí, en altitudes entre 1.000 y 2.000 metros, y se caracteriza por su sabor suave, acidez equilibrada y notas florales o frutales. Por otro lado, el café robusta, que comprende el 40% restante, se produce en zonas bajas y cálidas como Sucumbíos y la Amazonía, siendo más resistente a enfermedades y con un sabor más fuerte y terroso, ideal para cafés instantáneos. Este equilibrio en la producción ha permitido que el café ecuatoriano gane reconocimiento como un producto de calidad en el mercado internacional (Infiltrado, 2024).

2.2.1.7. Desafíos

La producción de café en Ecuador enfrenta varios retos importantes. La baja productividad se atribuye principalmente al desconocimiento del germoplasma cultivado, la mezcla de variedades en las fincas y una tecnificación limitada, que afecta aspectos clave como la fertilización, el riego, el control de enfermedades y la renovación de cafetales con una edad promedio de 25 años.

Además, la crisis mundial del café entre 1999 y 2002 provocó el abandono de muchas fincas por parte de los productores en busca de mejores condiciones de vida. Otro desafío es la débil organización de los productores, de los cuales solo un 5% pertenece a asociaciones, sumado a la fuerte presencia de intermediarios que afectan la comercialización y la reputación del café ecuatoriano. Entre 2001 y 2013, las exportaciones de café árabe disminuyeron, con algunas excepciones relacionadas a procesos de renovación y fluctuaciones de precios internacionales. Las exportaciones de café robusta mostraron variaciones irregulares, influenciadas por las importaciones de Vietnam (Venegas et al., 2018).

La disminución constante en la producción se relaciona también con la falta de acceso a crédito, infraestructura deficiente para el riego y acceso a las plantaciones, así como condiciones climáticas adversas. A esto se suma el impacto negativo de un régimen aduanero que facilitó el ingreso de importaciones de café, lo que

desincentivó la producción local. Aunque el rendimiento por hectárea ha mejorado, la producción total ha disminuido, concentrándose principalmente en Manabí y Loja. Sin embargo, desde 2013 se observan señales de recuperación gracias a políticas de apoyo y el esfuerzo de los agricultores, alcanzando para el 2015 una producción de alrededor de 5 mil toneladas con un rendimiento de 0,12 toneladas por hectárea de cultivo.

Por último, mientras las exportaciones de café en grano han ido disminuyendo, las de café industrializado como el soluble y liofilizado, han crecido para cubrir la demanda industrial, dada la insuficiente producción nacional (Venegas et al., 2018).

2.2.1.8. Subproductos del café

En la producción de café, se aprovecha menos del 5% de la materia vegetal para elaborar la bebida final, mientras que el resto queda como residuo. Estos desechos incluyen materiales fibrosos como hojas, ramas y tallos que se generan al renovar los cafetales; frutos verdes que se caen o se separan durante la cosecha; la pulpa y el mucílago resultantes del procesamiento del fruto; la cascarilla que surge en la etapa de trilla; así como la borra o ripio producidos en las fábricas de café soluble y durante la preparación de la bebida a partir del grano tostado y molido (Rodríguez et al., 2013).

Los subproductos del café, tradicionalmente considerados desechos, están encontrando nuevas aplicaciones innovadoras y sostenibles. Los principales subproductos y sus usos:

- Pulpa de café
 - Abono: es una fuente valiosa de materia orgánica y nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, que puede aprovecharse para la elaboración de abonos orgánicos. La pulpa se utiliza como fertilizante orgánico debido a su alto contenido de nutrientes.
 - Alimentación animal: puede ser procesada y utilizada como suplemento alimenticio para ganado.
- Mucílago
 - Biogás: el mucílago rico en azúcares se puede fermentar para producir biogás.
 - Bioetanol: también se puede transformar en bioetanol, una fuente de energía renovable.

- Cáscara
 - Compostaje: la cáscara del café se utiliza en compostaje para mejorar la calidad del suelo.
 - Infusiones: en algunos lugares, se utiliza para preparar infusiones conocidas como "cáscara tea".
- Borra de café
 - Cosméticos: la borra se utiliza en la fabricación de exfoliantes y otros productos de belleza.
 - Biocombustibles: puede ser procesada para producir bioetanol.
- Hojas y tallos
 - Biomasa: se utilizan como fuente de biomasa para generar energía.

Estos subproductos no solo ayudan a reducir el impacto ambiental, sino que también ofrecen oportunidades económicas adicionales para los productos del café (Mendez, 2025).

2.2.2. Mucílago de café

El mucílago del café es la capa gelatinosa que se encuentra entre la pulpa y el pergamino del fruto. Está compuesto principalmente por agua (85-90%) y una alta concentración de carbohidratos, especialmente pectinas y azúcares reductores y no reductores, que representan la mayor parte de su materia seca. Además, contiene pequeñas cantidades de proteínas, grasas y minerales como potasio, calcio, magnesio y fósforo. Debido a su composición rica en azúcares y pectinas, el mucílago posee un bajo poder calorífico y se caracteriza por su naturaleza perecedera y su capacidad para fermentar de forma espontánea. Esta sustancia es un subproducto importante en el proceso de beneficio del café y tiene aplicaciones tanto en la agricultura como en la industria, por ejemplo, en la producción de abonos orgánicos y suplementos alimenticios (Garavito y Puerta, 1998).

2.2.2.1. Métodos de extracción

La extracción del mucílago del café es un proceso crucial en la preparación del café, ya que afecta la calidad final del grano, a continuación, se detallarán los métodos más comunes para la extracción del mucílago y son:

- Fermentación natural
 - Proceso: las cerezas de café se despulpan y los granos se dejan fermentar en tanques de agua durante 12 a 48 horas.

- Ventajas: método tradicional que mejora el perfil del sabor del café.
- Desventajas: requiere monitoreo constante para evitar sobre fermentación.
- Lavado mecánico
 - Proceso: se utilizan maquinas despulpadoras y lavadoras para remover el mucílago mediante fricción y agua.
 - Ventajas: más rápido y eficiente que la fermentación natural.
 - Desventajas: mayor consumo de agua y energía.
- Enzimas
 - Proceso: se añaden enzimas específicas para descomponer el mucílago en un tiempo más corto.
 - Ventajas: reducción de tiempo de procesamiento y menor uso de agua.
 - Desventajas: costo adicional de las enzimas.
- Sistema ecológico (Ecopulper)
 - Proceso: combina la despulpacion y la remoción del mucílago en una sola máquina, utilizando una cantidad mínima de agua.
 - Ventajas: eficiente y amigable con el medio ambiente.
 - Desventajas: inversión inicial en maquinaria.

Estos métodos permiten a los productores elegir el que mejor se adapte a sus necesidades y recursos, optimizando la calidad del café y la sostenibilidad del proceso (Segovia, 2022).

2.2.2.2. Propiedades y componentes

El mucílago del café es un subproducto con un gran potencial funcional y nutricional, que ahora se valora más allá de ser un residuo problemático. Este componente es rico en antioxidantes naturales, tiene un alto contenido de azúcares y pectinas; contiene nutrientes importantes como minerales, lo que le confiere propiedades saludables y sensoriales atractivas para su uso en alimentos y bebidas. Además, es un ingrediente vegano, bajo en sodio y con un perfil de sabor dulce y agradable; ideal para incorporarse en productos como cereales, barras energéticas, panificación, suplementos nutricionales y diversas bebidas. Su aprovechamiento contribuye no solo a la sostenibilidad ambiental al reducir desechos, sino también a generar mayor valor económico para los productores, impulsando la economía circular y ofreciendo nuevas oportunidades en la industria alimentaria (Cacia, 2021).

2.2.2.3. Usos

El mucílago de café, una capa gelatinosa que rodea la semilla después del despulpado, tiene múltiples usos significativos. Se ha demostrado que posee una alta capacidad antioxidante, comparable a la del té verde y el té negro, gracias a su contenido de compuestos fenólicos y azúcares naturales. Debido a estas propiedades, el mucílago puede emplearse en la elaboración de infusiones saludables que contribuyen a la prevención de enfermedades crónicas como obesidad, diabetes y problemas cardiovasculares. Además, su sabor dulce y perfil sensorial lo hacen adecuado para incluirlo en productos alimenticios como cereales, barras energéticas, panificación, suplementos nutricionales y bebidas diversas (Serna et al., 2018).

Por otro lado, Castaño y Osorio (2021) manifiesta que el mucílago de café es una capa gelatinosa rica en azúcares y pectinas; se utiliza en la elaboración de diversos productos alimenticios y funcionales. En Colombia, por ejemplo, empresas han desarrollado concentrados o "miel de café" con propiedades antioxidantes que aportan beneficios para la salud, ya que a partir de esta miel se fabrican bebidas energizantes. Además, se han creado productos como caramelos blandos tipo toffee que sustituyen parcialmente el azúcar con esta miel, logrando una agradable aceptación sensorial. También se han desarrollado vinos que combinan mucílago con otras frutas, aprovechando su contenido en polifenoles y antioxidantes naturales. La miel de café es rica en compuestos beneficiosos como fructosa, glucosa, pectinas y ácido clorogénico, que la hacen útil no solo en alimentos sino también en cosmética y farmacéutica. La clarificación de estas mieles mediante enzimas pectinolíticas mejora su textura y estabilidad, facilitando su procesamiento para diversas aplicaciones industriales (pp. 19-23).

El aprovechamiento del mucílago no solo representa un beneficio nutricional y funcional, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir los residuos contaminantes generados en el proceso de producción del café, generando un valor agregado para los productores y la industria. Así, el mucílago representa una fuente valiosa para desarrollar productos nutritivos, sostenibles y con alto valor agregado, contribuyendo a la economía circular en la industria cafetera.

2.2.3. Bebida energética

Las bebidas energéticas son líquidos sin alcohol, generalmente carbonatados, diseñadas para aumentar la energía y el estado de alerta. Están compuestas principalmente por cafeína en altas concentraciones, azúcares, aminoácidos como la taurina y otros ingredientes como vitaminas del grupo B, guaraná y extractos vegetales. Su efecto estimulante actúa sobre el sistema nervioso central, retrasando la sensación de fatiga y mejorando la concentración y resistencia física de manera temporal. Estas bebidas se han popularizado especialmente entre los jóvenes debido a su capacidad para proporcionar un impulso rápido de energía, aunque su consumo debe ser moderado por posibles efectos secundarios asociados a la cafeína y otros componentes estimulantes (Pernía, 2019).

2.2.3.1. Reseña histórica

Las bebidas energéticas tienen una historia que comienza a inicios del siglo XX, cuando en 1906 se comercializó en Estados Unidos un refresco de cola con altos niveles de cafeína que se promocionaba por sus efectos estimulantes. En la década de 1960, en Asia se desarrollaron y popularizaron fórmulas más complejas que incluían azúcar, cafeína, ginseng y vitaminas, orientadas a mejorar la energía y disminuir la fatiga física y mental. Uno de los hitos clave ocurrió en 1987 cuando el empresario austriaco Dietrich Mateschitz lanzó en Austria la marca Red Bull, basada en un tónico tailandés utilizado para combatir la fatiga. Desde entonces, las bebidas energéticas se expandieron rápidamente por Europa y América, llegando a más de 140 países y ganando gran popularidad entre diversos públicos, especialmente jóvenes y deportistas. Actualmente, estas bebidas representan un importante segmento del mercado mundial, reconocido por su capacidad para mejorar la resistencia, concentración y estado de alerta de forma temporal (Pernía, 2019).

2.2.3.2. Componentes

Las bebidas energéticas comprenden más de 300 variedades a nivel mundial, con Estados Unidos produciendo alrededor del 60% de ellas. Estas bebidas se han posicionado como uno de los productos más demandados, especialmente entre los jóvenes, alcanzando ventas globales millonarias. Los componentes principales de estas bebidas incluyen metilxantinas como la cafeína, aminoácidos como la taurina y la L-carnitina, además de carbohidratos como la glucuronolactona. Algunas fórmulas sustituyen la cafeína con guaraná, una fuente natural que contiene cafeína

en concentraciones que pueden aumentar el contenido total, no siempre contabilizado, lo que implica un mayor riesgo potencial. La glucosa, presente en altas concentraciones, contribuye a mejorar funciones cognitivas como la memoria. Además, se agregan vitaminas, minerales y mezclas energéticas cuyo contenido exacto suele ser poco claro. La diversidad de ingredientes y formulaciones da lugar a una amplia gama de bebidas energéticas, algunas orientadas a mejorar el rendimiento físico y mental, otras formuladas para perfiles específicos, siempre buscando combinar efectividad y sabor (Sánchez et al., 2015).

Por otro lado, Pernía (2019) menciona que las bebidas energéticas se distinguen por su alta concentración de cafeína, la cual puede ser hasta tres veces mayor que la presente en refrescos de cola comunes. Por lo general, un litro de estas bebidas contiene entre 320 y 340 mg de cafeína, superando incluso al café líquido. La cafeína actúa bloqueando los receptores cerebrales que inducen al sueño, aumentando la alerta y estimulando la liberación de adrenalina. Además de la cafeína, estos productos incluyen aminoácidos como taurina y L-carnitina, que ayudan en la función muscular y la resistencia física. También contienen carbohidratos como glucuronolactona, usados para mejorar el metabolismo energético. Otros ingredientes comunes son extractos vegetales como guaraná y ginseng, y vitaminas del grupo B, que contribuyen a reducir la fatiga y mejorar el metabolismo. El azúcar es otro componente habitual, proporcionando energía rápida, aunque algunas versiones ofrecen opciones sin azúcar añadido. Algunas bebidas cuentan con mezclas energéticas cuyo contenido exacto no siempre está especificado. En conjunto, estos componentes actúan para brindar un efecto estimulante que mejora el rendimiento físico y mental temporalmente, aunque el consumo debe ser moderado debido a los posibles riesgos asociados (p. 5).

2.2.3.3. Caracterización

Las bebidas energéticas se caracterizan por contener entre 7 y 26 gramos de azúcares en una porción de 200 mL, lo que equivale a 32 a 104 kcal, cantidad que puede cubrir casi el 100% de la ingesta diaria recomendada de azúcar según la Organización Mundial de la Salud para una dieta de 2000 kcal. Además, deben tener un valor calórico mínimo de 44 kcal por cada 100 ml. Las bebidas energéticas sin azúcar están formuladas con cafeína para proporcionar energía, vitaminas del grupo B, taurina y edulcorantes artificiales o naturales como sucralosa, acesulfamo K, estevia o fruta del monje que mantienen el sabor dulce sin aportar calorías; Además,

pueden incluir aminoácidos, glucuronolactona y extractos herbales como ginseng para mejorar el rendimiento físico y mental, ofreciendo así una opción baja en calorías y sin azúcares añadidos, ideal para quienes buscan alternativas más saludables. La alta densidad calórica y el aporte de azúcares explican el rápido efecto energizante que ofrecen estas bebidas (López, 2022). En la Tabla 2 se presentan los requisitos químicos para las bebidas energéticas según la norma NTE INEN 2411

Tabla 2. Requisitos químicos de las bebidas energéticas

Requisito	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Cafeína	mg/L	250	320	AOAC 962.13
Taurina	mg/L	-	4000	HPLC
Glucoronolactona	mg/L	-	2400	HPLC
Carnitina	mg/L	-	500	HPLC

Fuente: (López, 2022).

La Tabla 3 presenta un análisis fisicoquímico comparativo de diversas bebidas energéticas comunes, detallando parámetros clave como pH, acidez titulable y grados Brix, fundamentales para evaluar la calidad y características sensoriales de estos productos.

Tabla 3. Análisis fisicoquímico de algunas bebidas energizantes

Requisito	pH	Acidez titulable (g/L)	Grados Brix
Red Bull	3,68	8,40	12,49
Vive 100	3,36	4,69	12,24
Vive 100 frutos rojos	3,62	3,22	11,15
Volt	3,42	9,09	12,67
Monster low calorie	3,83	7,88	3,32

Fuente: (López, 2022).

2.2.3.4. Elaboración de una bebida energética a base de mucílago del café

La Figura 6 presenta el diagrama de flujo para la elaboración de la bebida energética, detallando cada uno de los pasos:

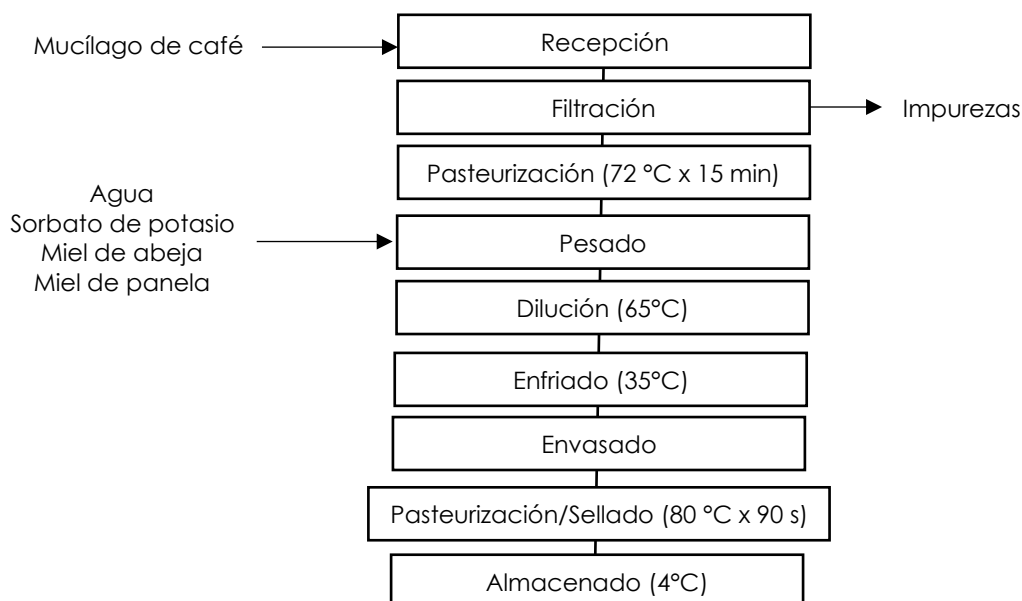


Figura 6. Diagrama de flujo elaboración de la bebida energética a base de mucílago del café.

Puerta y Ríos (2011), describen que el procedimiento para la elaboración de una bebida energética es:

1. **Recepción:** En esta etapa se recibe el mucílago de café obtenido después del proceso de desmucilaginado. Puede presentarse como una mezcla viscosa líquida que aún contiene partículas o impurezas.
2. **Filtración:** El mucílago se somete a un proceso de filtración para eliminar impurezas sólidas que pueden afectar la textura, estabilidad y la calidad microbiológica del producto final.
3. **Pasteurización:** Se realiza una pasteurización inicial a 72 °C por 15 minutos para reducir la carga microbiana sin afectar propiedades fisiológicas y químicas del mucílago.
4. **Pesado:** En esta etapa se determinan las cantidades de mucílago y los ingredientes agregados para formular la mezcla final según la receta o requerimientos industriales.
5. **Dilución:** El mucílago se diluye con agua y otros ingredientes a una temperatura controlada de 65 °C para obtener la viscosidad y concentración deseadas. Este tratamiento permite homogeneizar la mezcla.
6. **Enfriado:** Después de la dilución y mezcla, la mezcla se enfría a 35 °C para prepararla para el envasado, garantizando la estabilidad y evitando daños por calor excesivo.
7. **Envasado:** El producto se envasa en recipientes adecuados, que aseguran la conservación de las propiedades y permiten un almacenamiento seguro.
8. **Pasteurización/Sellado:** Se realiza una pasteurización final con sellado a 80 °C por 90 segundos para asegurar la eliminación de microorganismos patógenos y aumentar la vida útil del producto.
9. **Almacenado:** El mucílago envasado se almacena a 4 °C en refrigeración para conservar su calidad microbiológica y química hasta su distribución o uso.

2.2.4. Edulcorante

Los edulcorantes son sustancias, naturales o artificiales, que imitan el sabor dulce del azúcar, pero con un poder endulzante generalmente superior, lo que permite usar en menores cantidades y con menor aporte calórico. Se divide en edulcorantes nutritivos, que aportan energía como la sacarosa, glucosa o fructosa, y edulcorantes no nutritivos o artificiales, que apenas aportan calorías, entre ellos el aspartamo, sucralosa y sacarina. Además de endulzar, algunos edulcorantes cumplen funciones adicionales como mejorar el sabor y actuar como conservantes en ciertos alimentos. Existen alternativas naturales como la estevia, que destaca por su alto dulzor y bajo impacto en la glucosa sanguínea, siendo ideal para personas con diabetes o que buscan controlar el peso. Los edulcorantes están regulados para garantizar su seguridad, y su etiquetado debe informar claramente su presencia para orientar al consumidor (Servicio de Atención Integral a la Salud, 2022).

2.2.4.1. Clasificación, tipos y características

Los edulcorantes pueden clasificarse según su origen, contenido calórico o estructura química. En cuanto a su origen existen los naturales, como la stevia, el luo han guo, la taumatina y la brazzeína que no contienen calorías ni afectan los niveles de glucosa en sangre; los artificiales como el aspartamo, sucralosa, sacarina, neotamo, acesulfamo K, ciclamato, neohesperidina DC, alitamo y advantamo que tampoco aportan energía pero tienen un alto poder edulcorante. Desde el punto de vista calórico, se divide en calóricos que aportan energía similar a los carbohidratos y no calóricos que no aportan o aportan muy pocas calorías. Químicamente, se clasifican en carbohidratos, alcoholes de azúcar (polioles) y glucósidos. Los edulcorantes naturales acalóricos son de alta intensidad debido a que endulzan mucho más que la sacarosa y los artificiales se emplean para sustituir el azúcar sin elevar las calorías ni alterar la glucosa sanguínea, siendo comunes en productos dietéticos y para personas con necesidades especiales (Manzur et al., 2020).

Según Meneses (2022), los edulcorantes se clasifican tomando en cuenta su aporte calórico y su origen natural o artificial. Se distinguen edulcorantes calóricos que aportan energía similar a los azúcares convencionales y no calóricos que casi no contribuyen en términos energéticos. Es decir, los edulcorantes se dividen principalmente en dos grupos según su contenido calórico: los edulcorantes bajos en calorías (EBC) y los edulcorantes sin calorías (ENC).

Como se muestra en la tabla 4, los EBC incluyen principalmente polioles o polialcoholes como el eritritol, xilitol, sorbitol e isomaltosa, que provienen de fuentes naturales como frutas, verduras y hongos. Estos compuestos tienen baja digestibilidad y no fermentan en la boca, lo que reduce el riesgo de caries dentales. En el intestino, favorecen la producción de ácidos grasos de cadena corta, beneficiosos para la salud intestinal, aunque su consumo excesivo puede provocar efectos laxantes. Además, en la cocina son incoloros, no caramelizan y actúan como anticongelantes (Meneses, 2022). La Tabla 4 presenta las características de los edulcorantes bajos en calorías, incluyendo tanto opciones artificiales como naturales.

Tabla 4. Características de edulcorantes bajos en calorías

Edulcorante	Obtención	Dulzor	I. glucémico	Kcal/g
Sacarosa (azúcar)		1	100	4
Maltitol (E965)	Hidrogenación de maltosa	0,9	35	2,1
Xilitol (E967)	Reducción del azúcar xilosa mediante hidrogenación catalítica.	0,9-1	13	2,4
Eritritol (E968)	Derivada químicamente de la fermentación de azúcares naturales por acción de una levadura.	0,6-0,8	0	0,2
Sorbitol (E420)	Hidrogenación catalítica de la glucosa.	0,5-0,7	9	2,7
Isomaltosa (E953)	Glucólisis de almidón y glucógeno.	0,45-0,65	9	2
Manitol (E421)	Hidrogenación de la manosa.	0,5-0,7	0	1,6
Lactitol (E966)	Hidrogenación de lactosa	0,3-0,4	6	2
Tagatosa (No polialcohol)	Hidrólisis de la lactosa en glucosa y galactosa.	+92% sacaro sa	0	1,5

Fuente: (Meneses, 2022).

Por otro lado, los ENC son sustancias elaboradas principalmente por síntesis química, con alto poder edulcorante y sin aporte calórico. Entre ellos están el aspartamo, sucralosa, sacarina, acesulfamo K, neotamo, advantamo, entre otros, aprobados por entidades como la UE y la EFSA. Aunque reducen la densidad energética de los alimentos, su impacto metabólico y en la salud aún es objeto de estudio, con hipótesis sobre posibles alteraciones en la percepción del sabor dulce y efectos sobre la microbiota intestinal o la obesidad cuando se usan durante el embarazo. La regulación establece las dosis seguras para su consumo, promoviendo su uso dentro de límites que no representan riesgos para la salud (Meneses, 2022).

2.2.4.2. Miel de abeja

La miel es una sustancia dulce natural producida por abejas melíferas a partir del néctar de las flores o de secreciones de plantas e insectos. Las abejas recolectan el néctar, lo transforman mediante enzimas propias y lo almacenan en celdas hexagonales de cera dentro de la colmena, donde ocurre su maduración mediante

la pérdida de agua y la hidrólisis de la sacarosa. Compuesto principalmente por azúcares como fructosa (aproximadamente 38%) y glucosa (31%), contiene además maltosa, sacarosa, polisacáridos y alrededor de un 18% de agua, lo que le otorga viscosidad y estabilidad. También posee una variedad de aminoácidos, minerales (potasio, magnesio, zinc, hierro, entre otros), vitaminas del complejo B, C, D y K, enzimas como amilasa y glucosa oxidasa, antioxidantes naturales como flavonoides, así como partículas de polen, esporas de hongos y levaduras. Su bajo contenido de humedad y su acidez contribuyen a su resistencia a la proliferación microbiana, haciendo de la miel un alimento estable y con propiedades saludables reconocidas (Fattori, 2004).

- Proceso de extracción

El proceso de extracción de la miel comienza con la remoción de los opérculos, que son las finas láminas de cera que las abejas utilizan para sellar las celdas del panal una vez que la miel está madura y lista para ser cosechada. Este paso, conocido como desoperculado, se realiza mediante herramientas manuales o eléctricas que retiran la capa de cera sin dañar las celdas. Posteriormente, los paneles desoperculados se colocan en una centrífuga que, al girar a alta velocidad, extrae la miel de las celdas por acción de la fuerza centrífuga, permitiendo recuperar la mayor cantidad posible sin destruir el panal. Tras la extracción, la miel se filtra para eliminar restos de cera, polen, abejas u otras impurezas. En algunos casos, se deja reposar para que se eliminen las burbujas de aire y las partículas más ligeras se separen, mejorando su pureza y calidad. Los métodos como el prensado, aunque aceleran la separación, son menos utilizados actualmente debido a que degradan la calidad de la miel y dañan los paneles. La centrifugación es el método predominante en la apicultura moderna por ser eficiente, preservar la estructura del panal y garantizar un producto limpio y apto para el envasado y consumo (Fattori, 2004).

2.2.4.3. Miel de panela

La miel de panela o miel de caña es un líquido espeso que se obtiene a partir de los residuos de la caña de azúcar tras extraer sus azúcares principales. Este producto se diferencia de la meladura, que resulta de evaporar aproximadamente entre el 70% y 80% del agua contenida en el jugo claro de caña, concentrando así sus sólidos hasta alcanzar una densidad de 50-60 °Brix, lo que da lugar a un jarabe más denso. Mientras

que la meladura se utiliza en procesos de cristalización y centrifugado para separar los cristales de azúcar, la melaza se caracteriza por sus propiedades fisicoquímicas y nutricionales que, si bien pueden ser similares a las de la meladura, aún requieren un mayor estudio para comprenderlas mejor (Hernández, 2016).

Por otro lado, Morales y Villarreal (2015) manifiesta que la miel de panela es un líquido denso y viscoso, formado principalmente por azúcares invertidos y una menor cantidad de sacarosa. Esta composición le otorga una textura espesa y un sabor dulce distintivo, que la convierte en un edulcorante natural muy apreciado tanto por sus características organolépticas como por su versatilidad en la cocina.

- Propiedades nutricionales

Se destaca por sus valiosas propiedades nutricionales, entre las cuales sobresalen su elevado contenido energético y la presencia significativa de minerales como hierro, cobre, calcio, magnesio y potasio, así como vitaminas del complejo B, especialmente la B6. Estas características la hacen especialmente recomendadas para deportistas, personas con anemia o quienes buscan controlar su peso. Además, es un edulcorante adecuado para diabéticos y ofrece beneficios para la salud del cabello y la piel. Su combinación equilibrada de calcio y magnesio contribuye a la prevención del raquitismo y la osteoporosis, y también funciona como un laxante natural útil para tratar el estreñimiento. Este panorama resalta la importancia de profundizar en el análisis fisicoquímico de la meladura de caña de azúcar, comparando sus propiedades con estándares de calidad reconocidos, para optimizar su uso en diferentes aplicaciones (Hernández, 2016).

- Proceso de producción

Según Morales y Villarreal (2015), describe que el de producción de la miel de panela inicia con la recepción de la caña como materia prima. Luego, se extrae el jugo de la caña, mientras que los residuos sólidos, conocidos como bagazo, se separan. Posteriormente, el jugo pasa por un proceso de limpieza para eliminar impurezas como barro y otros sólidos. La clarificación es el siguiente paso, donde se retirarán elementos como gomas, ceras, grasas y pigmentos. A continuación, se realizan dos etapas de descachazada, que permiten eliminar las impurezas conocidas como cachaza negra y blanca. Después de esto, el jugo se somete a evaporación y concentración para reducir el contenido de agua, eliminándose así una cantidad significativa de líquido. Durante el punteo, se retira más agua para alcanzar las

propiedades deseadas del producto. Finalmente, la miel de panela se envasa, enfría y luego se sella y etiqueta, dando como resultado el producto final listo para su comercialización

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque metodológico de este proyecto está planteado desde una perspectiva mixta, integrando tanto métodos cuantitativos como cualitativos así logrando un análisis más completo y detallado. Esta elección metodológica responde a la necesidad de abordar dos aspectos clave: por un lado, la experimentación y el análisis fisicoquímico que proporcionan datos objetivos sobre las características técnicas del producto, por otro lado, la recolección de percepciones y evaluaciones sensoriales de los consumidores potenciales, lo cual aporta una comprensión subjetiva y contextualizada de su aceptación en el mercado. Al integrar estos dos tipos de análisis, se obtuvo una visión global que facilitó la toma de decisiones informadas y contribuirá a la optimización del desarrollo del producto final.

3.1.2. Tipo de Investigación

La investigación es de tipo experimental porque implica la manipulación y control de variables específicas para evaluar su impacto en las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del producto. A través del diseño y ejecución de experimentos controlados, se busca establecer relaciones de causa y efecto que permitan optimizar la formulación y garantizar la calidad del producto final, generando así conocimientos válidos y confiables sobre la influencia del mucílago en la creación de esta bebida innovadora (Ramos, 2021).

3.2. HIPÓTESIS

Ho: La concentración de mucílago de café y el tipo de edulcorante no afectan significativamente las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida energizante.

Ha: La concentración de mucílago de café y el tipo de edulcorante afectan significativamente las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida energizante.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable independiente:

- Concentración de mucílago de café y tipo de edulcorante

Variable dependiente:

- Características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de la bebida energética.

La Tabla 5 muestra la operacionalización de variables para la elaboración de la bebida energética; las variables independientes son la cantidad de mucílago y el tipo de edulcorante. Las variables dependientes evalúan la calidad del producto a través de análisis sensorial, fisicoquímico y microbiológico, empleando métodos estandarizados para garantizar resultados precisos y confiables.

Tabla 5. Operacionalización de las variables para la elaboración de una bebida energética a base de mucílago de café

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente:				
Formula bebida	Concentración de mucílago	30% 45% 60%	Gravimetría	NTE INEN 2411
	Tipo de edulcorante	Miel de panela Miel de abeja		
Dependiente:				
Calidad de la bebida energética	Análisis sensorial	Color Sabor Aroma Aceptabilidad	Ficha técnica	(López, 2022a)
	Análisis fisicoquímico	Cafeína	Espectrofotometría Potenciometría Acidez titulable Refractometría	AOAC 962.13
		pH		NTE INEN 389
		Acidez Grados brix		NTE INEN 1091 NTE INEN 380
Análisis microbiológico	Aerobios totales Coliformes totales Mohos y levaduras	Placas petrifilm	AOAC 990.12 AOAC 991.14 AOAC 997.02	

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Métodos

3.4.1.1. Lugar de investigación

Los procedimientos experimentales para la obtención del mucílago del café y caracterización de la bebida energética con diferentes porcentajes se llevaron a cabo en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

3.4.1.2. Extracción del café

La Figura 7 ilustra las etapas principales del proceso de extracción del mucílago de café, desde la recepción y despulpado del grano hasta la recolección y filtración, donde se muestra la secuencia para obtener el mucílago limpio y listo para su posterior uso.

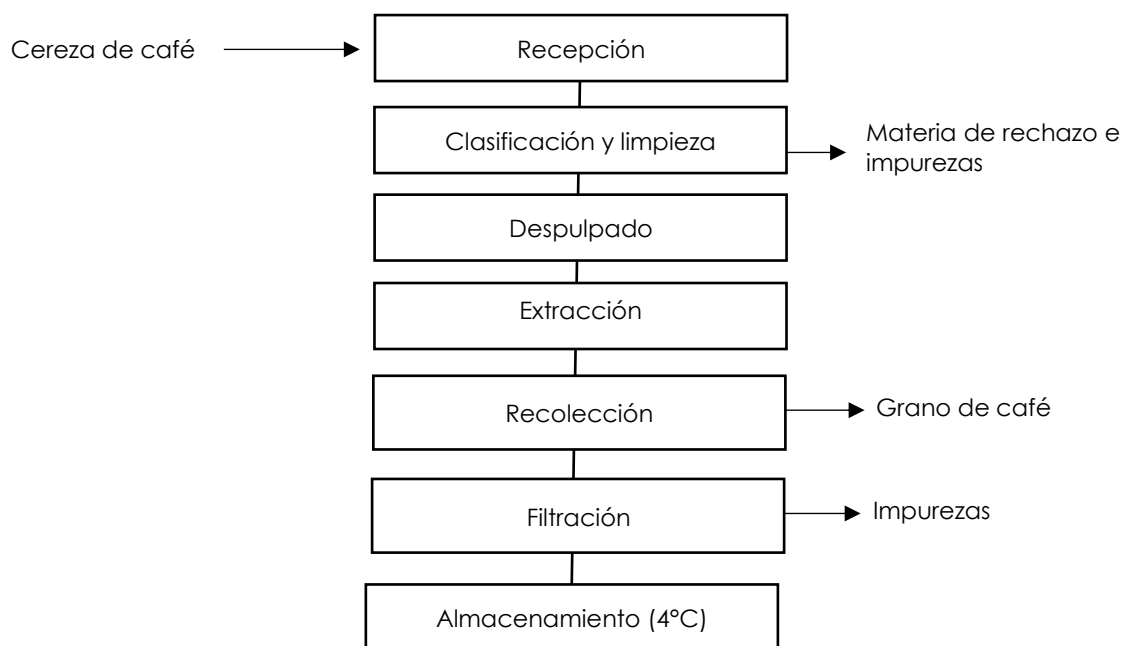


Figura 7. Proceso de obtención del mucílago de café.

Según manifiestan (Oliveros y Roa, 1995), el proceso para la obtención del mucílago de café consta los siguientes pasos:

- Recepción del café cereza: Se recibe el fruto maduro del café, conocido como cereza. Es importante que el café esté fresco y se procese lo más rápido posible para evitar fermentaciones no deseadas que afecten la calidad final. No se debe agregar agua en esta etapa para prevenir las alteraciones de la cereza.

- Clasificación y limpieza: Se somete a un proceso de limpieza para eliminar impurezas físicas como hojas, ramas, piedras, tierra y otros residuos que puedan estar mezclados con el fruto. Esto se consigue utilizando tamices, cribas, ventiladores y sistemas de desnate que clasifican el material según tamaño, peso o densidad. Además, mediante la utilización de canales con agua o tolvas de sifón se realiza la separación de cerezas flotantes (verduras, inmaduras o dañadas) de las cerezas hundidas que son las óptimas para el proceso de beneficio. Esta etapa reduce significativamente problemas futuros en la calidad del café y evita daños en las máquinas despulpadoras.
- Despulpado: En esta fase se realiza la extracción de la pulpa externa de la cereza por medio de equipos despulpadores, que normalmente son máquinas mecánicas que presionan o frotan el fruto para separar la pulpa del grano. Tras este paso, el grano queda cubierto por una capa viscosa llamada mucílago, formada principalmente por azúcares y pectinas.
- Extracción (mecánica): Este es el paso donde se elimina la capa viscosa del mucílago que recubre el grano despulpado. Se utiliza maquinaria especializada para retirar rápidamente esta capa sin necesidad de fermentación prolongada.
- Recolección del mucílago (mezcla líquida resultante): Durante la extracción mecánica, el mucílago se desprende y se acumula en forma de una mezcla viscosa líquida. Esta mezcla, también conocida como baba o miel de café, puede ser recolectada para su posterior filtración y aprovechamiento industrial.
- Filtración y almacenamiento del mucílago: Finalmente, el mucílago recolectado se somete a procesos de filtración para eliminar partículas sólidas y obtener un líquido más puro, adecuado para su uso en productos derivados o tratamiento posterior. Luego, se almacena bajo condiciones controladas, generalmente refrigeradas (4°C) para preservar sus propiedades bioquímicas y evitar su degradación microbiológica.

Estas etapas conforman un proceso integral que permite no solo obtener café de alta calidad, sino también valorizar el mucílago como un insumo secundario con potenciales aplicaciones diversas.

3.4.1.3. Elaboración de la bebida energética a base de mucílago de café.

La Figura 8 presenta el diagrama de flujo para la elaboración de la bebida energética, detallando los pasos desde el procesamiento del mucílago, la incorporación de edulcorantes naturales hasta las etapas finales de mezcla, control de calidad y envasado del producto terminado.

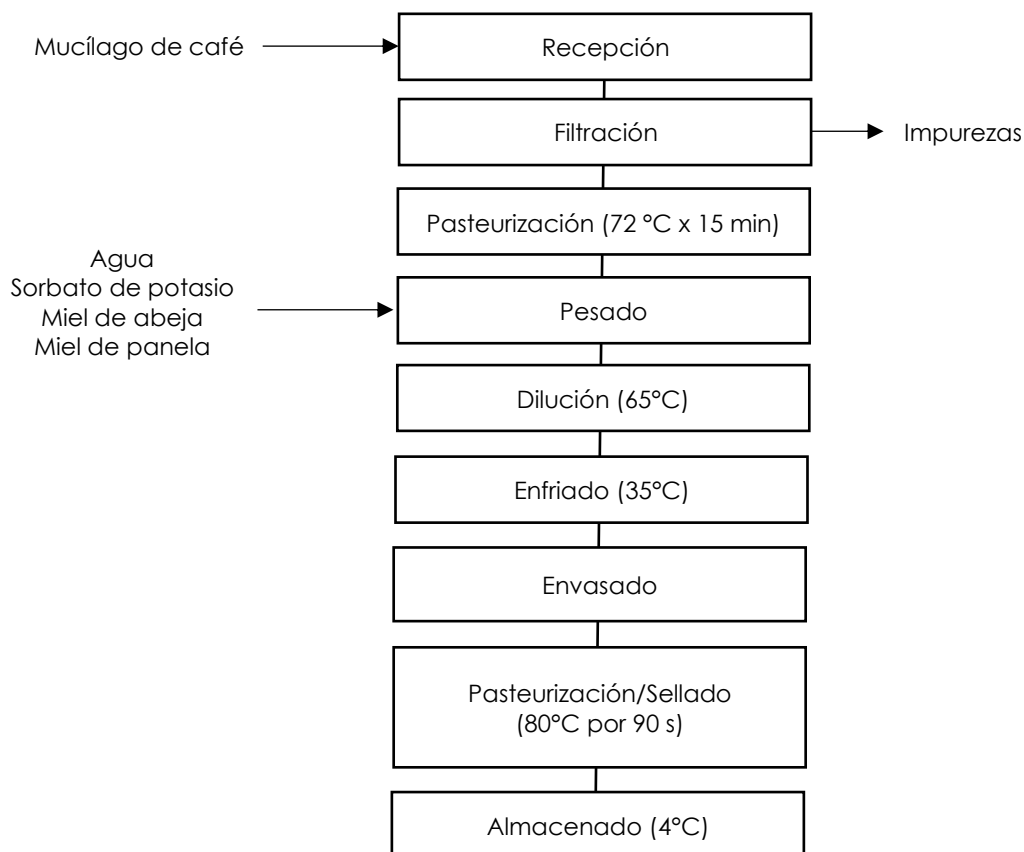


Figura 8. Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida energética a base de mucílago de café

Puerta y Ríos (2011) manifiestan, que el procedimiento para la elaboración de una bebida energética se describe de la siguiente manera:

1. Recepción: En esta etapa se recibe el mucílago de café obtenido después del proceso de desmucilaginado. Puede presentarse como una mezcla viscosa líquida que aún contiene partículas o impurezas. Su calidad y condición influyen en la etapa posterior de tratamiento.
2. Filtración: El mucílago se somete a un proceso de filtración para eliminar impurezas sólidas que pueden afectar la textura, estabilidad y la calidad

microbiológica del producto final. Esto mejora la pureza del mucílago para un manejo más controlado.

3. **Pasteurización:** Se realiza una pasteurización inicial a 72 °C por 15 minutos para reducir la carga microbiana sin afectar propiedades fisiológicas y químicas del mucílago. Esto ayuda a prolongar su vida útil y garantiza la seguridad alimentaria para su procesamiento posterior.
4. **Pesado:** En esta etapa se determinan las cantidades de mucílago y los ingredientes agregados para formular la mezcla final según la receta o requerimientos industriales.
5. **Dilución:** El mucílago se disolvió con agua y otros ingredientes a una temperatura controlada de 65 °C para obtener la viscosidad y concentración deseadas. Este tratamiento permite homogeneizar la mezcla.
6. **Enfriado:** Después de la dilución y mezcla, la mezcla se enfría a 35 °C para prepararla para el envasado, garantizando la estabilidad y evitando daños por calor excesivo.
7. **Envasado:** El producto se envasa en recipientes adecuados, que aseguran la conservación de las propiedades y permiten un almacenamiento seguro.
8. **Pasteurización/Sellado:** Se realiza una pasteurización final con sellado a 80 °C por 90 segundos para asegurar la eliminación de microorganismos patógenos y aumentar la vida útil del producto.
9. **Almacenado:** El mucílago envasado se almacena a 4 °C en refrigeración para conservar su calidad microbiológica y química hasta su distribución o uso.

3.4.2. Técnicas

3.4.2.1. Análisis sensorial

Para realizar el análisis sensorial se realizó una encuesta para así conocer el nivel de aceptación del producto utilizando una escala hedónica de 7 puntos. Consiste en los siguientes pasos:

1. **Reclutamiento de un panel de consumidores:** Se selecciona un grupo de consumidores habituales o potenciales del producto, sin entrenamiento en análisis sensorial y sin relación con el proceso de elaboración.

2. Presentación de las muestras: Las muestras del producto se presentan a los consumidores de forma codificada y en orden aleatorio para evitar sesgos.
3. Escala hedónica de 7 puntos: Se utiliza una escala hedónica de 7 puntos, donde cada punto se corresponde con una descripción verbal, por ejemplo:
 - 7 = Me gusta mucho
 - 6 = Me gusta
 - 5 = Me gusta ligeramente
 - 4 = No me gusta ni me disgusta
 - 3 = Me disgusta ligeramente
 - 2 = Me disgusta
 - 1 = Me disgusta mucho
4. Evaluación de las muestras: Los consumidores degustan las muestras y marcan el punto de la escala que mejor refleja su nivel de aceptación.
5. Análisis estadístico: Los datos obtenidos se analizan estadísticamente para determinar si existen diferencias significativas en la aceptación entre las muestras evaluadas. Se utilizaron pruebas como ANOVA o pruebas para datos no paramétricos y comparaciones múltiples.
6. Interpretación de resultados: Los resultados se interpretan en función del objetivo del estudio, por ejemplo, para determinar si un producto es aceptado o rechazado por los consumidores, si se prefiere a otro, o para conocer el grado de satisfacción producido.

3.4.2.2. Análisis fisicoquímico

- **Cafeína**

Para determinar la concentración de cafeína en la muestra se utilizó el método espectrofotométrico oficial determinado por la AOAC 962.13. Para realizar este análisis se procedió de la siguiente manera:

- Se pesó o tomó la muestra para su análisis.
- Se extrajo la cafeína mediante un proceso de extracción adecuado.
- Se prepararon soluciones patrón para la curva de calibración.
- Se midió la absorbancia a 273 nm con un espectrofotómetro UV-Visible.
- Se compararon los resultados con la curva patrón para determinar la concentración de cafeína.

- Se expresaron los resultados en mg o ppm según corresponda.

- **pH**

Para determinar el pH de la muestra se aplicó el método descrito por la norma NTE INEN 389. Para realizar este análisis se procedió a:

- Se tomó una alícuota representativa y homogénea de la muestra.
- Se introdujo el electrodo en la muestra y se dejó estabilizar la lectura.
- Se registró el valor de pH obtenido.

- **Acidez**

Para determinar la acidez titulable en muestras se hizo uso del método que describe la NTE INEN 381:1986. Para realizar este análisis se procedió a hacer lo siguiente:

- Se colocó 50 mL de la muestra en un vaso de precipitación y se introdujo los electrodos del potenciómetro sin tocar el fondo o las paredes del vaso.
- Se adicionó hidróxido de sodio (NaOH) estándar 0.1 N, gota a gota. Controlando la variación de pH hasta llegar a la neutralización.
- Se registró el volumen de NaOH utilizado para alcanzar el punto final.
- Se calculó la acidez expresada como porcentaje de ácido sulfúrico o el ácido correspondiente según la fórmula del método.

$$A = \frac{V_1 N_1}{V}$$

Donde:

A = Acidez titulable en miliequivalentes por cm³

V₁ = Volumen de la solución del NaOH

N₁ = Normalidad de la solución NaOH

V = Volumen de la muestra utilizada

- **° Brix**

Para determinar el contenido de sólidos solubles expresado en grados Brix, se aplicó el método de refractometría según la norma NTE INEN 380. Para realizar este análisis se siguieron los pasos siguientes:

- Se limpió la superficie del prisma del refractómetro.
- Se colocó una o dos gotas de la muestra sobre el prisma.
- Se cerró la cubierta para distribuir la muestra de manera uniforme.

- Se leyó el valor de °Brix directamente en la escala del refractómetro.
- Se limpió y secó el prisma tras la lectura.

3.4.2.3. Análisis microbiológico

El método que describen las normas AOAC para realizar análisis microbiológico implica una serie de pasos que permiten determinar la presencia y cantidad de microorganismos en una muestra. Estos pasos pueden variar según el tipo de análisis y el objetivo del estudio, pero en general se realizó:

- Se preparó la muestra con una dilución 1:10.
- Se homogenizó la muestra mediante un Stomacher.
- Una vez obtenido la muestra se procedió a incubar. Se colocó la placa Petrifilm sobre una superficie plana-nivelada y se levantó la película superior.
- Con ayuda de un pipeteador, se colocó un 1 mL de la muestra en el centro de la película inferior.
- Se dejó caer la película superior sobre la muestra colocada y se distribuyó suavemente con ayuda de un dispersor.
- Se incubó la placa según la temperatura y tiempo indicados para cada microorganismo.
 - Mohos y levaduras: AOAC 997.02 (5 días a una temperatura de 21-25°C).
 - Coliformes totales: AOAC 991.14 (48 horas a una temperatura de 35°C).
 - Aerobios: AOAC 990.12 (48 horas a una temperatura de 35°C).
- Finalmente, se realizó el conteo de las colonias con un “contador de colonias”.

Se realizó con ayuda de la guía de interpretación para cada placa:

- Mohos: Se realizó el conteo a las colonias pequeñas, con filos o bordes definidos, de un color que varía de un beige o crema, hasta azul verdoso y que tengan una apariencia abultada, es decir, con una tercera dimensión (convexas).
- Levaduras: Se realizó el conteo a las colonias grandes, con bordes difusos (sin límite definido), que tengan un centro oscuro (extendidas difusamente alrededor de éste), que sean de apariencia plana y de color café beige, naranja, azul verdoso u otros pigmentos porque varían.
- Coliformes totales: Se realizó el conteo a las colonias rojas y azules con gas

- Aerobios: Contar las colonias rojas de todos los tamaños y las intensidades de este color.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El presente estudio se diseñó bajo un esquema factorial 3 x 2, con el objetivo de evaluar el efecto de dos factores en una variable respuesta específica. Como se muestra en la tabla 6 el factor A correspondió a la concentración de mucílago con tres niveles (30%, 45% y 60%), mientras que el factor B fue el tipo de edulcorante empleado (miel de panela o de abeja). Cada combinación factorial o tratamiento se repitió tres veces, totalizando 18 observaciones. Este diseño permitió observar no solo los efectos principales de cada factor, sino también la posible interacción entre ellos. La Tabla 6 presenta el diseño experimental para el análisis estadístico, especificando las combinaciones de dos factores que serán evaluados para determinar sus efectos sobre las variables de interés.

Tabla 6. Análisis estadístico

Factores	Factor A		
	30%	45%	60%
Miel de panela			
Miel de abeja			

La Tabla 7 describe específicamente los tratamientos que se forman mediante la combinación de los niveles de los dos factores estudiados en el diseño factorial A x B. En este caso, contiene seis tratamientos derivados de las combinaciones entre tres niveles del Factor A (concentración de mucílago: 30%, 45%, 60%) y dos niveles del Factor B (tipo de edulcorante: miel de panela y miel de abeja). Cada tratamiento está codificado para facilitar su identificación (por ejemplo, a0b1 para 30% mucílago con miel de panela) y se indica el número de repeticiones (3 en cada uno).

Tabla 7. Tratamientos

Tratamiento	Código	% mucílago	Tipo de edulcorante	R
1	a0b1	30%	Miel de panela	3
2	a0b2	30%	Miel de abeja	3
3	a1b1	45%	Miel de panela	3
4	a1b2	45%	Miel de abeja	3
5	a2b1	60%	Miel de panela	3
6	a2b2	60%	Miel de abeja	3

Tratamientos 6

Número de repeticiones 3

Unidades experimentales 18

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Resultados fisicoquímicos

4.1.1.1 pH

En la Tabla 8 se presentan los valores promedio de pH de las bebidas energéticas formuladas con mucílago de café, evaluando el efecto de diferentes porcentajes de mucílago (30%, 45% y 60%) y dos tipos de edulcorantes (miel de abeja y miel de panela). Cada valor representa la media de tres determinaciones realizadas con potenciómetro digital calibrado.

Tabla 8. Media de los valores de pH para cada tratamiento experimental

Tratamiento	Media
T1	4.43
T2	4.35
T3	4.32
T4	4.27
T5	4.29
T6	4.18

En la Tabla 9 se presentan los resultados obtenidos de las pruebas realizadas para determinar si los datos cumplen con los supuestos de normalidad, clasificándolos, así como paramétricos o no paramétricos.

Tabla 9. Resultados de pruebas de normalidad

Supuesto paramétrico	Prueba	Valor p	Cumple
Linealidad	Prueba de linealidad	$7,306 \times 10^{-7}$	No cumple
Normalidad	Shapiro-Wilk normality test	0.0423	No cumple
Homocedasticidad	Breush	0.087	Cumple
Independencia	Prueba de independencia	0.062	Cumple

Dado que los datos no presentan una distribución paramétrica, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, obteniendo un valor de $p=0$, menor a 0,05, como se muestra en la tabla 10. Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas en el pH entre al menos dos de los tratamientos analizados.

Tabla 10. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis

Prueba	Chi cuadrado (χ^2)	df	Valor-p
Kruskal-Walli's rank sum test	16,83	5	0

Comparación

De acuerdo con los resultados de la prueba de Dunn que se muestran en la Tabla 11, se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre ciertos tratamientos, observándose que T6 difiere significativamente de T1 ($p = 0.0033$) y de T2 ($p = 0.0420$), mientras que T5 también presenta una diferencia significativa con T1 ($p = 0.0366$). El

resto de las comparaciones no mostraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$), lo que permite agrupar a los tratamientos T1, T2, T3 y T4 en un conjunto de comportamiento estadísticamente similar, mientras que T5 y T6 conforman grupos diferenciados, particularmente en relación con T1. Estas diferencias destacan un patrón de respuesta en el cual T6 y, en menor medida, T5, se comportan de manera distinta frente a los demás tratamientos bajo estudio.

Tabla 11. Prueba de Dunn para pH

Comparación	Z	p
T1-T2	1.055498	1.0000
T1-T3	1.055498	1.0000
T2-T3	0.000000	1.0000
T1-T4	2.110997	0.3608
T2-T4	1.055498	1.0000
T3-T4	1.055498	1.0000
T1-T5	2.814663	0.0366
T2-T5	1.759164	0.5891
T3-T5	1.759164	0.5891
T4-T5	0.703665	1.0000
T1-T6	3.518329	0.0033*
T2-T6	2.462830	0.0420
T3-T6	2.462830	1.0000
T4-T6	1.407331	1.0000
T5-T6	0.703665	1.0000

La Figura 9 muestra los promedios obtenidos para los seis tratamientos (T1–T6), todos dentro de un rango ácido cercano a 4, donde T1 presenta el valor más alto (4,43) y T6 el más bajo (4,18), con diferencias relativamente pequeñas entre ellos (aproximadamente 0,25 unidades de pH); esto indica que, aunque todos los tratamientos mantienen el sistema en condiciones marcadamente ácidas y comparables entre sí, existe una ligera tendencia a una menor acidez en el tratamiento T1 y a una mayor acidez en el tratamiento T6, por lo que las variaciones observadas podrían atribuirse al efecto específico de cada tratamiento sobre la acidez del medio, sin llegar a modificar de manera drástica el comportamiento general de la variable pH.

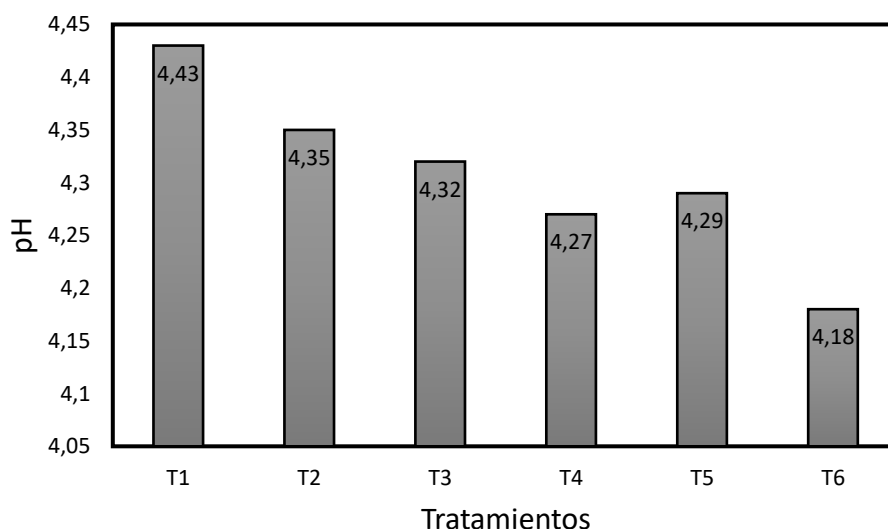


Figura 9. Medias de pH de los tratamientos evaluados

4.1.1.2 Acidez

La Tabla 12 detalla los valores promedio de acidez obtenidos del análisis de las bebidas energéticas elaboradas con mucílago de café. El estudio evaluó cómo varía esta acidez al utilizar diferentes concentraciones de mucílago (30%, 45% y 60%) y dos edulcorantes distintos (miel de abeja y miel de panela). Para asegurar la precisión de los resultados, cada dato que se presenta corresponde al promedio calculado a partir de tres mediciones replicadas para cada formulación específica.

Tabla 12. Media de los valores de acidez obtenidos para cada tratamiento experimental

Tratamiento	Media
T1	1.42
T2	1.77
T3	1.81
T4	2.20
T5	2.98
T6	3.23

En la Tabla 13 se exhiben los resultados obtenidos a partir de la aplicación de pruebas de normalidad estadística, cuyo propósito fundamental fue determinar la distribución probabilística de los datos recolectados. Este análisis es un requisito metodológico previo esencial para la correcta selección de las pruebas estadísticas inferenciales subsecuentes.

Tabla 13. Resultados de pruebas de normalidad

Supuesto paramétrico	Prueba	Valor p	Cumple
Linealidad	Prueba de linealidad	2.092×10^{-18}	No cumple
Normalidad	Shapiro-Wilk normality test	7.306×10^{-7}	No cumple
Homocedasticidad	Breush	0.1332	Cumple
Independencia	Prueba de independencia	0.08	Cumple

De acuerdo con los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis que se muestran en la Tabla 14, se rechaza la hipótesis nula, evidenciando la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la distribución de la variable de respuesta entre al menos dos de los seis grupos comparados. Este hallazgo justifica la aplicación de pruebas post hoc para identificar las diferencias específicas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 14. Resultado de prueba Kruskal Wall's

Prueba	Chi cuadrado	df	Valor-p
Kruskal-Walli's rank sum test	16,83	5	0.0045

Comparación

La prueba de Dunn, como análisis post hoc de Kruskal-Wallis, identificó diferencias estadísticamente significativas ($\alpha=0.05$) en la acidez entre pares específicos de tratamientos como se indica en la Tabla 15. Los valores p indican que T1 presenta una acidez significativamente menor que T6 (0.0039) y T5 (0.0415), y T2 es significativamente menor que T6 (0.0415). El estadístico Z negativo en estas comparaciones confirma dicha tendencia. El resto de las comparaciones no mostraron diferencias significativas, con valores p superiores a 0.05.

Tabla 15. Prueba de Dunn para acidez

Comparación	Z	p
T1-T2	-0.693636	1.0000
T1-T3	-1.387273	1.0000
T2-T3	-0.693636	1.0000
T1-T4	-2.080910	0.2808
T2-T4	-1.387273	1.0000
T3-T4	-0.693636	1.0000
T1-T5	-2.774547	0.0415
T2-T5	-2.080910	0.2808
T3-T5	-1.387273	1.0000
T4-T5	-0.693636	1.0000
T1-T6	-3.468184	0.0039*
T2-T6	-2.774547	0.0415
T3-T6	-2.080910	0.2808
T4-T6	-1.387273	1.0000
T5-T6	-0.693636	1.0000

En la Figura 10 de acidez se evidencian diferencias moderadas entre los tratamientos evaluados, con valores que oscilan entre 0,02 y 0,05. El tratamiento T1 presenta la menor acidez (0,02), mientras que T5 y T6 registran la mayor (0,05), y los tratamientos

T2, T3 y T4 muestran valores intermedios de 0,03. Estos resultados sugieren que las formulaciones correspondientes a T5 y T6 incrementan de manera notable la acidez del sistema, en contraste con T1, que se caracteriza por generar un medio relativamente menos ácido.

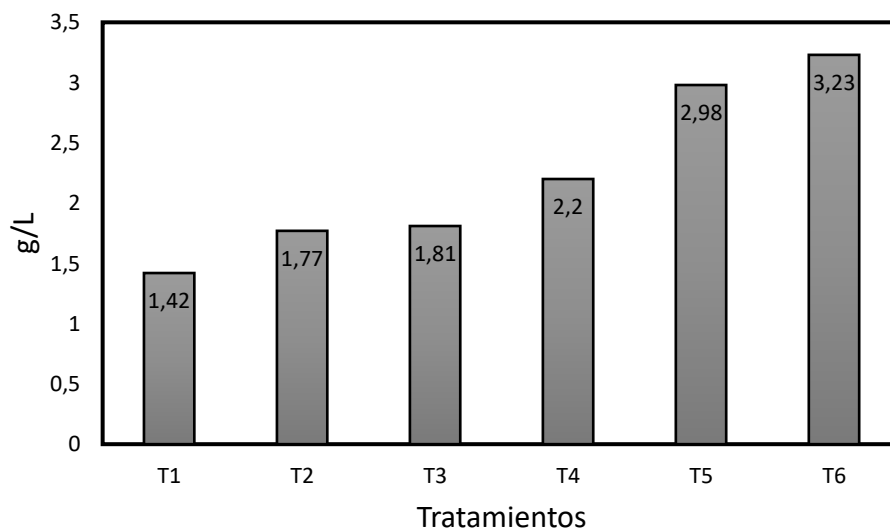


Figura 10. Medias de la acidez obtenida en cada tratamiento

4.1.1.3 Cafeína

La Tabla 16 presenta la concentración media de cafeína para los seis tratamientos evaluados. Los resultados muestran una clara agrupación y un gradiente ascendente en el contenido de cafeína. Los tratamientos T1 y T2 presentan la menor concentración (160 mg/L), los tratamientos T3 y T4 un valor intermedio (241.2 mg/L), y los tratamientos T5 y T6 registran la concentración más alta (319.9 mg/L). Esto indica que los distintos procesos experimentales (T1-T6) tuvieron un impacto marcado y sistemático en la extracción o liberación de cafeína, existiendo tres niveles claramente diferenciados entre los grupos.

Tabla 16. Media de los valores de cafeína obtenidos para cada tratamiento experimental

Tratamiento	Media (mg/L)
T1	160
T2	160
T3	241,2
T4	241,2
T5	319,9
T6	319,9

En la Tabla 17 se detallan los resultados de las pruebas aplicadas para verificar el cumplimiento de los supuestos paramétricos en el análisis, incluyendo la linealidad, normalidad, homocedasticidad e independencia. Se reportan los valores p obtenidos para cada caso.

Tabla 17. Evaluación del cumplimiento de los supuestos paramétricos del modelo estadístico

Supuesto paramétrico	Prueba	Valor p	Cumple
Linealidad	Prueba de linealidad	8.8241×10^{-19}	No cumple
Normalidad	Shapiro-Wilk normality test	0.0423	No cumple
Homocedasticidad	Breush	2.66×10^{-4}	No cumple
Independencia	Prueba de independencia	0.146	Cumple

Dado que los datos no presentan una distribución paramétrica, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, obteniendo un valor de $p=0,004$ inferior a 0,05, como se muestra en la Tabla 18. Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de cafeína entre al menos dos de los tratamientos analizados.

Tabla 18. Resultado de la prueba de Kruskal–Wallis

Prueba	Chi cuadrado	Df	Valor-p
Kruskal-Walli's rank sum test	16,768	5	4.966×10^{-3}

Tras la aplicación de la prueba de Dunn cuyos resultados se expresan en la Tabla 19, corregida mediante el método de Bonferroni, se identificaron diferencias estadísticamente significativas exclusivamente en las comparaciones entre los tratamientos T1 y T5, y T2 y T5 (en ambos casos, $p = 0.0195$). Este resultado indica que los niveles de la variable evaluada difieren de manera significativa entre dichos pares de tratamientos. Por su parte, la comparación T2-T6 arrojó un valor próximo al umbral de significancia estadística ($p = 0.042$), el cual podría considerarse de interés en un contexto de análisis exploratorio. El resto de las comparaciones por pares no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Tabla 19. Prueba de Dunn para cafeína

Comparación	Z	p
T1-T2	0.000000	1.0000
T1-T3	-1.445246	1.0000
T2-T3	-1.445246	1.0000
T1-T4	-1.445246	1.0000
T2-T4	-1.445246	1.0000
T3-T4	0.000000	1.0000
T1-T5	-3.010930	0.0195*
T2-T5	-3.010930	0.0195*
T3-T5	-1.565683	0,8807
T4-T5	-1.565683	0,8807
T1-T6	-2.770055	0.0420
T2-T6	-2.770055	0.0420
T3-T6	-1.324809	1.0000

T4-T6	-1.324809	1,0000
T5-T6	0.240874	1.0000

La Figura 11 de la concentración de cafeína revela una dependencia significativa y directamente proporcional con el porcentaje de mucílago, observándose que las formulaciones con 30% de mucílago registran los niveles más bajos, mientras que el aumento progresivo al 45% y 60% de mucílago genera un incremento sistemático, alcanzando las concentraciones máximas en las combinaciones al 60% con ambos edulcorantes; este patrón demuestra que el contenido de mucílago es el factor determinante en la extracción o liberación de cafeína, mientras que la elección del edulcorante (panela o miel de abeja) no ejerce una influencia significativa sobre este parámetro.

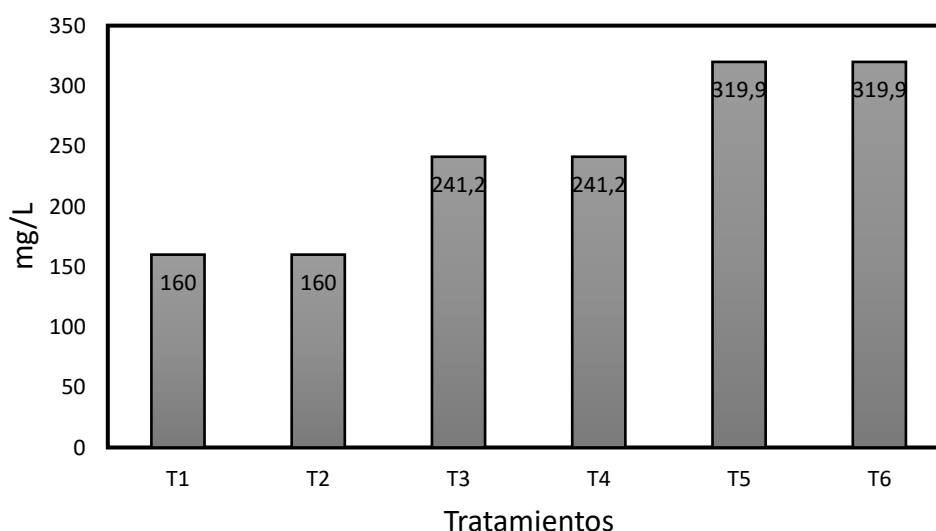


Figura 11. Contenido de cafeína en la bebida energética a base de mucílago de café según el tipo de edulcorante y porcentaje de mucílago.

4.1.2 Resultados microbiológicos

En la Tabla 20 se presentan los resultados microbiológicos de las muestras formuladas a base de mucílago de café. En todos los tratamientos (T1 a T6) los recuentos de *aerobios totales*, *coliformes totales*, así como de *mohos* y *levaduras*, se encontraron no detectables o por debajo del límite de detección establecido, cumpliendo estrictamente con los parámetros de la norma NTE INEN 2411. Esto indica que ningún tratamiento supera los límites máximos permitidos (1×10^2 UFC/ml para *aerobios totales* y 1×10^1 UFC/ml para *coliformes totales* y *mohos/levaduras*); reflejando excelentes prácticas de procesamiento y manipulación. La ausencia total de estos indicadores

microbiológicos respalda la inocuidad del producto, asegurando la calidad microbiológica requerida y garantizando la seguridad alimentaria para su consumo.

Tabla 20. Resultados microbiológicos de las muestras de la bebida energética a base de mucílago de café

Requisitos	Resultados (UFC/g)						Recuento		Norma
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Unidad	Máximo	
Aerobios totales			<10				UFC/mL	1×10^2	NTE
Coliformes totales			Ausencia				UFC/mL	1×10^1	INEN
Mohos y levaduras			<10				UFC/mL	1×10^1	2411

4.1.3 Resultados sensoriales

En la Tabla 21 se presentan los valores promedio que se obtuvieron en el análisis sensorial de las bebidas energéticas formuladas con mucílago de café, evaluando el efecto de distintos porcentajes de mucílago (30%, 45% y 60%) y dos tipos de edulcorantes (miel de abeja y miel de panela).

Tabla 21. Resultados del análisis sensorial de la bebida energética a base de mucílago de café

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Aceptabilidad
T1	4.08	4.97	4.67	4.53
T2	4.18	4.78	4.03	3.83
T3	5.37	4.97	5.28	5.45
T4	4.93	4.68	4.32	4.17
T5	4.83	4.75	4.22	4.47
T6	4.37	4.60	4.03	4.13

4.1.3.1 Color

En la Tabla 22 se detallan los resultados de las pruebas aplicadas para verificar el cumplimiento de los supuestos paramétricos en el análisis, incluyendo la linealidad, normalidad, homocedasticidad e independencia. Se reportan los valores p obtenidos para cada caso.

Tabla 22. Resultados de las Pruebas de Supuestos del Modelo

Supuesto paramétrico	Prueba	Valor P	Cumple
Linealidad	Prueba de linealidad	1.0639×10^{-16}	No cumple
Normalidad	Shapiro-Wilk normality test	2.67×10^{-4}	No cumple
Homocedasticidad	Breush	0.06891	Cumple
Independencia	Prueba de independencia	0.0021	No cumple

Dado que los datos de la variable "color" no cumplieron con los supuestos paramétricos, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar las medianas entre los tratamientos. Los resultados mostraron la existencia de diferencias

estadísticamente significativas con p valor menor a 0.05, como se detalla en la tabla 23.

Tabla 23. Resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis

Prueba	Chi cuadrado	df	Valor-p
Kruskal-Wallis rank sum test	52.909	5	3.512x10 ⁻¹⁰

El análisis post-hoc revela un patrón de diferencias estadísticamente significativas; los tratamientos T1 y T2 actúan como los grupos de referencia más distintivos, diferenciándose consistentemente de T3, T4 y T5, como lo demuestran los valores p mostrados en la Tabla 24 altamente significativos (incluso de 0.0000) que se observan en las comparaciones T1-T3, T1-T4, T1-T5, T2-T4 y T2-T5. Este resultado indica que T1 y T2 producen un efecto sustancialmente diferente al de los tratamientos T3, T4 y T5. Por el contrario, la ausencia de significancia en las demás comparaciones (con p > 0.05) sugiere que las diferencias entre otros pares de tratamientos son estadísticamente no significativas, lo que implica que su desempeño, particularmente entre los pares T1-T2, T2-T3 y T4-T5, entre otros no marcados, es comparable.

Tabla 24. Resultados de la Prueba Post-Hoc.

Comparación	Z	p
T1-T2	-0.143206	1.0000
T1-T3	-5.741504	0.0000*
T2-T3	-5.598297	1.0000**
T1-T4	-3.752113	0.0013*
T2-T4	-3.608906	0.0023*
T3-T4	1.989390	0.3499
T1-T5	-3.131853	0.0130*
T2-T5	-2.988647	0.0210*
T3-T5	2.609650	0.0680
T4-T5	0.620259	1.0000
T1-T6	-0.932669	1.0000
T2-T6	-0.789462	1.0000
T3-T6	4.808834	0.0000*
T4-T6	2.819443	1.0000
T5-T6	2.199184	1.0000

Como se observa en la Figura 12, el análisis sensorial del atributo color revela que la formulación con un 45% de mucílago y endulzada con miel de panela (T3) obtuvo la puntuación significativamente más alta, indicando una intensidad o mayor aceptación, mientras que las combinaciones con el 30% de mucílago, independientemente del edulcorante, presentaron las valoraciones más bajas; este patrón demuestra una clara interacción entre el porcentaje de mucílago y el tipo de edulcorante.

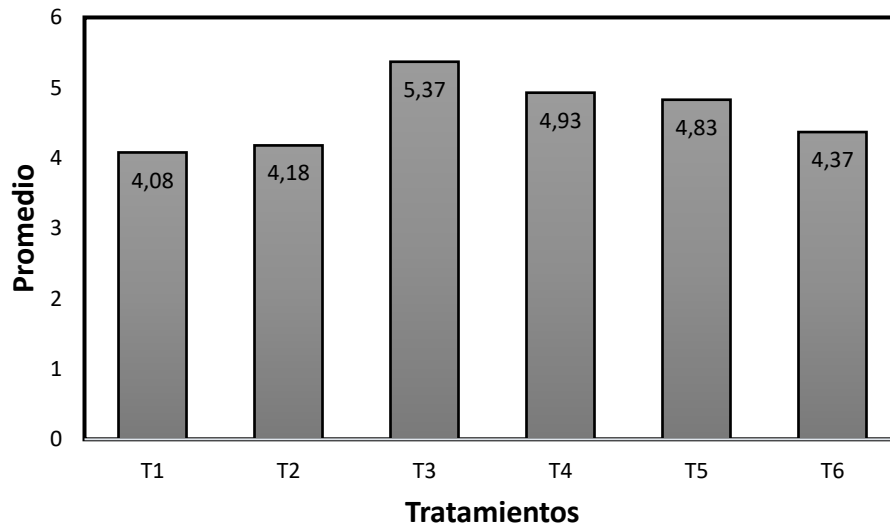


Figura 12. Promedio de la variable color según las combinaciones de mucílago y edulcorante

4.1.3.2 Olor

En la Tabla 25 se presentan los resultados de las pruebas estadísticas realizadas para validar los supuestos paramétricos del análisis. Se evaluaron los criterios de linealidad, normalidad, homocedasticidad e independencia de los residuos, reportándose para cada uno el valor p correspondiente. El cumplimiento o incumplimiento de estos supuestos se determina con base en dichos valores de significancia.

Tabla 25. Pruebas de verificación de supuestos paramétricos

Supuesto paramétrico	Prueba	Valor p	Cumple
Linealidad	Prueba de linealidad	4.1908×10^{-17}	No cumple
Normalidad	Shapiro-Wilk normality test	7.91×10^{-2}	No cumple
Homocedasticidad	Breush	0.8010	Cumple
Independencia	Prueba de independencia	0.05201	No cumple

Dado que los datos de la variable "olor" no cumplieron con los supuestos de normalidad requeridos para un análisis paramétrico, se procedió a utilizar la prueba de Kruskal-Wallis para la comparación de los tratamientos. El resultado de la prueba como se muestra en la Tabla 26 no mostró diferencias estadísticamente significativas con un p valor que supera el nivel de significancia establecido de 0.05. Por lo tanto, se concluye que no existen diferencias significativas en la distribución de la variable olor.

Tabla 26. Resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis.

Prueba	Chi cuadrado	df	Valor-p
Kruskal-Wallis rank sum test	4.8456	5	0.435

El análisis post-hoc de comparaciones múltiples no reveló diferencias estadísticamente significativas en ningún par de tratamientos evaluados (T1, T2, T3, T4, T5 y T6.) como se muestra en la Tabla 27, ya que todos los valores de p mostrados en la tabla 27 obtenidos fueron considerablemente superiores al nivel de significancia de 0.05, con la mayoría de las comparaciones mostrando un valor de 1.0000 y la más baja siendo de 0.5898. Este resultado uniforme indica que el desempeño de todos los tratamientos es estadísticamente equivalente, sin que exista evidencia suficiente para afirmar que alguno de ellos difiere de los demás en la variable de respuesta medida.

Tabla 27. Análisis Post-Hoc de diferencias entre tratamientos

Comparación	Z	p
T1-T2	0.849359	1.0000
T1-T3	-0.107984	1.0000
T2-T3	-0.957344	1.0000
T1-T4	1.298993	1.0000
T2-T4	0.449634	1.0000
T3-T4	1.406978	1.0000
T1-T5	0.792644	1.0000
T2-T5	-0.056714	1.0000
T3-T5	0.900629	1.0000
T4-T5	-0.506348	1.0000
T1-T6	1.650624	0.7411
T2-T6	0.801265	1.0000
T3-T6	1.758609	0.5898
T4-T6	0.351631	1.0000
T5-T6	0.857980	1.0000

El análisis sensorial del atributo olor como se evidencia en la Figura 13, muestra que las formulaciones con menor concentración de mucílago, específicamente 30% y 45% endulzadas con miel de panela (T1 Y T3), alcanzaron las puntuaciones medias más elevadas, indicando una mayor aceptabilidad; por el contrario, el incremento en la concentración de mucílago a un 60%, especialmente cuando se combina con miel de abeja, resultó en una disminución notable de la valoración, demostrando que tanto la concentración del mucílago como la selección del edulcorante son factores determinantes que interactúan influyendo significativamente en la percepción olfativa del producto final.

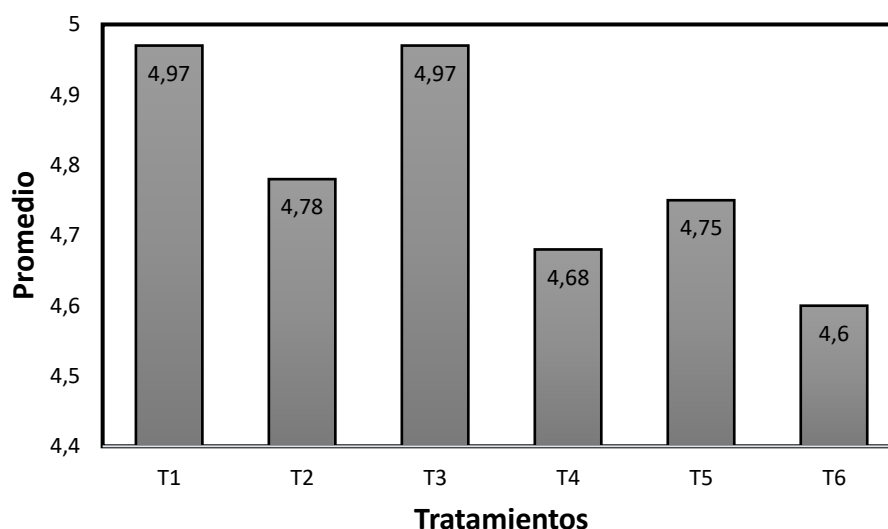


Figura 13. Efecto de la Interacción del Factor A (Mucílago) y el Factor B (Edulcorante) sobre la Variable Olor

4.1.3.3 Sabor

La Tabla 28 consigna los resultados de las pruebas de diagnóstico empleadas para evaluar el cumplimiento de los supuestos paramétricos requeridos para el análisis. Dicha evaluación incluyó la verificación de la linealidad, la normalidad de la distribución, la homocedasticidad (igualdad de varianzas) y la independencia de las observaciones. Para cada uno de estos supuestos, se reporta el valor p resultante de la prueba estadística aplicada.

Tabla 28. Pruebas de verificación de supuestos paramétricos

Supuesto paramétrico	Prueba	Valor P	Cumple
Linealidad	Prueba de linealidad	1.2432×10^{-17}	No cumple
Normalidad	Shapiro-Wilk normality test	4.659×10^{-4}	No cumple
Homocedasticidad	Breush	6.575×10^{-3}	No cumple
Independencia	Prueba de independencia	0.0741	No cumple

La variable "color" no se ajustó a los supuestos paramétricos, por lo que para comparar las medianas entre los tratamientos se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados, consignados en la Tabla 29, revelaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), lo que permite rechazar la hipótesis nula. Esto evidencia que existen disparidades significativas en las medianas del color entre, al menos, un par de los tratamientos evaluados.

Tabla 29. Resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis.

Prueba	Chi cuadrado	df	Valor-p
Kruskal-Wallis rank sum test	30.639	5	$1.103e^{-5}$

El análisis post-hoc en la Tabla 30 revela que el tratamiento T3 es el único que presenta diferencias estadísticamente significativas, mostrando un comportamiento claramente diferenciado al compararse con T2 ($p = 0.0000$), T4 ($p = 0.0031$), T5 ($p = 0.0014$) y T6 ($p = 0.0000$); por el contrario, el resto de las comparaciones entre pares de tratamientos, donde no interviene T3, arrojaron valores de p superiores a 0.05, lo que indica que no existen diferencias significativas y que los tratamientos T1, T2, T4, T5 y T6 son estadísticamente homogéneos en la variable evaluada.

Tabla 30. Análisis Post-Hoc de diferencias entre tratamientos

Comparación	Z	p
T1-T2	2.346403	0.1422
T1-T3	-2.231247	0.1925
T2-T3	-4.577650	0.0000*
T1-T4	1.300631	1.0000
T2-T4	-1.045771	1.0000
T3-T4	3.531878	0.0031*
T1-T5	1.502822	0.9966
T2-T5	-0.843580	1.0000
T3-T5	3.734070	0.0014*
T4-T5	0.202191	1.0000
T1-T6	2.346403	0.1422
T2-T6	0.000000	1.0000
T3-T6	4.577650	0.0000*
T4-T6	1.045771	1.0000
T5-T6	0.843580	1.0000

Como se muestra en la Figura 14, el análisis sensorial del atributo sabor demuestra que la formulación con un 45% de mucílago y endulzada con miel de panela (T3) constituye la mejor combinación, al alcanzar la puntuación media significativamente más alta.

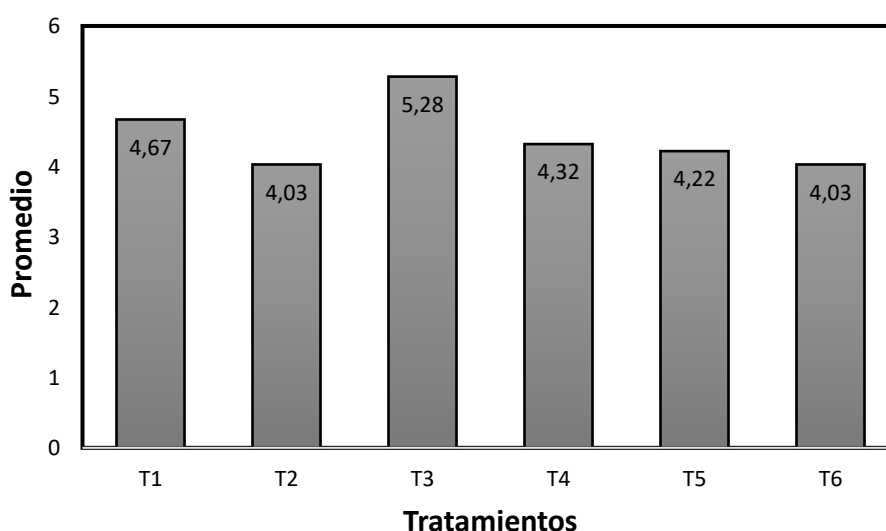


Figura 14. Promedio de la variable sabor según las combinaciones de porcentaje de mucílago y tipo de edulcorante

4.1.3.4 Aceptabilidad

La Tabla 31 resume el resultado de las verificaciones diagnósticas realizadas a los supuestos paramétricos del modelo, específicamente linealidad, normalidad, homocedasticidad e independencia. En cada caso, se reporta el valor p correspondiente a la prueba estadística aplicada para su evaluación.

Tabla 31. Pruebas de verificación de supuestos paramétricos

Supuesto paramétrico	Prueba	Valor P	Cumple
Linealidad	Prueba de linealidad	-2.1490×10^{-18}	No cumple
Normalidad	Shapiro-Wilk normality test	1.852×10^{-4}	No cumple
Homocedasticidad	Breush	6.9573×10^{-3}	No cumple
Independencia	Prueba de independencia	0.6834	Cumple

Se procedió a aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para el análisis de la variable "aceptabilidad", ante el incumplimiento de los supuestos requeridos para las pruebas paramétricas. Dicho análisis reveló la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), según se presenta en la Tabla 32. Este hallazgo permite concluir que existen, como mínimo, dos tratamientos cuyas medianas difieren de manera significativa en la variable de respuesta evaluada.

Tabla 32. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis

Prueba	Chi cuadrado	df	Valor-p
Kruskal-Wallis rank sum test	46.278	5	$7.937e^{-9}$

La Tabla 33, revela que el tratamiento T3 constituye un grupo estadísticamente único, presentando diferencias significativas (T1 ($p = 0.0000$), T2 ($p = 0.0017$), T4 ($p = 0.0000$) y T5 ($p = 0.0011$)); mientras que todas las comparaciones restantes muestran valores de p superiores a 0.05, indicando que T1, T2, T4 y T5 conforman un conjunto homogéneo sin diferencias significativas entre sí.

Tabla 33. Análisis Post-Hoc de diferencias entre tratamientos

Comparación	Z	p
T1-T2	-2.269542	0.1743
T1-T3	-5.949747	0,0000*
T2-T3	-3.680205	0.0017*
T1-T4	-0.747085	1,0000
T2-T4	1.522456	0.9592
T3-T4	5.202661	0.0000**
T1-T5	-2.146524	0.2387
T2-T5	0.123017	1,0000
T3-T5	3.803222	0.0011*
T4-T5	-1.399438	1,0000
T1-T6	0.626761	1,0000
T2-T6	1.642780	0.7532
T3-T6	5.322985	0.0000*
T4-T6	0.120323	1,0000

T5-T6	1.519762	0.9643
-------	----------	--------

El análisis integral de la aceptabilidad global como se muestra en la Figura 15, demuestra que la formulación con un 45% de mucílago endulzada con miel de panela (T3) constituye la combinación sensorial más aceptada, alcanzando la puntuación media significativamente superior y estableciéndose como la preferida por los evaluadores; este pico de aceptación contrasta con el desempeño de las formulaciones con 30% de mucílago con miel de abeja T2, que mostro la menor aceptabilidad, y con los valores intermedios registrados en las bebidas con 60% de mucílago, evidenciando que la maximización de la preferencia del consumidor no depende de concentraciones extremas de mucílago sino de una proporción específica (45%) que, en interacción con el edulcorante adecuado (miel de panela), genera la respuesta sensorial más favorable.

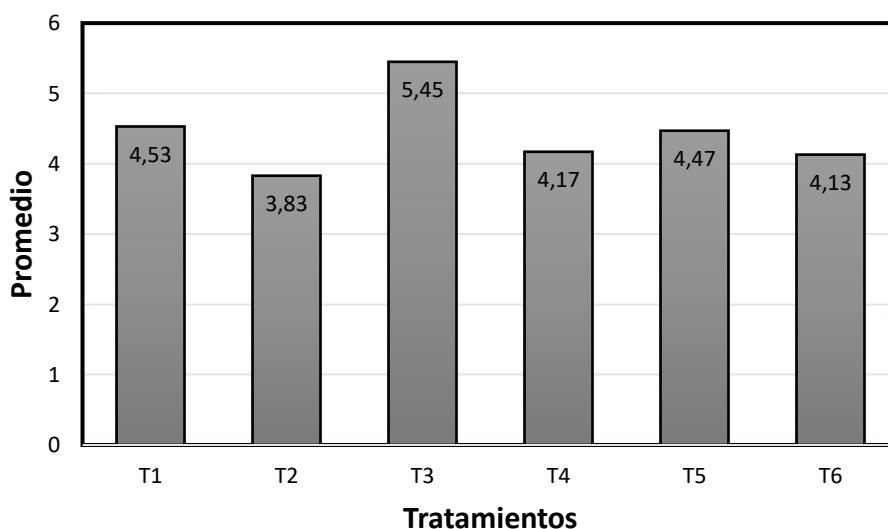


Figura 15. Promedio de la aceptabilidad según las combinaciones de mucílago y edulcorante.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Resultados fisicoquímicos

4.2.1.1 pH

Los resultados obtenidos en el análisis del pH en la bebida energética a base de mucílago de café se encuentran entre 4.18 a 4.43, lo cual indica un rango ácido moderado adecuado para este tipo de productos. Estudios previos en bebidas energéticas han reportado que el pH es un factor crítico que influye en la estabilidad microbiológica y la percepción sensorial del producto, pues un pH ácido suele inhibir

la proliferación de microorganismos patógenos, lo que contribuye a la seguridad alimentaria (López, 2022).

López (2022), manifiesta que las bebidas energéticas comerciales presentan rangos de pH entre 3.68 y 3.83, los cuales son inferiores a los resultados obtenidos. Con relación a esto Cadena (2015), menciona que aunque estos valores de pH inferiores garantizan una alta estabilidad, pueden afectar negativamente la aceptabilidad sensorial debido a su acidez pronunciada y riesgos potenciales para la salud de los consumidores. Además, la norma NTE INEN 2 337:2008 menciona que los valores de pH en bebidas deben ser inferiores a 4,5; por lo cual se cumple con el límite máximo establecido.

Es importante considerar que el pH de las bebidas también puede influir en enfermedades del tracto gastrointestinal, como la gastritis. Diversos estudios han demostrado que el consumo frecuente de bebidas ácidas, como algunas bebidas energéticas y el café, puede estimular la producción de ácido gástrico y contribuir a la irritación de la mucosa gástrica, incrementando el riesgo de desarrollar gastritis, especialmente en personas susceptibles o con consumo elevado y prolongado. La gastritis es una inflamación de la mucosa del estómago que puede ser desencadenada por factores dietéticos, infecciones o el uso de ciertos medicamentos. Se ha observado que la exposición continua a bebidas con pH bajo puede agravar la inflamación y favorecer la aparición de síntomas como dolor abdominal, acidez y malestar estomacal. Por lo tanto, el control del pH en las bebidas no solo es relevante para la estabilidad microbiológica y sensorial, sino que también puede tener implicaciones en la prevención de enfermedades gástricas, resaltando la importancia de desarrollar productos con características que minimicen riesgos para la salud digestiva. (Santoso, 2023)

Por otro lado, Skryplonek et al. (2019) evaluaron bebidas fermentadas a base de suero ácido utilizando ingredientes como leche pasteurizada, leche UHT, leche condensada sin azúcar y leche en polvo descremada, combinados con cultivos probióticos de *Lactobacillus acidophilus* LA-5 o *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* BB-12. Observaron que las formulaciones con pH entre 4.02 y 4.63 mantenían una buena estabilidad microbiológica y sensorial durante el almacenamiento. Los autores resaltan que un pH en este rango es suficiente para inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos, sin comprometer la aceptabilidad sensorial del

producto. Además, la estabilidad del pH durante el almacenamiento es un indicador de la eficacia de los procesos de conservación aplicados, lo que resulta relevante para el desarrollo de bebidas funcionales y seguras.

4.2.1.2 Acidez

Los resultados de acidez titulables obtenidos en las bebidas energéticas a base de mucílago de café oscilaron entre 1,42 y 3,23 g/L; resultados que reflejan niveles moderados de acidez en comparación con otras bebidas en el mercado. El estudio comparativo de López (2022), muestra que muchas bebidas energéticas (especialmente las comerciales); presentan valores de acidez titulables que pueden variar de 3,22 g/L (Vive 100 frutos rojos), alcanzando en algunos casos hasta 9,09 g/L como en el caso de Volt.

El rango obtenido indica una acidez relativamente baja, lo que puede ser beneficioso desde la perspectiva de la salud bucal y la aceptación sensorial, ya que niveles muy altos de acidez; por encima de 4 g/L, se asocian generalmente con potencial erosivo sobre el esmalte dental y molestias gástricas, especialmente en consumidores sensibles (Mettler y Weibel, 2018).

Además, Cadena (2015) ha señalado en su investigación que las bebidas refrescantes presentan una acidez titulable de 0.67 g/100 cm³, mientras que las bebidas carbonatadas alcanzan aproximadamente 0.83 g/100 cm³, lo cual sugiere que la bebida a base de mucílago de café es menos ácida en comparación a las antes mencionadas. Esta menor acidez se traduce en una proporción °Brix/Acidez más equilibrada, factor clave en la aceptación sensorial, pues una acidez excesiva puede disminuir la palatabilidad, mientras que un equilibrio adecuado ayuda a preservar el jugo y mejorar la experiencia del consumidor.

4.2.1.3 Cafeína

Los resultados obtenidos en el análisis de cafeína en la bebida energética a base de mucílago de café mostraron concentraciones que varían entre 160 a 319,9 mg/L. Este rango se sitúa dentro de los límites establecidos por la NTE INEN 2411:2017, que regula que la concentración de cafeína en bebidas energéticas debe estar entre >200 y 350 mg/L para asegurar la eficacia funcional del producto sin comprometer la seguridad del consumidor. Estudios previos indican que mantener la cafeína dentro de estos parámetros es fundamental para evitar efectos adversos como ansiedad,

alteraciones del sueño o incremento en la presión arterial, mientras se preserva el efecto estimulante característico de estas bebidas (Regalado, 2014).

Por otro lado, López et al. (2024) en su estudio mencionan que una bebida energética tiene una concentración de 21,27 mg/100 mL (equivalente a 212,7 mg/L); valor que está dentro de los resultados obtenidos.

En un estudio realizado por Medina et al. (2020) se analizaron diferentes marcas de bebidas energéticas comercializadas en Colombia, encontrando concentraciones de cafeína que oscilan entre 218 y 260 mg/L, valores similares a los obtenidos en la presente investigación. Los autores destacan que todas las muestras analizadas cumplían con los límites regulatorios nacionales, lo que respalda la importancia de la vigilancia y el control de calidad en la industria para garantizar la seguridad del consumidor. Además, subrayan que la variabilidad entre lotes y marcas puede deberse tanto a diferencias en la formulación como a la precisión de los métodos analíticos empleados, lo que resalta la necesidad de estandarizar los procesos de producción y análisis.

Por otro lado, Da Costa et al. (2022) evaluaron 37 bebidas energéticas en Brasil y reportaron que el contenido de cafeína varió entre 100 y 670 mg/L, aunque la mayoría de los productos se encontraba dentro de los límites recomendados para el consumo seguro. Sin embargo, advierten que el consumo de múltiples porciones en cortos periodos puede llevar a una ingesta excesiva de cafeína, superando el umbral de seguridad de 400 mg/día para adultos. Los autores enfatizan la importancia de la educación al consumidor y la necesidad de regulaciones claras sobre el etiquetado y la concentración de cafeína, especialmente para evitar riesgos en poblaciones vulnerables como adolescentes y personas sensibles a la cafeína.

Los resultados del análisis de cafeína en la bebida energética a base de mucílago de café demuestran que las concentraciones obtenidas se encuentran dentro de los límites normativos recomendados para bebidas energéticas, lo que garantiza tanto la eficacia funcional como la seguridad para el consumidor. Este cumplimiento es consistente con lo reportado en otros estudios internacionales, donde la mayoría de las bebidas energéticas comerciales presentan concentraciones de cafeína similares y dentro de los márgenes considerados seguros para la población general.

4.2.1.4 Grados brix

En todos los tratamientos, se mantuvo constante la concentración de sólidos solubles con 7 °Brix; mediante la adición de edulcorantes en cada formulación. Esto es relevante porque indica el porcentaje en peso de sacarosa presente en la bebida, lo que impacta directamente en la percepción de dulzor, energía aportada y aceptación sensorial (Guíalab, 2016). Mantener un contenido uniforme permite comparar objetivamente el efecto de los diferentes tratamientos sin que las variaciones dulces influyan en la apreciación sensorial. Por otro lado, la selección y ajuste preciso del tipo y cantidad de edulcorante permite controlar la sensación de sabor dulce sin incurrir en un exceso calórico, respaldando el desarrollo de bebidas energéticas con perfil nutricional adecuado y potencialmente dirigidos a consumidores conscientes de la ingesta de azúcar.

Por otro lado, Mah et al. (2024) realizaron un ensayo controlado en el que se evaluó la preferencia de consumidores por bebidas carbonatadas con diferentes niveles de dulzor, incluyendo formulaciones con 7 °Brix. Los resultados mostraron que, aunque la preferencia general tiende a aumentar con el nivel de dulzor, más del 50% de los participantes estaban dispuestos a comprar bebidas con 7 °Brix, especialmente cuando se implementaron estrategias de reducción gradual de azúcar. Esto sugiere que los consumidores pueden adaptarse a niveles moderados de dulzor, lo que respalda la viabilidad comercial de bebidas energéticas con 7 °Brix, alineadas con tendencias de consumo más saludable y menor ingesta de azúcares añadidos.

Según la normativa ecuatoriana NTE INEN 2304 vigente en 2017, los grados Brix en las bebidas no carbonatadas, como es el caso de las bebidas energéticas, deben mantenerse dentro de un rango establecido entre 0 y 15 °Brix. Este intervalo garantiza un nivel adecuado de dulzor que contribuye tanto a la hidratación efectiva del consumidor como a la estabilidad fisicoquímica del producto a lo largo de su vida útil. Asimismo, se busca evitar la presencia de niveles excesivos de azúcares que podrían representar un riesgo para la salud pública, particularmente en términos de enfermedades metabólicas asociadas al consumo elevado de azúcar. Además, el control riguroso de los grados Brix contribuye a preservar la aceptabilidad sensorial del producto, asegurando que el sabor y la textura sean agradables para el consumidor final, un aspecto fundamental para el éxito comercial de estas bebidas energéticas en el mercado.

4.2.2 Resultados microbiológicos

Los resultados microbiológicos registraron ausencia en recuentos de microorganismos indicadores, incluyendo *aerobios mesófilos totales*, *coliformes totales*, *mohos* y *levaduras*; debajo del límite de detección, con esto se cumplen los parámetros establecidos por la NTE INEN 2411 (2017). Este resultado evidencia un correcto control de calidad y adecuada higienización durante la elaboración, lo cual es fundamental para garantizar la inocuidad y seguridad alimentaria del producto final. La adecuada manipulación y condiciones de procesamiento resultan esenciales, sobre todo cuando se trabaja con subproductos de baja acidez como el mucílago de café.

Aljaloud (2018), analizó la calidad microbiológica de bebidas energéticas y deportivas disponibles en el mercado saudí, encontrando que la mayoría de las muestras presentaban recuentos bacterianos muy bajos y ausencia de patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*. Sin embargo, el autor advierte que, aunque los niveles de contaminación suelen ser bajos, la presencia de microorganismos puede incrementarse si las condiciones de almacenamiento o manipulación no son adecuadas, lo que subraya la importancia de mantener estrictos controles de higiene durante toda la cadena de producción y distribución para evitar riesgos de deterioro o afectación a la salud del consumidor.

Por otro lado, Hashimi et al. (2024) evaluaron la calidad microbiológica de bebidas energéticas comercializadas en Kabul, Afganistán, y reportaron que ninguna de las muestras analizadas presentó contaminación bacteriana detectable, confirmando la eficacia de los procesos de higienización y el cumplimiento de estándares internacionales de seguridad alimentaria. Los autores destacan que el pH ácido de estas bebidas, junto con el correcto sellado y manipulación, contribuye significativamente a la inhibición del crecimiento microbiano, reforzando la importancia de mantener condiciones óptimas de procesamiento y almacenamiento para asegurar la inocuidad del producto final.

Estos hallazgos coinciden con estudios internacionales que reportan bajos niveles de contaminación en bebidas energéticas y jugos industriales cuando se aplican buenas prácticas de manufactura y controles estrictos durante la producción y almacenamiento. Sin embargo, se resalta la importancia de mantener estos estándares, ya que condiciones inadecuadas pueden favorecer la proliferación de microorganismos y comprometer la inocuidad del producto.

4.2.3 Resultados sensoriales

Los resultados sensoriales efectuados sobre las bebidas energéticas a base de mucílago de café reflejaron que el tratamiento T3, que combinó un 45% de mucílago con miel de panela fue el mejor valorado entre los panelistas. Esta formulación se destacó en parámetros claves como color, olor, sabor y aceptabilidad general, alcanzando puntuaciones más altas en comparación con otros tratamientos. Este resultado coincide con el estudio de López (2022) sobre bebidas basadas en mucílago, donde la interacción del porcentaje de mucílago y el tipo de edulcorante influye decisivamente en las características sensoriales finales.

En particular, el uso de miel de panela como edulcorante contribuyó a potenciar el perfil sensorial ofreciendo un sabor más natural y equilibrado, lo que favorece la aceptación entre consumidores sensibles a sabores cargados o artificiales. Además, estos resultados están en línea con la tendencia actual de consumidores que demandan productos funcionales, naturales y con atributos sensoriales diferenciados (Cardona et al., 2024).

El tratamiento T3, que incorpora un 45% de mucílago y miel de panela, debido a su equilibrio óptimo entre propiedades sensoriales y fisicoquímicas. Esta formulación destacó especialmente en atributos como color, olor y sabor aspectos fundamentales para la aceptación del consumidor en bebidas energéticas que buscan un perfil natural y de alta aceptabilidad. Además, el contenido de cafeína y acidez se mantuvo dentro de los rangos normativos, asegurando un producto seguro y funcional, mientras que el valor de °Brix adecuado (7°Brix) proporciona un dulzor controlado sin exceder en calorías, lo que responde a las tendencias actuales de consumo responsable y saludable (Słowik et al. 2025). Diversos estudios respaldan la utilización de subproductos del café y edulcorantes naturales en el desarrollo de bebidas innovadoras. Por ejemplo, la combinación de pulpa de café con miel o jugo de caña ha demostrado mejorar significativamente las características sensoriales, aportando notas dulces, aromas agradables y una acidez refrescante, lo que incrementa la aceptación sensorial entre los consumidores. Asimismo, la incorporación de ingredientes como el mucílago de café y la miel de panela no solo contribuye a la sostenibilidad y valorización de subproductos agrícolas, sino que también enriquece el perfil nutricional y funcional de la bebida, aportando compuestos bioactivos como cafeína, polifenoles y flavonoides (Słowik et al., 2025).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los resultados fisicoquímicos mostraron valores de pH entre 4.18 y 4.43, ubicándose dentro de un rango ácido moderado favorable para la estabilidad microbiológica y la aceptación sensorial, cumpliendo con la norma NTE INEN 2337 que establece un máximo de pH 4.5. La acidez titulable osciló entre 1.42 y 3.23 g/L, niveles inferiores a los de varias bebidas energéticas comerciales que suelen superar los 4 g/L, lo que podría favorecer la salud del consumidor. Las concentraciones de cafeína medidas entre 241.2 y 319.9 mg/L cumplieron con la normativa NTE INEN 2411 por otro lado la bebida que se formuló con 30% de mucílago no cumplió con lo establecido en la norma, posicionando las bebidas dentro de los parámetros seguros para el consumo, garantizando un efecto funcional estimulante sin riesgos para el consumidor.
- El contenido de sólidos solubles controlados a 7° Brix mediante la adición de edulcorantes naturales (miel de panela y miel de abeja), garantizan un dulzor adecuado sin exceder límites saludables, apoyando un perfil nutricional equilibrado y una alta aceptación sensorial.
- Los análisis microbiológicos realizados en las bebidas energéticas a base de mucílago de café cumplieron con los requisitos establecidos por la NTE INEN 2411 (1×10^2 UFC/ml para *aerobios totales* y 1×10^1 UFC/ml para *coliformes totales* y *mohos/levaduras*). Se confirma la ausencia de microorganismos patógenos de aerobios totales, coliformes totales y mohos/levaduras, lo que garantiza la inocuidad del producto para el consumo humano.
- En cuanto a los resultados sensoriales, el tratamiento T3 con 45% de mucílago y miel de panela fue el mejor valorado, destacando por el equilibrio en sabor, aroma y aceptación general, alineándose con tendencias de consumo hacia productos naturales y funcionales.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda explorar diferentes métodos de extracción del mucílago para mejorar la eficiencia de extracción, reducir el tiempo de procesamiento y preservar mejor las propiedades bioquímicas del mucílago.
- Promover investigaciones adicionales para medir el impacto de diferentes variables del proceso (temperatura, tiempo, tipo de edulcorante) en las características sensoriales y funcionales de la bebida energética, lo que permitirá una optimización continua adaptada a mercados específicos.
- Considerar la incorporación de saborizantes naturales en la formulación de la bebida energética a base de mucílago de café para mejorar la experiencia sensorial y ampliar su aceptación entre los consumidores. Opciones como extractos de frutas cítricas, hierbas aromáticas (menta, hierbabuena) o especias suaves pueden realzar el perfil de sabor sin afectar negativamente la percepción natural del producto. Además, utilizar saborizantes naturales permite mantener el carácter saludable y funcional de la bebida, evitando ingredientes artificiales que podrían resultar menos atractivos para el mercado que busca productos limpios y con ingredientes reconocibles. Es importante realizar pruebas sensoriales adicionales con diferentes concentraciones y combinaciones de saborizantes para optimizar el equilibrio entre sabor, aceptación y conservación del productoVI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bohórquez, J., Sáenz, J., Restom, J., Tatis, K., Sánchez, D., Brieva, M., Montenegro, A., y Abuabara, E. (2021). Edulcorantes artificiales y su papel en la enfermedad renal crónica: una revisión. *Revista Colombiana de Nefrología*, 8(3). <https://doi.org/10.22265/ACNEF.8.3.534>
- Cacia. (2021). Mucílago del café: un ingrediente de alto potencial para la industria de alimentos y bebidas. *Revista Alimentaria Cámara Costarricense de La Industria Alimentaria*. <https://alimentaria.cacia.org/digital/mucilago-del-cafe-un-ingrediente-de-alto-potencial-para-la-industria-de-alimentos-y-bebidas/>
- Cadena, F. (2015). *Diseño del proceso para la elaboración de una bebida energética a partir de excedentes de cacao* [Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/29842/1/D-79966.pdf>
- Cardona, J., Espinoza, S., Gómez, V., Benítez, S., Choto, J., y Cab, I. (2024). Revalorización de cáscara y mucílago de café (*Coffea arabica*) en alimentación humana. *CEIBA*, 57(2), 148–177. <https://doi.org/10.5377/ceiba.v57i2.19070>
- Carvajal, N. (2023). *Estudio de las aplicaciones de los residuos agroindustriales de origen vegetal en la industria alimentaria*. Universidad Central del Ecuador.
- Castaño, L., y Osorio, W. (2021). *Aprovechamiento del mucílago de café para la producción de endulzantes naturales* [Universidad de Ibagué]. <https://repositorio.unibague.edu.co/server/api/core/bitstreams/ac2b7129-6577-4d66-accf-067533b45678/content>
- Ciro, E., y Virgüez Garzón. (2019). *Evaluación del mucílago del café (Coffea arabica L. Caturra) como potencial prebiótico en una bebida de arroz* [Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/277
- Cortés, Y. F., Rodríguez, K. D. S., y Marín, L. A. V. (2020). Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generado. *Produccion y Limpia*, 15(1), 93–110. <https://doi.org/10.22507/PML.V15N1A7>
- Debras, C., Chazelas, E., Sellem, L., Porcher, R., Druésne-Pecollo, N., Esseddik, Y., De Edelenyi, F. S., Agaësse, C., De Sa, A., Lutchia, R., Fezeu, L. K., Julia, C., Kesse-Guyot, E., Allès, B., Galan, P., Hercberg, S., Deschasaux-Tanguy, M., Huybrechts, I., Srour, B., y Touvier, M. (2022). Edulcorantes artificiales y riesgo de enfermedades cardiovasculares. *The BMJ*. <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-071204>

- FAO. (2021). *Procesamiento del café y sus subproductos: Potencial de aprovechamiento sostenible*.
- Fattori, S. (2004). La miel. *Apimondia*, 2. www.apimondia.org
- Fernández, Y., Sotto, K., y Vargas, L. (2020). Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados. *Producción + Limpia*, 15(1), 93–110. <https://doi.org/10.22507/PML.V15N1A7>
- Flórez, C., Ibarra, L., Gómez, L., Carmona, C., Castaño, Á., y Ortiz, A. (2013). Estructura y funcionamiento de la planta de café. In *En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 1, pp. 123–168). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_08
- Garavito, A., y Puerta, G. (1998). *Utilización del mucílago de café en la alimentación de cerdos*. Bogotá. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/554/1/avt0248.pdf>
- García, M., Rodríguez, E., Escobar, M., y Méndez, J. (2022). *Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud* . 1.
- Grand View Research. (2024). *El mercado de bebidas funcionales alcanzará los 248.510 millones de dólares para 2030*.
- Guíalab. (2016). *Medición Brix en la industria de bebidas y jugos* . La Guía de Productos y Servicios Para Laboratorios Analíticos. <https://www.guialab.com.ar/notas-tecnicas/medicion-brix-en-la-industria-de-bebidas-y-jugos/>
- Hernández, E. (2016). *Caracterización físico químico de la meladura de Saccharum SP híbrido (Caña de Azúcar) de tres variedades cultivadas en la región amazónica de Pastaza* [Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/662>
- Herrera, J., y Cortina, H. (2013a). Taxonomía y clasificación del café. In *En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 1, pp. 117–121). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_07
- Herrera, J., y Cortina, H. (2013b). Taxonomía y clasificación del café. *Cenicafé*, 1(2013).

- Higgins, J., Babu, K., Deuster, P., y Shearer, J. (2018). Energy drinks: A contemporary issues paper. *Current Sports Medicine Reports*, 17(2), 65–72. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000454>
- Infiltrado. (2024). *Producción de Café en Ecuador: Historia, datos y perspectivas*. Cultura Cafetera. https://cafeinfiltrado.com/blogs/noticias/produccion-de-cafe-en-ecuador?srsId=AfmBOoo57GJEBxhtuXvEd3hxbq_Q1jmRj0RTchKTnsnYIEgRRXMPjMIE
- Instituto Nacional de Agricultura. (2024). *Informe sobre Residuos Agroindustriales del Café en la Provincia del Carchi*.
- Li, P., Haas, N. A., Dalla-Pozza, R., Jakob, A., Oberhoffer, F. S., y Mandilaras, G. (2023). Efectos de las bebidas energéticas en la salud de niños, adolescentes y adultos jóvenes. In Academia Estadounidense de Pediatría (Ed.), *Nutrients* (Vol. 15, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu15112537>
- López, S. (2022). *Elaboración de una bebida energética a partir de mucílago de cacao (Theobroma Cacao L.) saborizada con café (Coffea)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- López, S., Guapi, G., Guerrón, V., Revilla, K., Aldas, J., y Barzola, S. (2024). Efecto de distintas concentraciones de mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) y café (*Coffea arabica*) en la elaboración de una bebida energética. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 4(1). <https://revistas.unsm.edu.pe/index.php/raa/article/view/600/1154>
- Manzur, F., Morales, M., Ordosgoitia, J., Quiroz, R., Ramos, Y., y Corrales, H. (2020). Impacto del uso de edulcorantes no calóricos en la salud cardiometabólica. *Cardiología*, 27(2), 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.11.003>
- Meneses, K. (2022). Edulcorantes: más allá de la dulzura. *Diabetes*. https://www.revistadiabetes.org/wp-content/uploads/Art.-8-OK_compressed.pdf
- Mettler, S., y Weibel, E. (2018). Osmolality, pH, and titratable acidity of sports drinks on the Swiss market. *Swiss Sports and Exercise Medicine*, 66(4), 56–63. <https://doi.org/10.34045/SSEM/2018/30>
- Montoya, M., Lopera, E., Arboleda, L., Lopera, S., y Amaya, J. (2023). *El viaje del grano del café*. <https://es.scribd.com/document/667900216/Economia-circular-cafe>
- Morales, M., y Villarreal, A. (2015). *Diseño de un plan de marketing para el desarrollo de imagen y el posicionamiento de la asociación de cañicultores de Pastaza "ASOCAP" de la ciudad del Puyo* [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9557/1/UPS-QT07686.pdf>

- Moreira Párraga, M. L., y Sacón Vera, E. F. (2024). Uso de Extractos de Plantas Medicinales en el Desarrollo de Bebidas Funcionales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 13192–13215. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13596
- NTE INEN 2 337. (2008). *Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos* [INEN]. <https://es.scribd.com/document/395550377/nte-inen-2337-pdf>
- NTE INEN 2304. (2017). *Refrescos o bebidas no carbonatadas. Requisitos* (4th ed., Vol. 1). INEN. <https://es.scribd.com/document/537817176/nte-inen-2304-1>
- NTE INEN 2411. (2017). *Bebidas energéticas. Requisitos* (Vol. 11). INEN. <https://es.scribd.com/document/394473359/bebidas-energeticas>
- Oliveros, C., y Roa, G. (1995). El desmucilaginado mecánico del café. *Cinacafé*. <https://doi.org/10.38141/10779/0216>
- Orús, A. (2025). *El mercado del café en el mundo - Datos estadísticos*. Agricultura y Ganadería. <https://es.statista.com/temas/9035/el-cafe-en-el-mundo/#topicOverview>
- Perfect Daily Grind. (2024). *Recorrido por algunas zonas productoras de café en Ecuador*. <https://perfectdailygrind.com/es/2024/06/28/recorrido-zonas-productoras-cafe-ecuador/>
- Pernía, J. (2019). *Bebidas energéticas y adolescentes* [Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/36364/TFG-M-M1373.pdf>
- PROECUADOR. (2014). *Instituto de promoción de exportaciones e inversiones extranjeras*. <https://www.proecuador.gob.ec/tag/cafe/>
- Puerta, G., y Ríos, S. (2011). Composición Química del Mucílago de Café, según el Tiempo de Fermentación y Refrigeración. *Cenicafé*, 62(hasta 1999).
- Puerta, G., y Ríos, S. (2011). Composición química del mucílago de café, según el tiempo de fermentación y refrigeración. *Cenicafé*, 62(2), 23–40.
- Ramos, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Regalado, J. (2014). *Estudio de niveles de cafeína y taurina en comparación con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2411:2008, para una muestra de población de bebidas energéticas comerciales del país* [Universidad Central del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5d8cbaf9-e384-443e-9db8-010d1f774ecc/content>

- Riera, M. A., Maldonado, S., y Palma, R. (2019). Residuos agroindustriales generados en Ecuador para la elaboración de bioplásticos. *Revista Ingeniería Industrial*, 17(3), 227–246. <https://doi.org/10.22320/S07179103/2018.13>
- Ríos, J., Chávez, A., Restrepo, E., Castellanos, F., y Ospina, D. (2024). Obtaining coffee mucilage microcapsules by spray drying using chemically modified banana starch. *Ingeniería y Competitividad*, 26(2), e-21513502. <https://doi.org/10.25100/iyc.v26i2.13502>
- Rodríguez, N., Zambrano, D., y Ramírez, C. (2013). Manejo y disposición de los subproductos y de las aguas residuales del beneficio del café. In *En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 3, pp. 111–136). Cenicafé. https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4347/1/cenbook-0026_31.pdf
- Salca, D. (2022). *Aceptabilidad general y cuantificación de cafeína de una bebida energizante con pulpa residual de café.*
- Sánchez, J., Romero, C., Arroyave, C., García, A., Giraldo, F., y Sánchez, L. (2015). Bebidas energizantes: efectos benéficos y perjudiciales para la salud. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 17(1), 79–91. <https://doi.org/10.17533/UDEA.PENH.V17N1A07>
- Serna, J., Torres, L., Martínez, K., y Hernández, M. (2018). Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos. *Revista ION*, 31(1), 37–42. <https://doi.org/10.18273/REVION.V31N1-2018006>
- Servicio de Atención Integral a la Salud. (2022). *Edulcorantes y sus efectos en la salud*. SAIS. <https://www.uv.mx/saisuv/files/2022/05/Nota-Edulcorantes-y-efectos-en-la-salud-2022.pdf>
- Venegas, S., Orellana, D., y Pérez, P. (2018). La realidad Ecuatoriana en la producción de café. *RECIMUNDO*, 24–44. [https://doi.org/10.26820/RECIMUNDO/2.\(2\).2018.24-44](https://doi.org/10.26820/RECIMUNDO/2.(2).2018.24-44)
- Yara. (2025). *La producción global de café*. Nutrición Vegetal, Café. <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/cafe/produccion-global/>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

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: Ayala Huera Jairo Denilson

Fecha de recepción del abstract: Viernes, 14 de noviembre de 2025

Fecha de entrega del informe: Jueves, 11 de diciembre 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

2

Figura 16. Certificado de abstract

Anexo 3. Proceso de elaboración de la bebida energética



Figura 17. Filtración del mucílago de café



Figura 19. Mezcla de ingredientes



Figura 18. Pesado de ingredientes



Figura 20. Preparación de los tratamientos

Anexo 3. Análisis sensorial de la bebida energética



Figura 21. Análisis sensorial de las muestras



Figura 22. Análisis sensorial de los tratamientos

Anexo 4. Análisis fisicoquímico de la bebida energética



Figura 23. Análisis de pH en las muestras



Figura 24. °Brix en las muestras de bebida

Anexo 5. Análisis microbiológico de la bebida energética



Figura 25. Lavado de material



Figura 27. Preparación de muestras



Figura 26. Esterilización de material

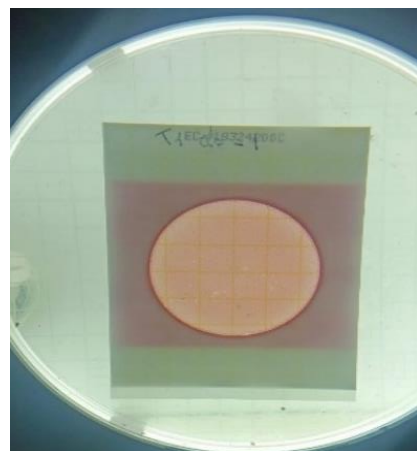


Figura 28. Resultados del crecimiento de microorganismos

Anexo 6. NTE INEN 2411:2017 sobre los requisitos para las bebidas energéticas



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 2411
Primera revisión
2017-11

BEBIDAS ENERGÉTICAS. REQUISITOS

ENERGY DRINKS. REQUIREMENTS

BEBIDAS ENERGÉTICAS REQUISITOS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos para las bebidas energéticas sean o no carbonatadas. No aplica a las bebidas gaseosas, bebidas hidratantes, café, sucedáneos del café, té e infusiones de hierbas.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS PENDIENTE

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN-ISO 4832, *Microbiología de los alimentos para consumo humano y alimentación animal – Método horizontal para la enumeración de coliformes – Técnica de recuento de colonias*

NTE INEN-ISO 4833, *Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal – Método horizontal para el recuento de microorganismos – Técnica de recuento de colonias a 30 °C*

NTE INEN-ISO 21527-2, *Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal – Método horizontal para la enumeración de mohos y levaduras – Parte 2: Técnica de recuento de colonias en productos con actividad acuosa (Aw) inferior o igual a 0,95*

NTE INEN-CODEX 192, *Norma general para los aditivos alimentarios*

NTE INEN 1334-1, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos*

NTE INEN 1334-2, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos*

NTE INEN 1334-3, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3. Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables*

NTE INEN 1081, *Bebidas gaseosas. Determinación de cafeína*

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para efectos de esta norma, se adopta la siguiente definición:

3.1

bebidas energéticas

Bebidas no alcohólicas, carbonatadas o no, que contienen agua, cafeína adicionada, con o sin otros ingredientes y aditivos alimentarios, desarrolladas para mejorar momentáneamente el rendimiento físico y mental.

4. REQUISITOS

Las bebidas energéticas deben:

4.1 No exceder los límites máximos de aditivos alimentarios conforme a lo establecido en NTE INEN-CODEX 192.

4.2 Cumplir el requisito indicado en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisito para las bebidas energéticas

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo de referencia
Cafeína ^a	mg/L	> 200	350	NTE INEN 1081
^a La cafeína también podría provenir de cualquiera de sus fuentes.				
NOTA. En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados en la tabla, estos deben ser oficiales. En el caso de no ser un método oficial, este debe ser validado.				

4.3 Cumplir los requisitos microbiológicos indicados en el Tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para las bebidas energéticas

Requisito	Unidad	Caso	n	c	m	M	Método de ensayo de referencia
Aerobios totales	UFC/mL	1	5	3	10	100	NTE INEN-ISO 4833
Coliformes totales	UFC/mL	4	5	3	1	10	NTE INEN-ISO 4832
Mohos y levaduras	UFC/mL	1	5	3	1	10	NTE INEN-ISO 21527-2
<p>n es el número de muestras a analizar; m es el límite de aceptación; M es el límite superando el cual se rechaza; y c es el número máximo de muestras admisibles con resultados entre m y M</p> <p>Caso 1. Utilidad: contaminación general, reducción de la vida útil, deterioro incipiente. Incremento de la vida útil.</p> <p>Caso 4. Indicador: peligro bajo e indirecto. Peligro reducido.</p> <p>NOTA. En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados en la tabla, estos deben ser oficiales. En el caso de no ser un método oficial, este debe ser validado.</p>							

5. ROTULADO

5.1 Las bebidas energéticas deben cumplir con lo establecido en NTE INEN 1334-1, NTE INEN 1334-2 y NTE INEN 1334-3.

ANEXO A
(Informativo)

NIVELES MÁXIMOS DE TAURINA Y GLUCURONOLACTONA EN “BEBIDAS ENERGÉTICAS”

La Opinión Científica del *Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food* de la EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY de 2009 sobre el *Uso de taurina y D-glucurono-γ-lactona como ingredientes individuales de las llamadas “bebidas energéticas”*, ha determinado

que los niveles de 400 mg/l de taurina y 2400 mg/l de glucurono-γ-lactona, actualmente utilizados en bebidas energéticas, no son motivo de preocupación según se indica, ya que estos niveles producen una exposición del percentil del 95 % de los usuarios regulares de 1400 mg de taurina/día (23,3 mg/kg de masa/día para una persona de 60 kg) y de 840 mg de glucurono-γ-lactona/día (14 mg/kg masa/día para una persona de 60 kg). Información válida para la evaluación y control por parte de los entes gubernamentales de cada nación.

BIBLIOGRAFÍA

AUSTRALIA NEW ZEALAND FOOD AUTHORITY. Standard 2.6.4:2008, *Formulated Caffeinated Beverages*. Disponible en: <https://www.legislation.gov.au/Details/F2013C00107>. [consultado: 2016-10-03]

NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-218-SSA1-2011, *Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba*. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/cdi/nom/compil/NOM-218-SSA1-2011.pdf>. [consultado: 2016-10-03]

CX/NFSDU 01/11 PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS COMITÉ DEL CODEX SOBRE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS PARA REGÍMENES ESPECIALES. 23ª reunión. *Documento de debate sobre bebidas para deportistas y bebidas energéticas*. Berlín, Alemania, 26-30 de noviembre de 2001. Disponible: ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCNFSDU/ccnfsdu23/nf01_11s.pdf [consultado: 2016-11-01]

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). *Scientific opinion on the use of taurine and D-glucurono-γ-lactone as constituents of the so-called "energy" drinks*. EFSA Journal (2009) 935, 1-31. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/935> [consultado: 2016-10-03]

SHIGEO SUZUKI, SHOZO HAYASE, MIYAKO NAKANO, YASUO ODA, AND KAZUAK I KAKEHI. *Analysis of Glucuronolactone and Glucuronic Acid in Drug Formulations by High-Performance Liquid Chromatography*. Journal of Chromatographic Science, 357-360. Vol. 36, July 1998. Disponible en: <http://chromsci.oxfordjournals.org/content/36/7/357.full.pdf+html> [consultado: 2016-11-01]

YOSHIYUKI SAWABE, TAKAOMI TAGAMI, AND KATSUHIRO YAMASAKI. *Determination of Taurine in Energy Drinks by HPLC Using a Pre-column Derivative*. 54(6) 661-664. 2008. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhs/54/6/54_6_661/pdf. [consultado: 2016-11-01]

EUROPEAN PHARMACOPEIA 5.0. 2.2.29 *Liquid chromatography*. 2005, 43-44. Disponible en: http://library.njucm.edu.cn/yaodian/ep/EP5.0/02_methods_of_analysis/2.2._physical_and_physico_chemical_methods/2.2.29.%20Liquid%20chromatography.pdf, [consultado: 2016-11-01]

EUROPEAN PHARMACOPEIA 5.0. 2.2.46 *Chromatography separation techniques*. 2005, 69-73. Disponible en: http://library.njucm.edu.cn/yaodian/ep/EP5.0/02_methods_of_analysis/2.2._physical_and_physico_chemical_methods/2.2.46.%20Chromatographic%20separation%20techniques.pdf, [consultado: 2016-11-01]

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). *Microorganisms in Foods 8 Use of Data for Assessing Process Control and Product Acceptance*. SPRINGER, New York. 2011. 269-277.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). *Microorganisms in Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodities*. SPRINGER, New York 2005. 544-573

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). *Microorganismos de los alimentos. Métodos de muestreo para análisis microbiológicos: Principios y aplicaciones específicas*. Editorial ACRIBIA, Zaragoza. 1980. 21-65

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). *Ecología microbiana de los alimentos 2. Productos alimenticios*. Editorial ACRIBIA, Zaragoza. 1980. 653-677

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2411 Primera revisión	TÍTULO: BEBIDAS ENERGÉTICAS. REQUISITOS	Código ICS: 67.160.20
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación por Consejo Directivo 2008-03-28 Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Resolución No. 072-2008 de 2008-05-19 publicado en el Registro Oficial No. 460 de 2008-11-05 Fecha de iniciación del estudio: 2015-06-10	
Fechas de consulta pública: 2015-08-14 al 2015-10-12		
Comité Técnico de Normalización: Bebidas no alcohólicas		
Fecha de iniciación: 2016-10-07		Fecha de aprobación: 2017-07-07
Integrantes del Comité:		
NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:	
María Gloria Guzmán (Presidenta)	QUALA ECUADOR	
Hugo Navarrete	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR	
David Romero	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR	
María Fernanda Montaña	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR	
Giselle Flores	THE TESALIA SPRING COMPANY	
Mélida Vargas	CORPORACIÓN MV ASESORÍA ALIMENTARIA Y SERVICIOS	
Andrea Arboleda	MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD	
Cecilia Falconí	RED BULL GmbH	
Mario Ruiz F.	FALCONI PUIG ABOGADOS	
Ricardo Arguello	QUALA ECUADOR	
Wilma Gallegos	BW REGULATORIOS	
María Fernanda Mata	B&M CONSULTORES ASOCIADOS	
Margoth Casco (Secretaria Técnica)	SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN	
Otros trámites: Esta NTE INEN 2411:2017 (Primera revisión) reemplaza a la NTE INEN 2411:2008.		
La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma.		
Oficializada como: Voluntaria	Por Resolución No. 17469 de 2017-08-29	
Registro Oficial No. 125 de 2017-11-22		

Figura 34. NTE INEN 2411:2017, página 6