



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: Desarrollo de una bebida isotónica a base de chaguarmishque (*Agave americana* L.) y agua de coco (*Cocos nucifera* L.)

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Propuesta Tecnológica previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Melany Sofía Shugulí López

Tutora: Mg. Andrea Verónica Delgado Ramos

Ambato – Ecuador

Enero - 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

Mg. Andrea Verónica Delgado Ramos

CERTIFICA:

Que el presente Informe final ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo bajo la modalidad Trabajo de titulación, opción Proyecto de Investigación, ya que responde a todo lo estipulado en la normativa correspondiente a la titulación de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 12 de Diciembre de 2025



Mg. Andrea Verónica Delgado Ramos
0401305008
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Melany Sofía Shugulí López, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Melany Sofía Shugulí López
1755220108

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe final del trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando los derechos de autor.



Melany Sofia Shuguli López
1755220108

AUTOR

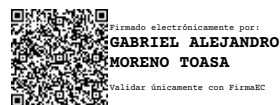
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Propuesta Tecnológica, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:



Presidente del Tribunal



Mg. Gabriel Alejandro Moreno Toasa

1500647910



Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobas

1802171353

Ambato, 19 de Diciembre de 2025

DEDICATORIA

El presente Trabajo de Titulación está dedicado principalmente a mis padres, Jaime y Fanny, mis pilares fundamentales y la base de todo mi crecimiento personal y académico. También dedico este logro a mi abuelita Floresmila y a mi abuelito José, quien, aunque ya no está con nosotros, sigue siendo una influencia esencial en mi vida y en la persona que soy hoy.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza y salud para poder culminar este trabajo. Su guía y sus bendiciones me acompañaron en cada etapa de este proceso.

Expreso mi gratitud a la ingeniera Andrea Delgado por su orientación, paciencia y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Su apoyo y sus conocimientos fueron fundamentales para avanzar y mejorar en cada aspecto de este trabajo.

Agradezco también a mi familia, profesores y a las personas que estuvieron a mi lado brindándome motivación, ánimo y apoyo en los momentos que más lo necesitaba.

Gracias a su apoyo incondicional, este logro ha sido posible.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.1.1 Agave	1
1.1.2 Chaguarmishque	2
1.1.3 Agua de coco	5
1.1.4 Bebidas Isotónicas	8
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivo General	11
1.2.2 Objetivo Específicos	11
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	12
2 Materiales	12
2.1 Materia Prima	12
2.2 Materiales, Equipos y Reactivos	12
2.3 Métodos	13

2.3.1.	Formulación de las bebidas isotónicas utilizando chaguarmishque y agua de coco como fuente de sales minerales	13
2.3.2	Formulación de los tres tratamientos	15
2.3.3	Realización del análisis sensorial de las bebidas elaboradas identificando la formulación con mayor aceptación	15
2.3.4	Análisis del contenido fisicoquímico y microbiológico de la bebida isotónica de mayor aceptación	16
2.3.5	Análisis Microbiológico	19
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN		21
3	Análisis y discusión de los resultados.	21
3.1	Formulación de las bebidas isotónicas utilizando chaguarmishque y agua de coco como fuente de sales minerales.	21
3.2	Realizar un análisis sensorial de las bebidas elaboradas identificando la formulación con mayor aceptación.	22
3.3	Análisis fisicoquímico y microbiológico de la bebida isotónica con mayor aceptación	25
3.3.1	Determinación de proteína.	27
3.3.2	Análisis de minerales.	28
3.3.3	Análisis Microbiológico	30
CAPÍTULO IV. -CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		32
4.1.	Conclusiones	32
4.2.	Recomendaciones	33
BIBLIOGRAFÍA		34
ANEXOS		41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional del Chaguarmishque.	4
Tabla 2. Características fisicoquímicas del aguamiel.	5
Tabla 3. Diferencia de las bebidas isotónicas comerciales con el agua de coco.	6
Tabla 4. Composición nutricional del agua de coco.	7
Tabla 5. Estándares del agua de coco.	8
Tabla 6. Materiales, equipos y reactivos empleados.	12
Tabla 7. Tratamientos con diferentes concentraciones de agua de coco y chaguarmishque.	15
Tabla 8. Escala hedónica.	16
Tabla 9. Determinación de minerales para bebidas hidratantes.	18
Tabla 10. Requisitos microbiológicos.	20
Tabla 11. Caracterización de la materia prima.	21
Tabla 12. Comparaciones entre tratamientos en atributos sensoriales mediante la prueba de Wilcoxon.	23
Tabla 13. Análisis fisicoquímicos de los tres tratamientos.	25
Tabla 14. Datos obtenidos de proteína del mejor tratamiento.	28
Tabla 15. Análisis de minerales del mejor tratamiento.	28
Tabla 16. Análisis microbiológico del mejor tratamiento.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Penco (<i>Agave americana</i> L.).....	2
Figura 2. Chaguarmishque o Aguamiel.....	3
Figura 3. Acidez de los tratamientos.	49
Figura 4. °Brix del mejor tratamiento	41
Figura 5. Análisis de pH.....	49
Figura 6. Realización de la densidad.....	41
Figura 7. Humedad de las bebidas.	49
Figura 8. Conductímetro.....	41
Figura 9. Determinación de Cloruros del T3.....	42
Figura 10. Medición de proteínas del T3.	42
Figura 11. Catación con catadores semi entrenados.....	42
Figura 12. Hoja de Cata.....	44
Figura 13. Análisis de calcio y magnesio.....	45
Figura 14. Análisis de sodio y potasio.	46
Figura 15. Análisis proteico y microbiológico.....	47

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se llevó a cabo con la finalidad de formular una bebida isotónica a base de ingredientes ancestrales como es el chaguarmishque (*Agave americana* L.) y agua de coco (*Cocos nucifera* L.), dando respuesta a la creciente demanda de productos saludables y sin aditivos sintéticos. La investigación aplicó un enfoque experimental y teórico donde se aprovecha el contenido nutricional del chaguarmishque (Factor A), juntamente con el agua de coco (Factor B), sustancia natural que proporciona electrolitos naturales en alto volumen. En el proceso de elaboración se crearon tres formulaciones distintas T1 (90 por ciento agua de coco con 10 por ciento chaguarmishque), T2 (80 por ciento agua de con 20 por ciento chaguarmishque) y T3 (70 por ciento agua de con 30 por ciento chaguarmishque), siguiendo procedimientos estandarizados por las normas nacionales e internacionales, garantizando la inocuidad del producto. A estos tratamientos, se les aplicó un análisis sensorial con 20 jueces semi entrenados utilizando una escala hedónica para determinar el tratamiento de mayor aceptación. Los resultados indicaron que la formulación T3, tiene la mejor aceptación en el olor, sabor y aceptabilidad. Además, los análisis fisicoquímicos reportaron que esta formulación logró valores de 8.4 grados Brix, 4.16 pH, y la presencia de minerales tales como, magnesio (7.93 mg por 100 g), calcio (16.16 mg por 100 g), cloruros (35.54 mg por 100 g), sodio (36.64 mg por 100 g) y potasio (174.36 mg por 100 g). La carga microbiana, se encuentra dentro de los límites permitidos por la legislación.

Palabras claves: Chaguarmishque, Bebidas isotónicas, Electrolitos, Minerales, Agua de Coco.

ABSTRACT

This study aimed to develop an isotonic drink based on traditional ingredients such as chaguarmishque (*Agave americana* L.) and coconut water (*Cocos nucifera* L.) to meet the growing demand for healthy products without synthetic additives. This study applied an experimental and theoretical approach that takes advantage of the nutritional content of chaguarmishque (Factor A) together with coconut water (Factor B), a natural substance that provides high volumes of natural electrolytes. During the production process, three different formulations were created: T1 (90 percent water with 10 percent chaguarmishque), T2 (80 percent water with 20 percent chaguarmishque), and T3 (70 percent water with 30 percent chaguarmishque), following standardized procedures in accordance with national and international standards, guaranteeing the safety of the product. The treatments were subjected to sensory analysis by 20 semitrained judges using a hedonic scale to determine the most acceptable treatment. The results indicated that formulation T3 had the best acceptance in terms of smell, taste, and overall acceptability. In addition, physicochemical analyses reported that this formulation achieved values of 8.4 degrees Brix, 4.16 pH, and the presence of minerals such as magnesium (7.93 mg per 100 g), calcium (16.16 mg per 100 g), chlorides (35.54 mg per 100 g), sodium (36.64 mg per 100 g), and potassium (174.36 mg per 100 g). The microbial load was within the limits permitted by law.

Keywords: Chaguarmishque, Isotonic beverages, Electrolytes, Minerals, Coconut water.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

En los últimos años, las bebidas isotónicas han ganado protagonismo en el ámbito deportivo, debido a su capacidad para reponer líquidos, electrolitos y energía durante la actividad física, siendo ampliamente utilizadas por los deportistas. Estas bebidas contienen minerales como sodio, potasio, calcio y magnesio, así como carbohidratos que favorecen la hidratación y el rendimiento **(Domínguez & Sánchez-Oliver, 2018)**. No obstante, muchas de las bebidas comerciales incluyen entre sus ingredientes saborizantes artificiales, lo que ha generado preocupación entre los consumidores, quienes prefieren alternativas más naturales y más saludables **(Córdova & Córdova, 2022)**.

Uno de los ingredientes naturales con potencial para este tipo de formulaciones es el chaguarmishque, una savia dulce proveniente del *Agave americana*, consumida tradicionalmente en comunidades andinas del Ecuador. Esta bebida artesanal contiene minerales como potasio y magnesio, además de su potencial prebiótico **(Quishpi, 2014)**. A pesar de ello, su uso en productos estandarizados es limitado y la investigación científica sobre su aplicación en bebidas isotónicas es escasa **(Robalino et al., 2024)**. La combinación con el agua de coco, representa una innovación en el desarrollo de bebidas isotónicas, ya que es un ingrediente natural y rico en electrolitos.

Frente a este contexto, el desarrollo de una bebida isotónica a base de chaguarmishque y agua de coco, se justifica no solo por su potencial nutricional, sino también por su contribución a saberes ancestrales, la valorización de especies nativas y la innovación en productos. Esta propuesta responde a la creciente demanda de productos naturales, alineados con un estilo de vida saludable y sostenible **(The Food Tech, 2022)**.

1.1.1 Agave

El *Agave americana* L., es una planta perteneciente a México, ya que aproximadamente presenta 200 especies de agaves de las cuales más del 70% se encuentran en México, siendo este considerado como el origen, pero en Ecuador es conocida como penco, cabuya maguey o chaguar y se encuentra en la Región Sierra **(Salguero, 2011)**. Esta especie ha

sido utilizada principalmente por su contenido de azúcares por lo que ha sido empleada en diversas culturas a lo largo del tiempo de forma ancestral.

Son plantas perennes y rizomatosas, que son reproducida por medio de hijuelos y posee raíces fibrosas y con una textura dura, un tallo corto y grueso y sus hojas grandes, con espinas pequeñas en los bordes. Además, se destaca por su capacidad de producir una alta cantidad de azúcares, que se encuentra localizada en el núcleo de la planta. Lo que lo hace ideal para la elaboración de bebidas alcohólicas y productos artesanales (**Changoluisa (2020)**).



Figura 1. Penco (*Agave americana* L.).

1.1.2 Chaguarmishque

El chaguarmishque, también conocido como aguamiel, es un líquido dulce y de sabor agradable que se obtiene del núcleo del penco (*Agave americana* L). Este líquido se extrae del penco hembra, el cual presenta la característica de desarrollar el qurote, que empieza a crecer en el centro de la planta. Según **Animal Gourmet (2017)**, la aparición del qurote es un indicador de maduración, donde se puede recolectar el **mishque**, que posteriormente se transforma en chaguarmishque.

Por otro lado, debe ser recolectado en la mañana y almacenado en recipientes adecuados para evitar su fermentación temprana. Además, la producción diaria varía entre 2 y 8 litros por planta, con un periodo productivo entre 3 a 8 meses, dependiendo del clima y las condiciones del cultivo (**Changoluisa, 2020**).

El chaguarmishque ha sido tradicionalmente utilizado por los pueblos indígenas del Ecuador como un endulzante natural y como un brebaje medicinal, debido a su valor

nutricional y su bajo contenido calórico. Aunque en la actualidad su producción es limitada (**Echeverría, 2019**).



Figura 2. Chaguarmishque o Aguamiel.

1.1.1.1. Usos tradicionales

El chaguarmishque ha sido empleado por las comunidades andinas como una bebida refrescante y como sustituto de edulcorantes procesados. En la provincia de Pichincha, por ejemplo, se utiliza en la elaboración de mermeladas, miel, guarango y dulces artesanales, especialmente en diversas parroquias del cantón Cayambe (**La Hora, 2016**).

El chaguarmishque puede consumirse de manera directa, ya sea fresco, hervido o ser sometido a un proceso de fermentación para obtener productos derivados, como el guarango, una miel resultante de la transformación del mishque mediante procesos fermentativos (**Patrimonio, 2016**).

Asimismo, investigaciones realizadas en la Universidad de Cuenca señalan que el mishque ha sido utilizado en la elaboración de panela, chicha, pulque y tequila de Ñamarin (**Ayora & Quito, 2013**). De igual manera, estudios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo indican que, a partir de la fermentación del mishque, es posible obtener levaduras que pueden emplearse con éxito en la elaboración de pan.

1.1.1.2. Beneficios

Diversas investigaciones señalan que el chaguarmishque posee propiedades nutricionales y medicinales. Uno de estos beneficios, según lo indica la investigación realizada por **Echeverría (2019)**, es su bajo índice glucémico, es decir que no provoca un incremento

de la glucosa en la sangre, a diferencia de los endulzantes artificiales presentes en muchos productos procesados. Por esta razón, se recomienda el consumo del sirope de chaguarmishque como una alternativa más saludable y con un mayor aporte nutricional.

Además, se le atribuyen beneficios relacionados con el fortalecimiento de los huesos y el alivio de molestias en las arterias, gracias a su contenido de calcio. También se menciona su utilidad para combatir la artritis, así como su efecto positivo en casos de gastritis y anemia, también al reforzamiento del sistema digestivo, tal como lo señala **La Hora (2016)**.

1.1.1.3.Composición Nutricional del Chaguarmishque

Según la Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos que señala en el estudio realizado por **Changoluisa (2020)**, que por 100 g de Chaguarmishque se obtiene los siguientes nutrientes.

Tabla 1. Composición nutricional del Chaguarmishque.

Nutrientes	Unidad	Valor por 100 g	Nutrientes	Unidad	Unidad por 100 g
Proximales			Minerales		
Agua	g	22.94	Calcio	mg	1
Energía	Kcal	310	Hierro	mg	0.09
Proteína	g	0.09	Magnesio	mg	1
Lípidos totales	g	0.45	Fósforo	mg	1
Hidratos de carbono	g	76.37	Potasio	mg	4
Fibra dietética	g	0.2	Sodio	mg	4
Azúcares Totales	g	68.03	Zinc	mg	0.01

Fuente: (Changoluisa, 2020).

1.1.1.4. Características fisicoquímicas

El aguamiel o también conocida como chaguarmishque, presenta una composición fisicoquímica que se detalla en la Tabla 3, elaborada conforme a la normativa mexicana NMX-V-022-1972, la cual clasifica este producto en dos tipos:

- Tipo I: corresponde al aguamiel que es extraído durante los primeros 15 días, considerado de mayor calidad debido a su sabor más dulce y menor acidez.
- Tipo II: es el aguamiel extraído dentro o después de los 15 días del raspado, y presenta características fisicoquímicas menores en comparación con el Tipo I.

Tabla 2. Características fisicoquímicas del aguamiel.

Característica	Aguamiel		
	Tipo I	Tipo II	
	Mínimo	Máximo	No menor
pH	6.6	7.5	4.5
Densidad (°Bé)	5	7	4.5
Índice de refracción (inmersión, 20 °C)	59	100	27
Sólidos totales (g/100mL)	13	17	7
Azúcares reductores totales en glucosa (g/100mL)	8	12	6
Azúcares reductores directos en glucosa (g/100mL)	2	3	3
Gomas en glucosa (g/100mL)	2	6	0.2
Proteínas (mg/100mL)	300	600	100
Cenizas (mg/100mL)	300	430	100
Acidez total como ácido láctico (mg/100mL)	0.9	1.03	4

Fuente: (NMX-V-022, 1972)

1.1.3 Agua de coco

El agua de coco es el líquido natural que se encuentra en el endospermo del coco (*Cocos nucifera* L.), rara vez es de color opaco o transparente, es reconocida por su capacidad de

rehidratación natural y minerales. Además, contiene electrolitos esenciales como potasio, sodio, calcio, magnesio y fósforo, así como azúcares simples y fibra lo que le convierte en una excelente alternativa para la hidratación y recuperación física (**Murillo, 2015**).

Además, según **Moreno (2015)**, el agua de coco presenta una característica única que es el sabor, además de presentar bajo contenido de calorías, ser bajo en azúcares y se libre de grasas. Por otro lado, **López (2021)**, destaca el alto contenido de potasio y la presencia de componentes antioxidantes en el agua de coco, favoreciendo la rápida absorción de líquidos y sales minerales.

1.1.3.1 Perfil mineral

El agua de coco (*Cocos nucifera* L.) se distingue por su gran cantidad de minerales presentes, siendo el potasio el más abundante, según los estudios realizados por **Coulibaly et al. (2023)** el potasio se encuentra en un rango de 237.41 – 361.020 mg/100 ml siendo el que más se encuentra a comparación de otros minerales como el magnesio y sodio, lo que la convierte en una bebida con propiedades hidratantes y una excelente opción de alternativa a comparación de los refrescos o bebidas azucaradas (**Bohorquez, 2022**). Estudios recientes señalan que la concentración de nutrientes, minerales y del líquido depende de la madurez del fruto, ya que cuando menos maduro sea más abundante es. Además, estudios señalan que la cantidad de potasio está relacionado con la madurez del coco, ya que va a ir aumentando según el coco madura (**Tetra Pak, 2016**).

De igual manera la FAO menciona que es una gran alternativa de una bebida isotónica natural esto es debido a los minerales que existe. A continuación, se detalla las diferencias que existe entre las bebidas isotónicas comerciales y el agua de coco de igual manera se enuncia en la investigación realizada por **Murillo (2015)**.

Tabla 3. Diferencia de las bebidas isotónicas comerciales con el agua de coco.

Bebida comercial y agua de coco		
Minerales	Bebida para deportistas (mg/100ml)	Agua de coco (mg/100ml)
Potasio	11.7	294

Sodio	41	25
Cloruro	39	118
Magnesio	6	5

Nota. Datos tomados de FAO (como se cita en Murillo, 2015).

1.1.3.2 Beneficios

El consumo de agua de coco ha sido vinculado con beneficios para la salud. Los estudios realizados de los departamentos de medicina han afirmado que el agua de coco es una bebida nutricional y esto es gracias a los aminoácidos, minerales, vitaminas y las fitohormonas, de igual manera se enuncia que al consumir el agua de coco ayuda a reducir los niveles de azúcares en la sangre y al colesterol relevantes (**Murillo, 2015**). Del mismo modo, se ha señalado que el agua de coco puede apoyar la regulación de la presión arterial gracias a su alto contenido de potasio y al efecto de otros electrolitos esenciales. En contextos de ejercicio físico o condiciones de deshidratación, el agua de coco contribuye al restablecimiento del balance hidroelectrolítico, tal y como se demuestra en el estudio realizado por **Shayanthavi et al. (2024)**, donde se puso a prueba la eficiencia del agua de coco con los deportistas. Además, por la cantidad de magnesio presente en el agua de coco ayuda a evitar los calambres por lo que se convierte en una gran alternativa frente a las bebidas isotónicas comerciales (**Acosta, Bastías, & Matamala, 2021**).

1.1.3.3 Composición Nutricional del Agua de Coco

El agua de coco se caracteriza por ser rico en minerales y con un bajo contenido en grasa. A continuación, se detalla el contenido nutricional del agua de coco.

Tabla 4. Composición nutricional del agua de coco.

Componentes	Contenido
Energía (Kcal)	20.00
Proteínas (g)	0.10
Carbohidratos (g)	5.50

Lípidos (g)	0.05
Sodio (mg)	25.00
Potasio (mg)	160.00
Cloro (mg)	20.00
Calcio (g)	5.00
Fosforo (mg)	0.40

Fuente: (Murillo, 2015).

1.1.3.4 Especificaciones estándares del agua de coco.

Según la **FAO (2007)**, se deben cumplir con varias especificaciones para ser aceptables, entre ellas son:

Tabla 5. Estándares del agua de coco.

Características físico-químicas	
pH	5 – 5,4
°Brix	5 – 6,5
Límites microbiológicos	
Bacterias aeróbicas / ml	< 5000
Coliformes / ml	< 5000
Coliformes fecales / ml	Ausencia

Fuente: (FAO, 2007).

1.1.4 Bebidas Isotónicas

Las bebidas isotónicas son soluciones formuladas para rehidratar el cuerpo y reponer los electrolitos, sales minerales y carbohidratos perdidos durante la actividad física. Se caracterizan por tener una concentración de solutos similar a la de los fluidos corporales, lo que facilita su rápida absorción a nivel intestinal.

Estas bebidas están recomendadas especialmente para personas que realizan ejercicios intensos o prolongados, ya que contribuyen a mantener el equilibrio hídrico y prevenir la fatiga provocada por la deshidratación. Su composición suele incluir agua, azúcares, electrolitos como sodio, potasio y cloruro, y en algunos casos, vitaminas y sabores naturales (**Hernández, 2025**).

El objetivo principal de las bebidas isotónicas es conservar la homeostasis hídrica y electrolítica durante el esfuerzo físico, favoreciendo la absorción de nutrientes de manera eficiente. Generalmente, contienen entre un 4% y 8% de hidratos de carbono, así como electrolitos esenciales que ayudan a sostener el rendimiento físico y evitar la pérdida excesiva de líquidos a través del sudor **(Stachenfeld, 2007)**.

1.1.4.1 Clasificación de las bebidas deportivas

Las bebidas isotónicas se caracterizan por ser soluciones formuladas para hidratar el cuerpo, reponiendo los electrolitos, sales minerales y carbohidratos que se pierden durante el desarrollo de una actividad física, debido a que contienen una alta concentración de solutos. similares a los de los fluidos corporales, lo que favorece a una rápida absorción del sistema digestivo.

Este tipo de bebidas se recomienda principalmente para las personas que efectúan ejercicios o actividad física intensa, debido a que contribuye a sostener un equilibrio hídrico, previniendo la aparición de factores como la fatiga excesiva y la deshidratación. Está compuesta por agua, azúcares, electrolitos como el sodio, el potasio, el cloruro y en algunos de los casos, vitaminas, saborizantes naturales **(Hernández, 2025)**.

El propósito central de este tipo de bebidas isotónicas es potencializar la homeostasis hídrica y electrolítica durante el desarrollo de actividades físicas, favoreciendo con ello a la absorción de los nutrientes de forma adecuada. Generalmente, esta bebida contiene un 4% aun 8% de carbohidratos, así como electrolitos fundamentales que permiten la sostener el rendimiento físico, evitando la pérdida excesiva de líquidos a través del sudor **(Stachenfeld, 2007)**.

1.1.4.2 Función en la actividad física

Durante la actividad física intensa o prolongada, el cuerpo pierde agua y electrolitos (principalmente sodio, potasio, magnesio) mediante el sudor; esta pérdida puede provocar deshidratación, fatiga y disminución del rendimiento. Las bebidas isotónicas cumplen la función de reponer los líquidos perdidos, restablecer los electrolitos, mantener la glucemia mediante el aporte de carbohidratos, y favorecer la recuperación post-ejercicio

(Role of Functional Beverages on Sport Performance and Recovery, 2018). En ese sentido, el consumo de estas bebidas puede retrasar la aparición de fatiga, mejorar la resistencia y contribuir a una recuperación más eficiente tras entrenamientos o competencias (**Ruiz & García, 2022**).

1.1.4.3 Composición básica de las bebidas isotónica

Formulación de la bebida isotónica se origina de una mezcla sencilla y cuidadosamente equilibrada, su base principal es el agua, la misma que incorpora electrolitos como sodio, potasio, magnesio y cloruro, en cantidades necesarias para reponer de forma adecuada los minerales que el cuerpo pierde a través de una actividad física intensa.

Aparte de esto, se suma los carbohidratos que generalmente tienen una concentración entre el 6% al 8%, proporcionando la energía necesaria sin que se cause daño digestivo, tal como lo señala el *Sports and Energy Drinks: Aspects to Consider* (2019), el cual busca crear un balance imitando las condiciones naturales del organismo para fortalecer la hidratación adecuada. Asimismo, **Ruiz y García (2022)** consideran que la bebida cumple con las funciones si su osmolalidad es similar la composición sanguínea de nuestro cuerpo, lo que se logra a través de la combinación adecuada de sales y carbohidratos que ayudan a una rápida absorción.

1.1.4.4 Consumo y mercado actual

En la actualidad, el mercado de bebidas deportivas señala un crecimiento sostenido a nivel mundial, impulsado en su gran mayoría por la conciencia ciudadana sobre la salud y el beneficio físico, así como también, por la preferencia por ingredientes más naturales. De acuerdo con Beverages (2021), la mayoría de los consumidores deportistas están optando por bebidas isotónicas, que les ayude a reducir el contenido de azúcares añadidos y que les proporcione componentes funcionales adicionales que aporten al mejoramiento físico.

Para el caso de América Latina, se puede observar un creciente interés de productos más saludables y elaborados en base a insumos locales. 100% naturales. No obstante, la investigación científica establece que aún existe vacíos relacionados con las bebidas isotónicas formuladas con ingredientes tradicionales de cada región, cómo es en este caso

el Chaguarmishque, factor que abre una oportunidad importante para desarrollar nuevas alternativas e innovadoras en el mercado.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Desarrollar una bebida isotónica natural a base de chaguarmishque (*Agave americana* L.) y agua de coco (*Cocos nucifera* L.).

1.2.2 Objetivo Específicos

- Formular las bebidas isotónicas utilizando chaguarmishque y agua de coco como fuente de sales minerales.
- Realizar un análisis sensorial de las bebidas elaboradas identificando la formulación con mayor aceptación.
- Analizar el contenido fisicoquímico y microbiológico de la bebida isotónica de mayor aceptación.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2 Materiales

2.1 Materia Prima

El chaguarmishque se recolectó en la provincia de Tungurahua cerca del Mercado Mayorista traído desde los Salasaca por personas provenientes de ese sector. Su conocimiento ancestral y las prácticas tradicionales que se basan en la obtención de la materia prima lo convierte en un elemento ideal para el desarrollo de la bebida (**Borja, 2023**).

Por otro lado, el agua de coco se adquirió en la zona de Huachi Chico, ubicada al sur de la ciudad de Ambato, de igual manera los demás insumos requeridos para la elaboración.

2.2 Materiales, Equipos y Reactivos

Tabla 6. Materiales, equipos y reactivos empleados.

Materiales	• Ollas • Cucharones • Cucharas • Vasos
Materiales de Laboratorio	• Vasos de precipitación • Buretas • Matraces • Soporte universal • Matraces aforados • Probetas • Pipetas
Reactivos	• Alcohol al 70% • Agua destilada • Hidróxido de sodio • Tiocianato de potasio

Equipos

- Nitrato de plata
 - Ácido nítrico
 - Sulfato férrico amoniacal
 - Balanza analítica METTLER MS 303 SE
 - Balanza infrarroja CITIZEN MB50
 - Termómetro
 - Cocina
 - Potenciómetro HANNA INSTRUMENTS HI2221
 - Brixómetro ATAGO refractómetro digital de mano PAL - α
-

2.3 Métodos

La presente investigación corresponde al tipo experimental, dentro de una propuesta tecnológica, ya que se centra en la formulación y evaluación de una bebida isotónica a base de chaguarmishque (*Agave americana* L.) y agua de coco (*Cocos nucifera* L.). el estudio mostro la elaboración de diferentes formulaciones y las características fisicoquímicas °Brix, pH, conductividad, minerales, densidad, humedad y análisis microbiológicos.

Posteriormente, se realizó un análisis sensorial para determinar la formulación con mayor aceptación. Seguido de un Esto permitió identificar el tratamiento más adecuado.

2.3.1. Formulación de las bebidas isotónicas utilizando chaguarmishque y agua de coco como fuente de sales minerales

2.3.1.1 Elaboración de la Bebida Isotónica

Para la elaboración de la bebida isotónica, se utilizó la metodología propuesta por **Lozano (2023)**, la cual permitió estructurar el procedimiento de formulación y procesamiento.

El proceso inició con la recepción de las materias primas, donde el chaguarmishque y el agua de coco se sometido a un pretratamiento de filtración y almacenamiento en refrigeración (5°C) garantizando su calidad e inocuidad, el chaguarmishque se sometió a una pasteurización lenta. A continuación, se mezcló y se homogenizó el chaguarmishque con el agua de coco mediante una agitación durante un tiempo estimado de 1 a 3 minutos, con el propósito de lograr una dispersión homogénea y evitar la sedimentación de los componentes. Posteriormente, se estandarizó el producto ajustando el pH <4,5, mediante la incorporación de ácido cítrico y sal, con el fin de asegurar características sensoriales agradables y una funcionalidad adecuada. Luego, se sometió a una pasteurización lenta a 65 °C durante 30 minutos, con agitación suave. Finalmente, se llevó a cabo el enfriamiento de la bebida, y posteriormente son envasadas en botellas plásticas de 500 ml previamente esterilizadas, para luego ser almacenadas a temperatura de refrigeración hasta su posterior análisis sensorial.

2.3.1.2 Diagrama de procesos para la elaboración de la bebida isotónica.

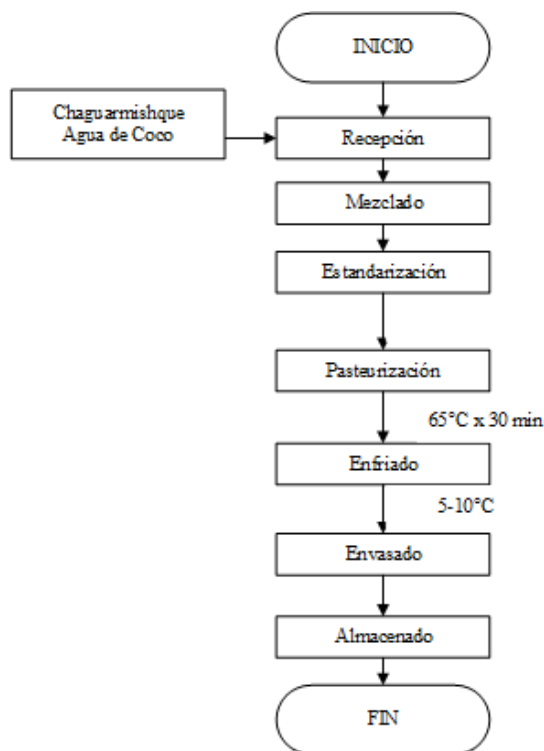


Gráfico 1. Diagrama de flujo de la bebida isotónica.

2.3.2 Formulación de los tres tratamientos

A continuación, se detalla el porcentaje utilizado para la elaboración de las bebidas isotónicas y las variaciones correspondientes en la materia prima principal.

Tabla 7. Tratamientos con diferentes concentraciones de agua de coco y chaguarmishque.

Tratamiento	Factor A	Factor B
	Agua de coco (%)	Chaguarmishque (%)
T1	90	10
T2	80	20
T3	70	30

2.3.3 Realización del análisis sensorial de las bebidas elaboradas identificando la formulación con mayor aceptación

Una vez desarrollados los tratamientos, se llevó a cabo un análisis sensorial de tipo afectivo para identificar el tratamiento con mayor aceptación por parte de los catadores. La evaluación se realizó mediante una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 correspondía a “me disgusta mucho”, 2 “me disgusta”, 3 “ni me gusta ni me disgusta”, 4 “me gusta” y 5 “me gusta mucho”, lo que permitió medir el grado de aceptabilidad de los panelistas respecto a diversos atributos del producto (Barrero, 2022).

El análisis sensorial se efectuó con la participación de 20 jueces semi entrenados, quienes ayudaron a evaluar cada muestra por duplicado, a fin de asegurar mayor precisión en los resultados. Los participantes fueron seleccionados de forma aleatoria entre estudiantes de la Facultad de Ciencias de Ingeniería en alimentos y biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato, garantizando con ello un criterio técnico en la evaluación.

De igual forma, a cada evaluador o catador se le proporcionó tres formulaciones diferentes, cuidando que la degustación se desarrolle bajo condiciones controladas de iluminación y temperatura. Aparte de esto, se exigió que cada catador enjuague su boca

con agua después de cada prueba realizada, de tal manera que se evite que los sabores residuales influyan en la percepción de cada una de las muestras.

Los atributos evaluados fueron: color, olor, sabor y aceptabilidad. Una vez recopilados los datos, se aplicó un análisis estadístico no paramétrico para comparar las múltiples muestras. Este análisis permitió determinar diferencias significativas ($p < 0.05$) (Núñez, 2018).

Tabla 8. Escala hedónica.

Categoría	Puntaje
Me disgusta mucho	1
Me disgusta	2
No me gusta ni me disgusta	3
Me gusta	4
Me gusta mucho	5

2.3.4 Análisis del contenido fisicoquímico y microbiológico de la bebida isotónica de mayor aceptación

En cada tratamiento, se realizaron los siguientes análisis:

2.3.4.1 pH y Acidez

Para la determinación del pH se utilizó un potenciómetro, siguiendo lo indicado en la norma NTE INEN 389, la cual establecía el procedimiento de uso del instrumento.

Por otro lado, la acidez se determinó mediante titulación con NaOH 0.1 N, conforme a la norma NTE INEN 381. Se empleó una bureta y se utilizó fenolftaleína como indicador.

$$\% \text{ ácido} = \frac{\text{Volumen gastado NaOH} \cdot N \cdot E}{P} * 100 \quad [\text{Ecuación 1}]$$

2.3.4.2 Determinación de los °Brix

Los grados Brix se evaluaron mediante un refractómetro, aplicando gotas de la muestra sobre el lente del equipo. Este método permitió estimar el contenido de azúcares presentes en la bebida y también funcionó como indicador del nivel de maduración.

El índice de refracción se relacionó con la cantidad de sólidos solubles, expresados como concentración de sacarosa, según lo establecido en la norma NTE INEN 1083.

2.3.4.3 Humedad

La determinación de humedad se llevó a cabo mediante una termobalanza infrarroja. Se pesaron 3 g de la muestra sobre la platina previamente tarada. La termobalanza se programó para calentar la muestra hasta alcanzar peso constante o hasta que el equipo indicó el fin del proceso. El porcentaje de humedad fue calculado automáticamente en base a la pérdida de masa (**Morejón, 2019**).

2.3.4.4 Conductividad

Se utilizó un conductímetro previamente calibrado. Se tomó una alícuota de 20 ml de la bebida isotónica. El electrodo se enjuagó con agua destilada y se secó cuidadosamente antes de cada medición. Luego, se sumergió en la muestra hasta obtener una lectura estable, lo que permitió medir la conductividad eléctrica (**Ito, Rosales & Velazco, 2022**).

2.3.4.5 Densidad

Para determinar la densidad de la bebida isotónica, se midió el volumen utilizando una probeta graduada y la masa se obtuvo con una balanza analítica. Con estos datos, se calculó la densidad mediante la relación entre masa y volumen, basándose únicamente en la medición directa con la probeta y las masas registradas

$$\rho = \frac{\text{masa } (m)}{\text{volumen } (v)}$$

[Ecuación 2]

2.3.4.6 Determinación de Minerales: Sodio, Potasio, Calcio y Magnesio

La determinación de los minerales presentes en las bebidas se realizó conforme a los lineamientos de la norma NTC 3837, la cual establecía los requisitos para bebidas hidratantes. En esta etapa se evaluó la presencia de los siguientes iones: sodio, potasio, calcio, magnesio y cloruros (NTC, 2009).

Se empleó la espectrofotometría de absorción atómica, equipada con sus respectivas lámparas de cátodo hueco. Las muestras de la bebida fueron previamente filtradas y sometidas a digestión para eliminar la materia orgánica. En este procedimiento, la muestra en solución fue nebulizada mediante un flujo de gas oxidante, formándose átomos gaseosos libres que fueron excitados por un haz de radiación electromagnética (Lozano, 2023). Estos átomos absorbieron energía en longitudes de onda características, y dicha absorción fue proporcional a la concentración del elemento presente, lo que permitió su cuantificación (Villavicencio, 2023).

Tabla 9. Determinación de minerales para bebidas hidratantes.

Parámetros de análisis	Límite mínimo	Límite máximo
Sodio (Na,mEq/L)	10	20
Potasio (K,mEq/L)	2.5	5
Calcio (Ca,mEq/L)	-	3
Magnesio (Mg,mEq/L)	-	1.2
Cloruro (Cl,mEq/L)	10	12

Fuente: (NTC, 2009).

2.3.4.7 Determinación de Cloruros

Se aplicó el método Volhard del químico Jacob Volhard para la determinación de cloruros, basado en una titulación indirecta. En 10 ml de la muestra se le añadió un exceso de solución de nitrato de plata 0.1 N, permitiendo que los cloruros precipitaran como cloruro de plata, posteriormente se acidifica el medio con ácido nítrico, de tal manera que se garantice la estabilidad del precipitado formado.

El nitrato de plata, que no presentó reacción, se cuantificó a través de una retro titulación con Tiocianato de potasio 0.1 N, empleando sulfato férrico amoniacal como indicador principal. El punto final de la titulación se reconoció a través de la aparición de un tono rojizo pardo, característico del complejo formado entre el Ion Férrico y el Tiocianato, partiendo del volumen consumido en esta retro titulación, se estableció la concentración de cloruros, aplicando el factor de conversión correspondiente. Tal como se describe. En la investigación **Seva (2011)**.

2.3.4.8 Proteína

Para la determinación de proteínas se utilizó el método AOAC 2001.11, basado en el método Kjeldahl, que establecía tres etapas fundamentales: digestión, destilación y cuantificación del amoníaco mediante titulación.

Este método comprendía dos pasos principales: la descomposición de la materia orgánica con ácido sulfúrico y la medición del amoníaco generado.

El proceso implicó digerir 3 g de la muestra con 10 ml de ácido sulfúrico para convertir el nitrógeno en amonio, destilarlo para liberar el amoníaco y finalmente titularlo. Este método fue ampliamente utilizado no solo en alimentos, sino también en áreas como fertilizantes y aguas residuales (**Salazar, 2016**).

2.3.5 Análisis Microbiológico

Para el análisis microbiológico de la bebida isotónica, se emplearon métodos estandarizados que integraban protocolos internacionales y normativas nacionales vigentes. Se tomó como referencia la norma NTE INEN 2411, siguiendo los límites establecidos en la Tabla 5, la cual indicaba los parámetros microbiológicos permitidos en productos alimenticios.

Para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos, se aplicó el método establecido en la NTE INEN 1529-5, que especificaba el procedimiento para la cuantificación de este tipo de microorganismos en alimentos.

En el caso del recuento de mohos y levaduras, se utilizó la NTE INEN 1529-1, complementada con la NTE INEN 1529-10, que detallaba el método para la determinación de hongos filamentosos y levaduras en productos alimenticios.

Finalmente, la detección de coliformes totales se realizó mediante la diferenciación de colonias por coloración, en concordancia con lo establecido en la NTE INEN 1529-7.

Tabla 10. Requisitos microbiológicos.

Parámetros de análisis	n	c	m	M
Aerobios totales UFC/ml	5	3	10	100
Recuento de Coliformes totales UFC/ml	5	3	1	10
Recuento de Mohos y levaduras en UFC/ml	5	3	1	10

Fuente: (INEN. 2017).

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se exponen y se analizan los resultados obtenidos durante el desarrollo experimental de la bebida isotónica.

3 Análisis y discusión de los resultados.

3.1 Formulación de las bebidas isotónicas utilizando chaguarmishque y agua de coco como fuente de sales minerales.

Antes de realizar las formulaciones planteadas en esta investigación se caracterizó la materia prima, los datos obtenidos se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11. Caracterización de la materia prima.

Parámetros	Agua de coco	Chaguarmishque
pH	5.1	4.85
°Brix	6.1	13.01
Acidez	0.20 ± 0.002 % ácido málico	0.25 ± 0.001 % ácido láctico
Humedad	91.53 ± 0.17 %	89.65 ± 0.29 %

La caracterización de la materia prima del agua de coco y del chaguarmishque permitió comprender de mejor manera el comportamiento en las formulaciones de las bebidas isotónicas. El pH del agua de coco fue de 5.1, lo que se encuentra dentro de los parámetros permitidos tanto de la FAO, como de la normativa INEN 2337, donde se afirma que el pH del agua de coco debe estar en un rango de 5- 5.4, de igual manera la investigación de **Shayanthavi et al. (2024)**, presentó un pH de 4,68 y 5,27, dando a comprender que el pH es ligeramente ácido, por lo cual va a favorecer a la estabilidad de los sabores y de igual manera del contenido de minerales. Por otro lado, el chaguarmishque presentó un pH de 4.85, ubicándose dentro del rango establecido por la normativa mexicana referente al aguamiel. Según NMX-V-022-1972, el aguamiel empleado es del Tipo II, es decir que fue extraída después del raspado, por lo cual los azúcares van a hacer menor a

comparación del Tipo I. El aguamiel Tipo II, debe presentar un $\text{pH} > 4.5$, que suele variar entre 4.2 y 5.0.

Además, el agua de coco presentó °Brix de 6.1, valor cercano al reportado por investigación fisicoquímica de **Shayanthavi et al. (2024)**, quienes mencionan que el agua de coco esta entre 4.5 – 6.5 °Brix. En cambio, el chaguarmishque registró 13.01 °Brix, lo cual evidencia un contenido considerablemente de azúcares naturales, tal y como lo reporta **Noriega-Juárez et al. (2025)**, en su investigación de la composición de aguamiel detalla que se debe presentar de 9.8 – 16 °Brix. De igual manera se afirma que el ácido láctico va a hacer menor entre 0.006 – 0.31% ácido láctico, lo cual concuerda con el dato obtenido en el análisis el cual presento 0.25 ± 0.001 En cuanto a la acidez, el agua de coco presentó 0.20 ± 0.002 % expresada como ácido málico, por lo cual el chaguarmishque poseen mayor acidez que el agua de coco.

Finalmente, el contenido de humedad fue elevado en el agua de coco con 91.53 ± 0.17 , seguido por el chaguarmishque 89.65 ± 0.29 %. el dato reportado del chaguarmishque concuerda está cerca del valor reportado por **Castañeda-Ovando et al. (2023)**, donde afirma que el aguamiel presentó una concentración de 88.5%, esto es debido al contenido de azúcares y fructooligosacáridos. En cuanto al agua de coco, estudios demuestran que la humedad se encuentra entre valores de 94.96%, tal y como se detalla en la investigación realizada por **Coulibaly et al. (2023)**.

Posterior al análisis físico químico de la materia prima se realizaron las diferentes formulaciones descritas en la Tabla 7, para luego proceder a su evaluación sensorial.

3.2 Realizar un análisis sensorial de las bebidas elaboradas identificando la formulación con mayor aceptación.

La evaluación sensorial de la bebida isotónica elaborada a base de chaguarmishque y agua de coco, se realizó mediante una prueba no paramétrica de Wilcoxon donde se evidenció diferencias entre los tratamientos T1, T2 y T3

Tabla 12. Comparaciones entre tratamientos en atributos sensoriales mediante la prueba de Wilcoxon.

PARÁMETROS	T1	T2	T3
OLOR	3.15 ± 0.42 ^a	3.35 ± 0.57 ^b	3.65 ± 0.90 ^c
COLOR	3.68 ± 0.61 ^{ab}	3.58 ± 0.71 ^a	3.78 ± 0.86 ^b
SABOR	2.88 ± 0.72 ^a	3.55 ± 0.71 ^b	3.93 ± 0.94 ^c
ACEPTABILIDAD	3.05 ± 0.67 ^a	3.55 ± 0.63 ^b	4 ± 0.84 ^c

Nota: Las abreviaturas T1, T2 y T3, hacen referencia a los tratamientos. Las letras superíndices (a, b, c) indican diferencias significativas entre tratamientos.

Según los datos de la Tabla 12, la evaluación sensorial permitió comparar de manera clara cómo fue percibida cada formulación y se evidencio diferencias significativas en los atributos sensoriales. Al revisar los promedios y desviaciones estándar de la Tabla 12, se observa que los atributos mejor valorados fueron los del tratamiento T3, ya que presentó puntajes más altos en olor (3.65 ± 0.89), sabor (3.93 ± 0.94) y aceptabilidad (4.00 ± 0.84). En contraste, T1 obtuvo los valores más bajos, mientras T2 se ubicó en un punto intermedio.

Estos resultados revelan que al incrementar el porcentaje de chaguarmishque en la formulación, va mejorando la percepción sensorial de la bebida, especialmente en el sabor, donde se observó la diferencia más marcada, esto se debe especialmente porque las bebidas isotónicas deben estar en equilibrio tanto de dulzor como de acidez. Además, coincide con estudios previos, como los de **López (2020)** y **Mendoza (2020)**, que señalan que las bebidas con mayores niveles de azúcares naturales suelen ser más agradables y equilibradas para el consumidor. Por ende, la aceptabilidad entre los consumidores mejora significativamente, lo cual se evidencio en el puntaje obtenido de 4.0. esto coincide con el hecho de que el sabor es un factor decisivo en la elección de los alimentos, ya que influye en la preferencia y aceptabilidad (**Hossain et al., 2025**).

Investigaciones similares en las que se ha empleado el chaguarmishque en formulaciones de bebidas o productos, demostraron resultados favorables en los análisis sensoriales.

Allauca (2013) reportó que, en sus formulaciones, los puntajes del atributo del sabor fueron altos, lo cual se atribuye a que el aguamiel o también conocido como chaguarmishque, influye directamente en el sabor debido a su contenido de azúcares naturales. Lo que contribuye a un perfil sensorial más dulce que mejora la percepción del producto.

Las desviaciones estándar muestran que T3 tuvo una mayor variabilidad en las respuestas, lo que indica que, aunque gustó más en general, algunos catadores lo percibieron aún mejor que otros. Pese a estas diferencias individuales, la prueba de Wilcoxon confirmó que las variaciones entre T1, T2 y T3 fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en olor, sabor y aceptabilidad, lo que demuestra que los catadores distinguieron claramente las formulaciones.

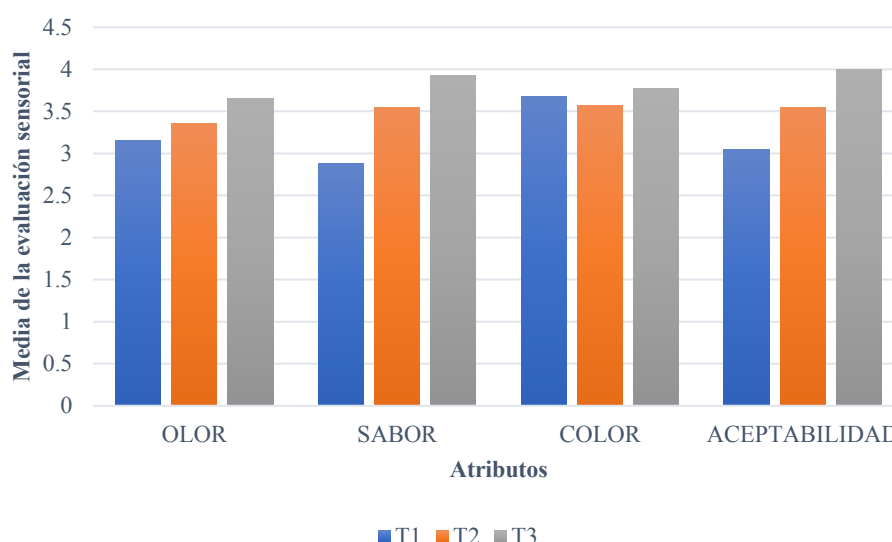


Gráfico 2. Evaluación sensorial de los tratamientos de las bebidas isotónicas.

En el Gráfico 3, se muestra más detalladamente la evaluación sensorial de los tratamientos T1, T2 y T3, donde los valores de las medias muestran diferencias en cada uno de los atributos, manteniéndose en un rango de 2.8 y 4.0. Para el atributo olor, T1 presenta la calificación menor, seguido de T2 y el T3 es la que mejor puntuación presenta, por lo que los porcentajes generó un aroma más agradable para el panel de los catadores.

En el caso del sabor, presenta una tendencia similar al parámetro del olor, con la diferencia que el T2 evidencia una mejora en los valores y T3 se posiciona como el mejor tratamiento con 4.0 de media.

Por otro lado, el atributo del color en los tratamientos mantiene valores cercanos, T3 presenta la calificación más alta con 3.78, seguido del T1 con 3.68 y con el valor más bajo el tratamiento T2 con 3.58. Reflejando que todos los tratamientos fueron visualmente aceptables dado por sus valores similares, pero el panel percibió un color más atractivo en T3, esto se debe por presentar mayor porcentaje de chaguarmishque en su formulación, por lo que ayudo a mejorar el color.

Finalmente, en la aceptabilidad general, se repite la misma tendencia, siendo T3 el que ocupa el primer lugar con sus valores más altos con 4. Esto demuestra que el tratamiento no solo destacó en atributos específicos como sabor y olor, sino que además logró una mejor aceptación del producto.

3.3 Análisis fisicoquímico y microbiológico de la bebida isotónica con mayor aceptación

Tabla 13. Análisis fisicoquímicos de los tres tratamientos.

Parámetros	Unidades	Tratamientos		
		T1	T2	T3
Humedad	%	90.96 ± 0.26 ^a	91.28 ± 0.27 ^{ab}	91.70 ± 0.23 ^b
°Brix	-	7.2	7,8	8,4
pH	-	4,06 ± 0.0057 ^a	4,10 ± 0.0057 ^b	4,16 ± 0.0057 ^c
acidez	%ácido cítrico	0.324 ± 0.004 ^b	0.316 ± 0.004 ^b	0.305 ± 0.004 ^a
Densidad	g/ml	0.96	0.97	0,98
Conductividad	μS/cm	74005.33 ± 3,05 ^a	7247,33 ± 6,80 ^b	7205 ± 2,0 ^c

Nota: Las letras superíndices (a, b, c) indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p < 0.05$).

Al analizar los parámetros fisicoquímicos de la Tabla 13, se observa un comportamiento progresivo entre los tres tratamientos, además presenta diferencias significativas, por lo

cual influye directamente en las propiedades finales de la bebida. En primer lugar, la humedad aumentó ligeramente desde T1 ($90.96 \pm 0.26\%$) hasta T3 ($91.70 \pm 0.23\%$). Aunque la diferencia es pequeña, esta tendencia indica que una mayor proporción de chaguarmishque aporta más agua retenida en la mezcla, lo cual concuerda con lo reportado por **Viteri (2025)** elaboradas con extractos naturales.

En cuanto a los valores de °Brix presentaron el mismo comportamiento ascendente de los tres tratamientos anteriores T1 (7.2), T2 (7.8) y T3 (8.4), este aumento muestra que a mayor cantidad de Chaguarmishque mayor es la concentración de sólidos saludables. Especialmente azúcares naturales, además, esto ayuda a comprender que el tratamiento T3, donde se obtuvo la mejor valoración sensorial, gracias al dulzor natural que fue más perceptible y equilibrado.

Por otra parte, el pH, evidenció un incremento progresivo de 4.06 en el T1 y 4.16 en el T3. Aunque esta diferencia parece ser mínima, presentó una relación estadísticamente significativa, mostrando que la bebida se vuelve ligeramente menos ácida a medida que se incrementa la porción de Chaguarmishque, este comportamiento se debe a la composición del extracto.

Los valores obtenidos son consistentes con lo reportados por otros autores. **Bohorquez (2022)**, al desarrollar una bebida isotónica a base de agua de coco y suero de leche, donde se registró valores de pH entre 4.27 a 4.6 en sus diferentes tratamientos, rangos cercanos a los analizados en el presente estudio. De manera similar, **Meza (2011)**, elaboró una bebida isotónica carbonatada empleando extracto de penco de cabuya y obtuvo valores entre 5 y 6. Esto evidencia que los datos obtenidos en esta investigación se encuentran dentro del rango esperado para bebidas isotónicas formuladas con materias primas de origen vegetal.

De manera complementaria, la acidez titular le disminuyó proporcionalmente de (0.324 % en T1 a 0.305 % en T3). Esta disminución es el equilibrio entre la acidez y el dulzor conforme se va aumentando la proporción de chaguarmishque. Según **Changoluisa (2020)**, la acidez puede verse influenciada por factores de la temperatura de almacenamiento, lo cual también respalda la variabilidad observada en bebidas vegetal.

Los resultados obtenidos de acidez concuerdan con estudios previos. **Meza (2011)**, reportó valores de 0.003 – 0.5% acidez en una bebida isotónica carbonatada a base del extracto del penco, por lo tanto, se puede decir que concuerdan con los análisis

conseguidos. Asimismo, **Veintimilla (2010)**, al emplear chaguarmishque en el desarrollo de una bebida isotónica, obtuvo valores de acidez entre 0.4 – 05%acidez, lo que evidencia que los valores obtenidos de la investigación se mantienen dentro de los intervalos reportados.

Tanto el pH como la acidez final se mantuvieron dentro de los rangos recomendados. Aunque, si bien no existe una normativa específica que establezca un valor de pH obligatorio para bebidas isotónicas, se tomó como referencia el rango para bebidas no carbonatadas **INEN 2304**, donde se recomienda un pH es de 4.5, factor que favorece a la estabilidad microbiológica.

Por su parte, la densidad presentó valores cercanos entre sí (0.96–0.98 g/mL), indicando con ello que los cambios de la formulación no generan cambios importantes en este parámetro. Estos datos están dentro de los intervalos comparables a los reportados por **Changoluisa (2020)**, quien presento una densidad de 1.0266 g/ml en una bebida elaborada a base de aguamiel. No obstante, con la conductividad sí se presentó diferencias relevantes en el tratamiento T1. El cual registró un valor alto, seguido por el tratamiento T2, finalmente el tratamiento T3. Esta disminución gradual muestra que conforme se disminuye el porcentaje de agua de coco, se reduce levemente la cantidad de iones libres, principalmente aquellos que aportan el agua de coco.

En síntesis, los resultados muestran un comportamiento fisicoquímico coherente entre los tratamientos, afirmando que el tratamiento T3 es uno de los que más se destaca por su aceptación sensorial. Así como también porque ofrece una composición equilibrada y acorde con las características esperadas en la bebida isotónica de origen natural.

3.3.1 Determinación de proteína

La Tabla 14 muestra el contenido de proteína correspondiente al tratamiento T3, identificado previamente como la formulación con mejor desempeño sensorial. El valor obtenido fue de 0.265%, lo cual indica una concentración baja de proteína, coherente con la naturaleza de las bebidas isotónicas, ya que su función principal es la reposición de electrolitos y líquidos más que el aporte proteico.

Estos resultados son consistentes con lo reportado por **Veintimilla (2010)**, quien obtuvo un valor de 0.34%, en su análisis de proteína para una bebida isotónica elaborada a base de aguamiel. Aunque dicho valor es ligeramente superior, esta variación puede explicarse

por factores, como el tiempo de recolección del raspado, durante los 15 días de extracción, el aguamiel suele presentar mayor concentración de nutrientes, lo que incrementa su contenido proteico, como lo menciona en la normativa mexicana.

Tabla 14. Datos obtenidos de proteína del mejor tratamiento.

Tratamiento	Proteína (%)
T3	0.265

Nota: Los resultados fueron obtenidos del Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL).

Además, el valor obtenido se encuentra dentro del rango esperado para formulaciones a base de agua, saborizantes y sales minerales, lo que evidencia que los ingredientes utilizados no aportaron proteínas de manera significativa

3.3.2 Análisis de minerales

Tabla 15. Análisis de minerales del mejor tratamiento.

Minerales	mg/100 g
Cloruros	35.54
Sodio	36.64
Potasio	174.36
Magnesio	7.93
Calcio	16.16

Nota: El análisis de minerales fue realizado en un laboratorio acreditado, empleando métodos validados y con un margen de error analítico del 5%.

El análisis mineral del tratamiento seleccionado mostró un perfil especial, lógicamente favorable para la bebida isotónica, tal como se puede observar en la tabla 14, el potasio fue el mineral más predominante con una composición de (174.36 mg/100 g), seguidos muy de cerca por el sodio, calcio y magnesio, esta composición es bastante lógica, considerando que los ingredientes utilizados fueron el agua de coco destacada porque

contiene alta composición en electrolitos. Mientras que el Chaguarmishque proporciona, minerales adicionales que fortalecen la composición de la bebida.

Asimismo, la alta presencia de potasio es importante, ya que se considera que es el mineral que el cuerpo pierde en mayor proporción durante el desarrollo de una actividad física. Ante esto, **Silva (2024)**, señala que las bebidas naturales con niveles altos en potasio proporcionan una rápida reposición electrolítica y contribuyen de manera eficiente a la recuperación de los líquidos perdidos durante la actividad física.

De la misma forma, **Cárdenas, (2018)** evidencia que el agua de coco posee un perfil mineral, capaz de igualar e incluso o superar a las varias bebidas isotónicas comerciales. En relación con el aporte de electrolitos fundamentales para la recuperación física del cuerpo.

Por otro lado, la combinación del sodio (36.64 mg/100 g) y cloruros (35.54 mg/100 g), mantiene un equilibrio hidroelectrolítico, factor fundamental para evitar la deshidratación y los calambres musculares, a pesar de que el calcio y el magnesio parecen en cantidades menores, estos también cumplen funciones importantes en la contracción muscular y en la transmisión nerviosa.

Sin embargo, dentro de la normativa **NTC 3837 (2009)**, los minerales que se encuentran fuera de los límites establecidos es el potasio, calcio y magnesio. En el caso del potasio, la normativa establece se debe encontrar en un rango de 9.78 – 19.55 mg/100g, pero los valores obtenidos son de 174.36 mg/100 g. Según **Coulibaly et al. (2023)**, estos datos elevados se deben a la composición fisicoquímica que presenta el agua de coco, donde el potasio es el mineral predominante. En su estudio reporta un rango de 237.41 – 361.020 mg/100, por ende, los resultados obtenidos van a sobrepasar a los parámetros de la normativa. Otros estudios también afirman contenidos entre 203.7–249.0 mg/100g para potasio y 3.6 – 27.35 mg/100g para calcio, argumentando que el potasio es mineral que se encuentra con niveles elevados (**Shi et al., 2025**).

En cuanto al calcio, la normativa NTC establece un límite de 6.01 mg/100g, mientras que el análisis arrojado fue de 16.16 g/100g. aunque se encuentra fuera del rango estipulado por la normativa, se encuentra dentro de los rangos repostados por la literatura, donde se reporta valores cercanos a 24 mg/100g.

Por último, el magnesio en normativa indica un máximo de 1.46 mg/100g, pero se en la investigación se obtuvo 7.93 mg/100g. Según **Yong, Ng y Tan (2009)**, señalan que el contenido de minerales va a ir aumentando con la madurez del coco, reportando valores de 6.4 – 25 mg/100g, para cocos de 5 a 7 meses, lo que explica que esta dentro del rango de comportamiento.

3.3.3 Análisis Microbiológico

Tabla 16. Análisis microbiológico del mejor tratamiento.

Tratamiento	Aerobios mesófilos (UFC/10 ml)	Mohos (UFC/10 ml)	Levaduras (UFC/10 ml)	Coliformes totales (UFC/10 ml)
T3	10	10	<10	<10

Nota: Los resultados fueron obtenidos del Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL).

El análisis microbiológico mostrado en la Tabla 15 evidencia que el tratamiento seleccionado presentó valores muy bajos en todos los microorganismos evaluados: 10 UFC/10 mL para aerobios mesófilos y mohos, y menos de 10 UFC/10 mL para levaduras y coliformes. Estos resultados son semejantes a los límites que establece la norma NTE INEN 2411, donde se confirma que la bebida es microbiológicamente segura para el consumo humano.

Los valores obtenidos revelan que el proceso de elaboración fue el adecuado, específicamente, en la fase de pasteurización lenta, por lo que presento buenas prácticas higiénicas aplicadas durante el envasado fueron óptimas.

Investigaciones recientes como las establecidas por **Pallango & Salazar (2024)** determinan que, en bebidas elaboradas a partir de sabias o néctares naturales, el control de la temperatura y el pH moderadamente ácido son elementos fundamentales para asegurar la inocuidad del producto, los datos revelados en esta formulación coinciden ampliamente con dichos hallazgos, reforzando con ello la confiabilidad del proceso y la estabilidad microbiológica de la bebida natural final, ya que en sus análisis microbiológicos, se obtuvo entre sus parámetros de recuento de aerobios totales, coliformes totales, levaduras y moho < 10 UFC/ml.

Estos hallazgos demuestran que la bebida isotónica no solo ofrece un buen desempeño sensorial y un perfil mineral equilibrado, sino que también mantiene estabilidad microbiológica. Esto refuerza la viabilidad de la propuesta tecnológica y confirma que el chaguarmishque puede incorporarse de manera segura en el desarrollo de bebidas isotónicas naturales en Ecuador.

CAPÍTULO IV. -CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La presente propuesta tecnológica permitió demostrar que es posible desarrollar una bebida isotónica natural a partir de chaguarmishque y agua de coco, obteniendo un producto sensorialmente aceptado, estable y con un perfil mineral adecuado para favorecer la hidratación. Los resultados sensoriales evidenciaron que la formulación T3, con mayor proporción de chaguarmishque, alcanzó los puntajes más altos en sabor, olor y aceptabilidad, lo cual refleja que los consumidores valoran el dulzor natural y las notas propias de este insumo ancestral.
- Por su parte, los análisis fisicoquímicos permitieron confirmar que el incremento del chaguarmishque mejora de manera significativa el valor del °Brix, contribuyendo a la mantención del pH estable dentro del rango permitido para las bebidas isotónicas. Aparte de esto, el perfil mineral que se obtuvo, específicamente, dentro del potasio, sodio, calcio y magnesio, mostraron que esta bebida puede competir con otras opciones comerciales y responder de forma efectiva a las necesidades de hidratación de los deportistas, por lo tanto, estos resultados incorporan, elementos innovadores en el uso de la planta, como un recurso tradicional que hasta el día de hoy es poco aprovechado en productos estandarizados.
- Finalmente, el análisis microbiológico mostró que la bebida cumple con los límites establecidos dentro de las normas vigentes, confirmando con ello que el proceso de elaboración, la pauperización y el manejo durante el envasado fueron los adecuados, garantizando que el producto es seguro para el consumo humano.

4.2. Recomendaciones

- Se sugiere realizar una evaluación de vida útil para determinar el comportamiento fisicoquímico y microbiológico de la bebida durante diferentes tiempos de almacenamiento, lo que permitiría definir mejores estrategias de conservación, envase y transporte. Además, sería oportuno explorar variaciones en la formulación incorporando otros ingredientes naturales como frutas ricas en antioxidantes, que podrían potenciar no solo el sabor sino también el valor funcional del producto
- Se recomienda realizar análisis de minerales al principio de las formulaciones para poder realizar el reajuste y pueda cumplir con las normativas vigentes, con equipos aptos, ya que durante el desarrollo del estudio presento fallas, impidiendo la obtención de valores confiables.
- Finalmente, para promover su escalamiento y viabilidad comercial, se recomienda realizar un análisis de costos y estudiar la disponibilidad sostenida del chaguarmishque, garantizando prácticas de recolección responsables. Este enfoque contribuirá no solo al desarrollo de un producto saludable, sino también al fortalecimiento de la identidad local y a la dinamización de cadenas productivas ancestrales.

BIBLIOGRAFÍA

- Allauca Salguero, R. E. (2013). *Diversificación del Uso del Chaguarmishqui en la Gastronomía del Cantón Guano, 2010* (Bachelor's thesis).
- Animal Gourmet. (02 de MAYO de 2017). *Animal Gourmet*. Recuperado el 08 de MAYO de 2018, de <http://www.animalgourmet.com/2017/04/06/oficio-de-jimador-en-loscampos-de-agave-para-tequila/>
- Ayora, D., & Quito, K. (2013). *Proceso extracción del Mishque y elaboración del Chjaguarmishqui en Ñamarin, Azuay*. Cuenca.
- Barreros Ortiz, J. S. (2022). Elaboración de un proyecto de factibilidad para la instalación de una microempresa de gomitas nutricionales en el cantón Salcedo.
- Bohorquez. B. J. (2022). *EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE UNA BEBIDA A BASE DE AGUA DE COCO (Cocos nucifera) SÁBILA (Aloe vera) Y MORINGA (Moringa oleífera Lam)* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR).
- Borja, C. (2023). El Caso del Barrio Santa Clara del Común. *Agencia de Noticias Ecologistas Tegantai*, 1-9.
- Carchi Ramón, A. G., & Quinde Paute, J. P. (2018). Propuesta de elaboración de bebidas energéticas naturales de autor a base de pulque, frutos del bosque y hortalizas.
- Cardenas, V. (2018). *Relación entre el metabolismo fósforo/calcio y potasio y la nutrición en pacientes con terapia renal sustitutiva*. UCAM. <https://repositorio.ucam.edu/handle/10952/2885>
- Castañeda-Ovando, A., Moreno-Vilet, L., Jaimez-Ordaz, J., Ramírez-Godínez, J., Pérez-Escalante, E., Cruz-Guerrero, A. E., ... & González-Olivares, L. G. (2023). Aguamiel syrup as a technological diversification product: Composition, bioactivity and present panorama. *Future Foods*, 8, 100249.
- Changoluisa Maigua, R. A. (2020). Estabilización de una bebida refrescante a partir de aguamiel de agave americana (Agave americana L).

- Córdova Acosta, J. A., & Córdova Egas, B. A. (2022). *Utilización y aprovechamiento del chaguarmishqui en la gastronomía de los restaurantes del sector del Carmen de la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura* (Doctoral dissertation, PUCE Ibarra).
- Cruz, A. (2015). *Diseño De Una Bebida Nutricional Saborizanda A Base De Aguamiel (Chaguarmishqui) De Penco (Agave Americana L.) Enriquecida Con Amarato (Amaranthus Caudatus L.)* (Doctoral dissertation, Tesis De Grado. Universidad Central Del Ecuador. Quito. Ecuador).
- De Olmo Rodríguez, C. (1976). Método para la determinación de cloruros en pequeñas concentraciones. *Materiales de Construcción*, 26(163), 83-90.
- Echeverría Ortiz, A. S. (2019). *El uso del chaguarmishqui en la chocolatería fina para personas con diabetes* (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2019).
- El Tiempo. (02 de Marzo de 2018). El chaguar y sus bondades. Obtenido de <https://www.eltiempo.com.ec/noticias/intercultural/1/el-chaguar-y-sus-bondades>
- Guamán Pinguil, R. E. (2023). Elaboración de una bebida alcohólica a base de chaguarmishqui con pulpa de maracuyá.
- Gurley, B., & Sander, L. (2016). Electrolyte balance and hydration in athletes. *Sports Nutrition Review*, 8(2), 55–63.
- Hossain, M. S., Wazed, M. A., Asha, S., Hossen, M. A., Fime, S. N. M., Teeya, S. T., ... & Shimul, I. M. (2025). Flavor and Well-Being: A Comprehensive Review of Food Choices, Nutrition, and Health Interactions. *Food Science & Nutrition*, 13(5), e70276.
- INEN. (1985). Conservas Vegetales Determinación de la Concentración del Ion Hidrogeno (pH) (NTE INEN 389). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.
- INEN. (1985). Conservas Vegetales. Determinación de Acidez Titulable Método Potenciométrico de referencia (NTE INEN 381). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.

- INEN. (2006). Control Microbiológico de los alimentos determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. Rep (INEN 1529-5). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.
- INEN. (2009). 3837. Bebidas No Alcohólicas. Bebidas Hidratantes Para la Actividad Física y el Deporte (NTE INEN 3837). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.
- INEN. (2013). Agua. Determinación de Calcio. Método EDTA (NTE INEN 1529-10). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.
- INEN. (2013). Agua. Determinación del Nitrógeno Orgánico (NTE INEN 1204:2013). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.
- INEN. (2013). Control Microbiológico de los Alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias (NTE INEN 1529-7). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.
- INEN. (2013). Control Microbiológico de los Alimentos. Moho y Levaduras Viables. Recuento en Placa por Siembra en Profundidad (NTE INEN 1529-10). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.
- INEN. (2013). Control Microbiológico de los Alimentos. Preparación de medios de cultivo y reactivos (NTE INEN 1529-1). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.
- INEN. (2017). 2411. Bebidas Energéticas. Requisitos (NTE INEN 2411). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.
- INEN. (2017). Refresco o Bebidas no carbonatadas (NTE INEN 2017-04). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.
- Iturbe, F., & Sandoval, J. (2011). Análisis de alimentos fundamentos y técnicas. CDMX, México: Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- La Hora. (06 de Julio de 2016). *Chagurmishqui, un dulce natural ancestral*. Obtenido de <https://lahora.com.ec/noticia/1101960758/chaguarmishqui-un-dulce-natural-ancestral>

- López, L. X. (2020). FRUTAS TROPICALES Y SUS SUBPRODUCTOS: FUENTES DE FIBRA DIETARIA EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS. *Epistemos*, 4(29). <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/7262/726281463009.pdf>
- López-Domínguez, R., & Sánchez-Oliver, A. J. (2018). Uso de suplementos nutricionales deportivos en remeros de elite: diferencias entre nacionales e internacionales (Use of sports nutritional supplements in elite rowers: difference between national and international). *Retos*, 34, 272-275.
- Ito, N., Rosales, J., & Velazco, J. (2022). *Mediciones para baja conductividad, por calibración de celda*.
- Maughan, R. J., & Murray, R. (2012). *Sports Drinks: Basic Science and Practical Aspects*. CRC Press.
- Mejía Burgos, G. E. (2023). *Elaboración de una mezcla en polvo isotónica enriquecida con aminoácidos de cadena ramificada para preparar una bebida destinada a deportistas* (Bachelor's thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo).
- Mendoza, C. (2020). Desarrollo de bebida a base de frutas y hierbas antioxidantes. *MX*, 1. <https://doi.org/https://bibmacro-descubridor.dgb.unam.mx/Record/20.500.14330-TES01000804731?sid=1309561>
- Meza Freire, V. M. (2011). Obtencion de una bebida isotonica nutritiva carbonatada a partir del extracto del penco de cabuya negra (Agave americana. L).
- Morejón, A. (2019). *Métodos de Determinación de Humedad*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Murillo Calderón, L. A. (2015). *Desarrollo de una bebida hidratante elaborada a base de agua de coco y suero de leche siguiendo la normativa para bebidas isotónicas* (Bachelor's thesis).
- Noriega-Juárez, A. D., Meza-Espinoza, L., García-Magaña, M. D. L., Ortiz-Basurto, R. I., Chacón-López, M. A., Anaya-Esparza, L. M., & Montalvo-González, E.

- (2025). Aguamiel, a Traditional Mexican Beverage: A Review of Its Nutritional Composition, Health Effects and Conservation. *Foods*, 14(1), 134.
- Núñez-Colín, C. A. (2018). Análisis de varianza no paramétrica: un punto de vista a favor para utilizarla. *Acta agrícola y pecuaria*, 4(3), 69-80.
- Pacheco, L., Torres, M., & Andrade, S. (2020). Bebidas rehidratantes naturales a base de savias y frutos tropicales. *Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 18(4), 40–48.
- Pallango, G. d., & Salazar, N. (2024). *Elaboración de una bebida energética a base de dos variedades de maíz con adición de Ginseng (panax quinquefolius) en diferentes concentraciones*. Universidad Texnica de Cotopaxi .
<https://repositorio.utc.edu.ec/items/f1d26d13-f233-4604-9546-1c8079bb9d5f>
- Patrimonio, M, d, (8 de julio de 2016). Ministerio de Cultura y Patrimonio. Obtenido de <http://patrimonioalimentario.culturaypatrimonio.gob.ec/wiki/index.php/Chawarmishki>
- Prades, A., Dornier, M., Diop, N., & Pain, J. P. (2012). Coconut water uses, composition and properties: A review. *Fruits*, 67(2), 87–107.
- Rodríguez Medina, M. A., Poblano-Ojinaga, E. R., Alvarado Tarango, L., González Torres, A., & Rodríguez Borbón, M. I. (2021). Validación por juicio de expertos de un instrumento de evaluación para evidencias de aprendizaje conceptual. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22).
- Ruiz, A., Campoverde, P., & Molina, D. (2019). Evaluación de bebidas isotónicas enriquecidas con minerales en deportistas aficionados. *Journal of Functional Foods*, 6(3), 21–29.
- Salazar Moya, A. M. (2016). Implementación del Método Kjeldahl para la determinación de proteína para diferentes matrices en el Laboratorio ECUACHEMLAB Cía. Ltda.

- Sawka, M. N., Burke, L., Eichner, E., Maughan, R., Montain, S., & Stachenfeld, N. (2007). Exercise and fluid replacement. *American College of Sports Medicine Position Stand*, 39(2), 377–390.
- Seva, C. (2011). *Equilibrios y Volumetrías de Precipitación*. Grado Bioquímica.
- Shayanthavi, S., Kapilan, R., & Wickramasinghe, I. (2024). Comprehensive analysis of physicochemical, nutritional, and antioxidant properties of various forms and varieties of tender coconut (*Cocos nucifera* L.) water in Northern Sri Lanka. *Food Chemistry Advances*, 4, 100645.
- Shi, S., Wang, W., Wang, F., Yang, P., Yang, H., He, X., & Liao, X. (2025). Research Progress in Coconut Water: A Review of Nutritional Composition, Biological Activities, and Novel Processing Technologies. *Foods*, 14(9), 1503.
- Silva, B. (2024). *Desarrollo de una bebida hidratante en base de acai en polvo para deportistas, en la provincia de Pichincha, parroquia Guamaní*. INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR “ECUATORIANO DE Productividad. <https://itsep.edu.ec/wp-content/uploads/2024/04/ITSEP-EC-PCA-2023-0003.pdf>
- The Food Tech. (2022, junio 29). *Las bebidas funcionales y su importancia para reducir los azúcares*. The Food Tech. <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/las-bebidas-funcionales-y-su-importancia-para-reducir-los-azúcares/>
- Universidad Pablo de Olavide. (2004). *Técnicas avanzadas en química: Práctica 2. Determinación de calcio y magnesio* [Material de laboratorio]. https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/TAQ/curso0405/TAQP2_0405.pdf
- Veintimilla Gavilanez, S. A. (2010). Desarrollo de una bebida isotónica a partir del líquido obtenido del cabuyo negro (*Agave americana*).
- Villavicencio, F. J. (2023). *ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ISOTÓNICA A PARTIR DEL EXTRACTO DE POMELO (*Citrus paradisi*) Y REMOLACHA (*Beta vulgaris*)* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR).
- Viteri, M. J. (2025). *Elaboración de una bebida a base de Agave como alimento funcional para la salud de la microbiota en adultos sanos de 18 a 50 años en el Distrito*

Metropolitano de Quito. UDLA.
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/8384/1/UIDE-Q-TN-2025-68.pdf>

- Volpe, S. L. (2014). Magnesium in sport. *Journal of Sports Nutrition*, 13(1), 131–139.
- Yong, J. W., Ge, L., Ng, Y. F., & Tan, S. N. (2009). The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Molecules*, 14(12), 5144-5164.
- Zhingre Correa, V. L. (2018). " Hero" Bebidas Isotónica Natural Producida con Miel de Abeja y Arazá.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis fisicoquímicos de los tratamientos



Figura 3. Acidez de los tratamientos.



Figura 4. °Brix del mejor tratamiento



Figura 5. Análisis de pH.



Figura 6. Realización de la densidad.



Figura 7. Humedad de las bebidas.



Figura 8. Conductímetro.

Anexo 2. Análisis del mejor tratamiento.



Figura 9. Determinación de Cloruros del T3.



Figura 10. Medición de proteínas del T3.

Anexo 3. Evaluación sensorial.



Figura 11. Catación con catadores semi entrenados.

Anexo 4. Hoja de Catación.

Esta prueba tiene como propósito evaluar las bebidas elaboradas a base de chaguarmishque (*Agave americana* L.) y agua de coco (*Cocus nucifera* L.), con el fin de identificar la formulación con mayor aceptación.

Instrucciones:

- A continuación, se presentarán tres muestras. Por favor, sirva y marque con una “X” la opción que mejor refleje su percepción en cada característica.

Características	Escalas	Códigos		
		358	375	361
OLOR	1. Me Disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. No Me Gusta Ni Me Disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta Mucho			
COLOR	1. Me Disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. No Me Gusta Ni Me Disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta Mucho			
SABOR	1. Me Disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. No Me Gusta Ni Me Disgusta			
	4. Me gusta			

	5. Me gusta Mucho			
ACEPTABILIDAD	1. Me Disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. No Me Gusta Ni Me Disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta Mucho			

Observaciones:

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Figura 12. Hoja de Cata.

Anexo 5. Análisis de minerales del mejor tratamiento.

INFORME DE RESULTADOS

INF-DIV-FQ-115382a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	MELANY SOFIA SHUGUJI LOPEZ
Dirección:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Teléfono:	0994746136

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Bebida isotónica	Contenido declarado:	500mL
Lote:	---	Fecha de vencimiento:	---
Fecha de elaboración:	2025/11/11	Fecha de recepción:	15:08:42
Fecha de recepción:	2025/11/12	Fecha de emisión:	2025/11/20
Fecha de análisis:	2025/11/19		
Material de envase:	---		
Toma de muestra realizada por:	El cliente		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Líquido	Conservación:	Refrigeración
Temperatura de la muestra:	7.94C		

RESULTADO FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Calcio	16.16	mg/100g	MFQ-469	SM, Ed.24, 2023, 3111 B-Ca/ Espectrofotometría de AA por llama aire acétileno
Magnesio	7.93	mg/100g	MFQ-314	SM, Ed.24, 2023, 3111B-Mg/ AAS Aire

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A. Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento. El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de devios encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio. El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 6.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

El tiempo de retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis.

Multianalityca S.A. no asume responsabilidad por el uso posterior que el cliente o terceros den a los resultados emitidos. Se aceptarán reclamos únicamente dentro de los quince (15) días calendario posteriores a la emisión de los resultados; transcurrido dicho plazo, no se aceptarán reclamaciones de ningún tipo. La responsabilidad financiera del laboratorio se limita exclusivamente al valor pagado por el análisis correspondiente a la muestra entregada en ese momento, sin que en ningún caso exceda dicho importe. No se asumen multas, sanciones ni daños indirectos, consecuentes o emergentes derivados del uso del informe.




Firma electrónicamente por
Quím. Mercedes Parra

Quím. Mercedes Parra
Jefe División Físico Químico -
Instrumental



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

Desarrollado por MultySoft. Página 1/1

RFQ-7.8-01 / Edición RG: 12

Figura 13. Análisis de calcio y magnesio.

INFORME DE RESULTADOS

INF-DIV-FQ.115378a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	MELANY SOFIA SHUGGU LOPEZ
Dirección:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Teléfono:	0994746136

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Salida Isotonica	Contenido declarado:	800mL
Lote:	---	Fecha de vencimiento:	---
Fecha de elaboración:	2025-11-11	Hora de recepción:	14:43:08
Fecha de recepción:	2025/11/22	Fecha de emisión:	2025/11/21
Fecha de análisis:	2025/11/23		
Material de envase:	---		
Toma de muestra realizada por:	El cliente		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Líquido	Conservación:	Refrigeración
Temperatura de la muestra:	7.9°C		

RESULTADO FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Ceniza	0.48	%	MFQ-03	AOAC 923.03/ Gravimetría, directo
Sodio	36.64	mg/100g	MFQ-68	SM, Ed. 24, 2023, 31118-Na/ NTE INEN ISO 8070:2016 IDF 2da. Ed. / Espectrofotometría AA llama aire-acetileno
Potasio	174.36	mg/100g	MFQ-140	SM, Ed. 24, 2023, 31118-K/ AAS llama aire C2H2

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

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

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

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto B.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN-ISO/IEC 17025:2018).

El tiempo de retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis.

Multianalityca S.A. no asume responsabilidad por el uso posterior que el cliente o terceros den a los resultados emitidos. Se aceptarán reclamos únicamente dentro de los quince (15) días calendario posteriores a la emisión de los resultados; transcurrido dicho plazo, no se aceptarán reclamaciones de ningún tipo. La responsabilidad financiera del laboratorio se limita exclusivamente al valor pagado por el análisis correspondiente a la muestra entregada en ese momento, sin que en ningún caso exceda dicho importe. No se asumirán multas, sanciones ni daños indirectos, consecuentes o emergentes derivados del uso del informe.



JORGE ERAZO 155-109 Y CRISTOBAL SANDOVAL - EL PNAIR - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
(02) 330 0247, 330 0674; 099 985 0920, 099 438 8540 / informem@multianalityca.com

Desarrollado por MultySoft. Página 1/2

RFQ-T-8-01 / Edición RG: 12

Figura 14. Análisis de sodio y potasio.

Anexo 6. Análisis de proteína y microbiológico del mejor tratamiento.

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 25-128		BOL-78-03				
Solicitud N° 25-128		Pág. 1 de 1				
Fecha recepción: 11 de noviembre de 2025		Fecha de ejecución de ensayos: 11 al 17 de noviembre de 2025				
Información del cliente:						
Empresa:		C.L. SUCO: 1755220108				
Representante: Melany Shugudi		TIF: 3431593				
Dirección: Salcedo		E-mail: msugudi20108@ura.edu.ec				
Ciudad: Salcedo						
Descripción de las muestras:						
Producto: Bebida isotónica		Peso: 500ml				
Marca comercial: n/a		Tipo de envase: envase plástico				
Lote: n/a		No de muestras: dos				
F. Exp.: n/a		F. Exp.: n/a				
Conservación: Ambiente: Refrigeración X Congelación		Almac. en Lab: análisis inmediato				
Cierre seguridad: Ninguno X Intactos: Rotos		Muestreo por el cliente: 10 de noviembre de 2025				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Bebida isotónica	12825331	Ninguno	*Proteína total, Kjeldahl	AOAC Ed. 27, 2023 2000.11	% (N x 6.25)	8.265
Bebida isotónica	12825332	Ninguno	*Aerobios Mesófilos, Petrifilm	ISO 7-3-MB, AOAC 990.12 Ed. 27, 2023	UFC/10 ml	10
			Mohr, Petrifilm	ISO 45-3 2-MB AOAC 997.02 Ed. 27, 2023	UFC/10 ml	10
			Lactobacilos, Petrifilm	ISO 45-3 2-MB AOAC 997.02 Ed. 27, 2023	UPL/10 ml	<10
			Cólores Totales, Compust Dry	ISO 15-2-2018 AOAC 91.1 (1040) Ed. 27, 2023	UFC/10 ml	<10
Conds. Ambientales: 24,7°C; 52,2%HR.						
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE						
Ing. Carlos Riquelme Directora de Calidad						
Aprobación para transferencia electrónica de resultados: SI						
Fecha de emisión del certificado: 19 de noviembre de 2025						

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio no respalda los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. No se permite su reproducción sin consentimiento escrito del Laboratorio.

"La información que se está presentando es confidencial, cualquier uso para su explotación, y en particular su divulgación, se hará sin el consentimiento del Laboratorio. El Laboratorio no se compromete a proporcionar información adicional o asesoramiento. Los datos de la copia del mismo están prohibidos y serán sancionados según el proceso legal pertinente".

Figura 15. Análisis proteico y microbiológico.