

**DISEÑO DE UNA BEBIDA HIDRATANTE ENERGIZANTE PARA DEPORTISTAS
BASADO EN REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

JENNY PAOLA LUQUE RODRIGUEZ

**Proyecto integral de grado para optar al título
de Ingeniero Químico**

**Director
Camilo Mora
Ingeniero Químico**

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA

BOGOTÁ D.C.

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

Camilo Andrés Mora
Firma del Director

Nombre
Firma del Presidente Jurado

Iván Ramírez Marín
Firma del Jurado

Diana Milena Morales Fonseca
Firma del Jurado

Bogotá D.C. febrero de 2021

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. MARIO POSADA GARCIA-PEÑA

Consejero Institucional

Dr. LUIS JAIME POSADA-PEÑA

Vicerrectora Académica y de Investigación

Dra. MARIA CLAUDIA APONTE GONZÁLEZ

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. RICARDO ALFONSO PEÑARANDA CASTRO

Secretaria General

Dra. ALEXANDRA MEJÍA GUZMÁN

Decano Facultad de Ingeniería

Ing. JULIO CÉSAR FUENTES ARISMENDI

Directora Programa de Ingeniería Química

Ing. NUBIA LILIANA BECERRA OSPINA

DEDICATORIA

Este proyecto de grado es dedicado a Dios principalmente porque ha sido luz en los momentos mas difíciles, y fortaleza para culminar cada etapa de mi vida por encima de todo obstáculo.

A mi madre por darme la vida y siempre luchar por mi, por ser mi más grande apoyo en cada locura que se me ocurre, por enseñarme que las cosas se consiguen con esfuerzos y sacrificios, por la valentía y el consuelo que siempre sabes brindar. Por hacer de mi hoy por hoy quien soy.

A mi padre por siempre creer en mi, por apoyarme y consentirme cuando era niña y aún a veces, por ser un apoyo y moral continua, por entablar conversaciones escuchando mis sueños y siempre brindarme la fortaleza para cumplirlos.

A mi hermano y sobrina por ser una gran moral, un apoyo y un respiro en momentos de angustia o desespero, por la confianza y la fe impuesta en mi, por siempre querer y desear lo mejor para mi vida.

A todos aquellos que de una u otra manera hicieron parte de mi vida en esta etapa, que me apoyaron y acompañaron cuando lo necesite.

Jenny P. Luque Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por su apoyo emocional y económico en los momentos que lo necesite, por siempre ver una ilusión en mí, por siempre creer y confiar en mis habilidades.

Al ingeniero y gerente de Alimentos y bebidas Valtik S.A.S, Camilo Mora mi director, por su apoyo, compañía y paciencia en este tiempo, por darme la oportunidad de trabajar y aprender de él, y enseñarme más acerca de esta bella rama de la ingeniería química.

Al ingeniero y asesor Edgar Fernando Moreno, por la compañía, ayuda y paciencia desde la presentación del anteproyecto.

A la universidad por brindarme un espacio de aprendizaje durante este tiempo de formación, a mis profesores por enseñarme cada habilidad que he desarrollado en estos años como estudiante de ingeniería química.

Finalmente, a las personas que me han acompañado y ayudado en momentos de dificultad.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. MARCO TEORICO	13
2.1. <i>La deshidratación</i>	14
2.2. <i>Bebidas deportivas</i>	15
2.1.1. <i>Bebidas isotónicas</i>	15
2.1.2. <i>Bebidas hipertónicas</i>	16
2.1.3. <i>Bebidas hipotónicas</i>	16
2.2. <i>Componentes de una bebida hidratante</i>	17
2.2.1. <i>Electrolitos</i>	17
2.2.2. <i>Carbohidratos</i>	17
2.2.3. <i>Vitaminas</i>	18
2.2.4. <i>Conservantes</i>	20
2.2.5. <i>Antioxidantes</i>	20
2.2.6. <i>Saborizantes</i>	21
2.2.7. <i>Colorantes</i>	21
2.3. <i>Normatividad bebidas hidratantes</i>	22
2.3.1. <i>Decreto No. 2229 de 1994 colombiana</i>	22
2.3.2. <i>Determinación del pH.</i>	25
2.3.3. <i>Determinación grados Brix.</i>	25
2.3.4. <i>Determinación de humedad.</i>	25
2.3.5. <i>Determinación de la densidad.</i>	26
1.1.2.a <i>Normatividades en el mundo</i>	26
3. OBJETIVOS	28
3.1. <i>General</i>	28
3.2. <i>Específicos</i>	28
4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	29
5. PROCESO DE PRODUCCIÓN	30
5.1. <i>Recepción de materia prima</i>	30
5.1.1. <i>Pesado</i>	30
5.2. <i>Mezclado</i>	30
5.3. <i>Análisis</i>	30

5.4. Equipos	30
6. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO	33
6.1. <i>Análisis componentes bebidas hidratantes</i>	36
6.1.1. Electrolitos	36
6.1.2. Carbohidratos	40
6.1.3. Vitaminas	45
7. COMPOSICIONES DISEÑO DE BEBIDA	46
8. ANÁLISIS BEBIDA HIDRATANTE DISEÑADA	56
8.1. <i>Análisis sensorial</i>	56
8.2. <i>Análisis microbiológico</i>	57
8.3. <i>Análisis bromatológico</i>	58
8.4. <i>Análisis fisicoquímico</i>	58
9. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS HIDRATANTES	60
10. CONCLUSIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	68

LISTADO DE TABLAS

	pág.
Tabla 1.	12
Tabla 2. Tipos de deshidratación.	14
Tabla 3. Funciones biológicas de algunas vitaminas con referencia al ejercicio Fuente: Review article (Vitamin and Mineral Status: Effects on Physical Performance)	19
Tabla 4. Composiciones de electrolitos permitidas en la normatividad colombiana Fuente: Resolución 2229 de 1994	22
Tabla 5. Requisitos microbiológicos mezclas en polvo permitidas en la normatividad colombiana. Fuente: Resolución 2229 de 1994	24
Tabla 6. Requisitos microbiológicos bebida lista para consumo permitidas en la normatividad colombiana. Fuente: Resolución 2229 de 1994	25
Tabla 7. Diagrama proceso elaboración bebida hidratante.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8. Composiciones de mejoramiento de electrolitos.	38
Tabla 9. Comparación de concentración de insulina vs consumo carbohidratos.	41
Tabla 10. Comparativo de composiciones de bebidas en el mercado. Fuente: propia	47
Tabla 11. Composiciones bebidas de Valtik S.A.S Fuente: propia	47
Tabla 12. Composiciones molares para el sodio. Fuente: propia	49
Tabla 13. Composiciones molares para el potasio. Fuente: propia.	50
Tabla 14. Composiciones molares para el calcio. Fuente: propia	51
Tabla 15. Costos producción por etapas.	61
Tabla 16. Costos materias primas en Colombia	61

ABREVIATURAS

mEq/L: mili equivalente por litro

mmol/L: mili mol por litro

mg/L: miligramo por litro

mOsm/Kg: miliosmol por kilogramo

mOsm/L: miliosmol por litro

NPM: número más probable

Na: sodio

Ca: calcio

K: potasio

Mg: magnesio

Cl: cloruro

RESUMEN

La hidratación es uno de los factores más importantes en el rendimiento deportivo y a su vez en la salud de los deportistas, esta se encuentra asociada al consumo de carbohidratos, proteínas, electrolitos, vitaminas, entre otras sustancias. Es por esto que con el paso del tiempo la industria ha llevado a cabo el desarrollo de diferentes líneas de productos iniciando muchos años atrás con bebidas alcohólicas como las primeras fuentes de hidratación, actualmente este avance se encuentra ligado a los estudios clínicos, pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y de composición química que permiten la obtención de productos con el objetivo de hidratar al deportista según la actividad física que este realiza.

Este proyecto de investigación se realizó con el fin de diseñar una bebida hidratante que cumpla con las especificaciones técnicas y de composición que permitan encontrar diferencias que presenten alteraciones significativas en los deportistas. Dentro de la investigación realizada se identificaron composiciones de minerales como sodio, cloruro, potasio, magnesio y calcio; a su vez composiciones de diferentes tipos de carbohidratos y finalmente composiciones de vitaminas. Estos componentes permitirán a los deportistas tener una rápida recuperación de los líquidos perdidos durante la actividad física desarrollada, al mismo tiempo según la bibliografía consultada los requisitos principales de recuperación para los deportistas que gastan energía son los carbohidratos (azúcares) y el agua.

Para el diseño presentado en este proyecto se tuvieron en cuenta diferentes fuentes de información como normatividades, estudios y pruebas realizadas en deportistas, sin embargo, el diseño aquí presentado se basó en los valores establecidos y permitidos en la normatividad colombiana.

Palabras Claves: Hidratación, Carbohidratos, Sales, Osmolaridad, Fisicoquímicas.

1. INTRODUCCIÓN

Una bebida hidratante para deportistas es una mezcla de agua y sales minerales tales como sodio, potasio, magnesio, cloruro, y en algunas se encuentran carbohidratos compuestos por complejos (maltodextrina) y simples (sacarosa y dextrosa) conocidos también como azúcares lentos y rápidos respectivamente, esta mezcla genera un balance perfecto entre glucosa y fructosa para reponer de manera rápida y efectiva los líquidos perdidos durante la actividad física.

En la práctica de cualquier tipo de deporte o actividad física el cuerpo tiende a regular su temperatura mediante la transpiración (sudoración). En este fluido se pierden, además de agua, diferentes electrolitos; si esta pérdida es muy grande y no se repone adecuadamente, no solo se llegará a la deshidratación, sino que también el rendimiento físico se vera afectado. Aunque el agua puede brindar propiedades de hidratación no es el líquido óptimo para la ingestión durante el ejercicio de resistencia ya que existen diferentes estudios en donde se puede evidenciar que las bebidas que contienen carbohidratos y electrolitos adicionales son más efectivas para mejorar el rendimiento.

Un aumento en el contenido de carbohidratos de una bebida aumentará la cantidad de combustible (energía) disponible, pero tenderá a disminuir la velocidad de hidratación por la inhibición en el vaciado gástrico.

La composición de una bebida estará entonces influenciada por la necesidad de suministrar energía y agua, que a su vez dependerá de factores como la intensidad, duración de la actividad física, la temperatura, la humedad del ambiente y las características fisiológicas y bioquímicas del individuo.

Este tipo de bebidas deportivas se clasifican en diferentes formas de composición, las cuales realizaran tres funciones específicas directamente relacionadas con la energía y la hidratación.

Tabla 1.

Tipos de bebidas deportivas

	Carbohidratos (g/100 ml)	Osmolalidad (m Osmo/ kg)
Hipotónica	<3	<270
Isotónica	6 – 8	270 – 330
Hipertónica	>15	>330

Nota: Composiciones de carbohidratos y osmolalidad de los tipos de bebidas hidratantes.

Aunque existen diversos tipos de bebidas en el mercado; institutos de medicina y del deporte realizan frecuentemente estudios en deportistas en sus diferentes disciplinas y a su vez las composiciones de las bebidas o dietas consumidas antes, durante y después de la actividad física, dado que específicamente estos factores son los que tienden a alterar la hidratación y el rendimiento del mismo. Con esto, se busca el aporte de nuevas estrategias de diseño que permitan establecer la recuperación rápida de líquidos perdidos y la obtención de ráfagas de energía sostenidas, asimismo que no generen ningún tipo de malestar asociado con el consumo de bebidas hidratantes.

2. MARCO TEORICO

Para satisfacer las necesidades nutricionales de los deportistas antes y/o después del ejercicio existen muchas opciones, sin embargo, las actividades con una duración prolongada o con alta resistencia requieren un aporte nutricional mayor y una mayor cantidad de energía lo que generará un incremento en el consumo de carbohidratos, adicionalmente una pérdida importante de líquidos y electrolitos en la sudoración especialmente en exposición de calor. Es importante entender las consecuencias de la ingesta de líquidos y nutrientes inadecuados durante la práctica del ejercicio de resistencia, esta puede generar la deshidratación, hiperhidratación, hiponatremia, depleción glucogénica, hipoglucemia y fatiga central. Además, las deficiencias nutricionales durante una actividad prolongada pueden limitar la capacidad para una recuperación rápida tras el ejercicio, lo que puede afectar al rendimiento posterior. [1]

Las bebidas hidratantes fueron diseñadas para aportar una cantidad equilibrada de carbohidratos y fluidos que permitan a un deportista rehidratarse y recuperarse simultáneamente durante el ejercicio. Según las diferentes recomendaciones del “Colegio Americano de Medicina del Deporte et al. 2007; Asociación Dietética Americana et al. 2009”, para alcanzar un aporte rápido de fluidos y combustibles y maximizar la tolerancia gástrica y la palatabilidad, las bebidas deportivas deben tener una composición que se encuentre cerca de 4-8% (4-8 g/100 ml) de carbohidratos y 23-69 mg/100mL (10-30 mmol/L) de sodio. [1]

Para situaciones que requieren una gran velocidad de entrega al músculo de carbohidratos recientemente ingeridos, las bebidas que contienen "múltiples carbohidratos transportables" (una mezcla de carbohidratos como glucosa y fructosa que utilizan diferentes transportadores intestinales), pueden superar la limitación habitual que tiene el intestino para incorporar carbohidratos. Los estudios demuestran que tales mezclas son efectivas para aumentar la oxidación muscular de carbohidratos consumidos durante el ejercicio en comparación con los productos que contienen glucosa. [2]

El reemplazo de electrolitos, particularmente sodio, es útil para mantener la sensación de sed. Concentraciones de sodio de aproximadamente 10-25 mmol/L mejoran la palatabilidad y el consumo voluntario de los fluidos consumidos durante el ejercicio. [3]

2.1. La deshidratación

Se considera como un déficit de agua corporal, se asocia principalmente con el aumento de la temperatura corporal, y puede ser un factor muy importante en sintomatologías como el estreñimiento. [4]

Estudios realizados demuestran que, en situaciones de ejercicio en un entorno caluroso, puede generar una deshidratación entre el 2 y 7% del peso corporal, y esto a su vez generar una disminución en la capacidad física e intelectual del individuo, sin embargo, existe un tipo de deshidratación para ciertas condiciones físicas y ambientales. [5]

Tabla 2.

Tipos de deshidratación.

Tipo deshidratación	Trastorno
Deshidratación isotónica	Perdida de agua y sales por igual
Deshidratación hipertónica	Perdida de agua mayor que sales
Deshidratación hipotónica	Perdida mayor de sales que agua

Nota: Trastornos generados por los tipos de deshidratación existentes.

Para cada tipo de deshidratación se tienen señales que demuestran la aparición de esta, sin embargo, para esta investigación se tendrá en cuenta la deshidratación hipotónica que es la presentada generalmente por los deportistas.

En cuanto a hidratación el cuerpo tiene tres estados:

- Deshidratación: déficit de agua corporal.
- Euhidratación: un estado de líquidos normal.
- Hiperhidratación: la ingesta de agua en grandes cantidades.

2.2. Bebidas deportivas

Las bebidas deportivas están formuladas para ayudar a las personas a rehidratarse antes, durante o después del ejercicio, también están diseñados para bloquear la deshidratación y el agotamiento de las reservas de carbohidratos del cuerpo. Promueven la ingesta voluntaria de líquidos, el vaciado de la bebida del estómago y la rápida absorción en el intestino. [6]

Se elaboran utilizando minerales esenciales como sodio, cloruro de potasio, calcio y magnesio, que se pierden al sudar durante el ejercicio; los aminoácidos pueden ralentizar la fatiga y mejorar la función muscular; Las vitaminas B se utilizan para estimular el metabolismo y generar energía; Los carbohidratos simples son capaces de obtener una rápida explosión de energía y los carbohidratos complejos se emplean para reponer las reservas de energía durante y después del ejercicio. Existen tres tipos principales de bebidas deportivas, según su osmolalidad. [6]

2.1.1. Bebidas isotónicas

Son aquellas bebidas que contienen concentraciones similares de sal (46-69 mg / 100 ml) y azúcar (6-8 g / 100 ml) como en el cuerpo humano. El sodio en este tipo de bebida determina la retención de los líquidos ingeridos, estimula la sed y aumenta la ingesta voluntaria de líquidos. Se puede tomar durante carreras de media y larga distancia o en deportes de equipo, donde tanto la deshidratación como el agotamiento de las reservas de carbohidratos pueden limitar el rendimiento. [6]

2.1.2. Bebidas hipertónicas

El contenido de concentración de azúcar ($\geq 10\text{g} / 100\text{mL}$) es mayor que el que se encuentra presente en el cuerpo humano y por lo general dentro de su composición no hay electrolitos.

Este tipo de bebidas deportivas hipertónicas no deben usarse para mantener la hidratación, ya que se sabe que la gran cantidad de carbohidratos ralentiza el vaciado gástrico y el tiempo de absorción de la bebida en el intestino. Se pueden tomar después del entrenamiento para recargar las reservas de glucógeno muscular y en ultra distancia. [6]

2.1.3. Bebidas hipotónicas

Estas bebidas contienen una menor concentración de sal ($< 50\text{mg}$) y azúcar ($2\text{--}4\text{g} / 100\text{ml}$) que el cuerpo humano. Aportan hidratación, principalmente aumentando la ingesta voluntaria de líquidos de un individuo.

Las bebidas hipotónicas son tomadas por gimnastas que requieren líquidos sin un aumento de carbohidratos o que practican deportes que duran menos de 60 minutos y son de intensidad baja a moderada. [7]

La deshidratación y el agotamiento del sustrato son factores importantes de la fatiga durante el ejercicio prolongado [8], demostraron que la provisión de carbohidratos y líquidos tiene efectos independientes y aditivos sobre el rendimiento.

Hacer ejercicio con regularidad genera requisitos de nutrientes adicionales para satisfacer la demanda de energía impuesta por el aumento del gasto energético. Si no se mantiene un equilibrio energético, se producirá una disminución de la masa corporal, una pérdida de tejido activo y fatiga crónica. [9]

2.2. Componentes de una bebida hidratante

2.2.1. *Electrolitos*

En nutrición, el término electrolito se refiere a los minerales esenciales que se encuentran en la sangre, el sudor y la orina. Cuando estos minerales se disuelven en un líquido, forman electrolitos, iones positivos o negativos que se utilizan en los procesos metabólicos.

Los electrolitos presentes en el cuerpo son: Sodio, Potasio, Cloruro, Calcio, Magnesio, Fosfato, Bicarbonato. Estos electrolitos son necesarios para varios procesos corporales, incluida la función adecuada de los nervios y los músculos, el mantenimiento del equilibrio ácido-base y la hidratación.

Para las funciones musculares se requiere el electrolito de calcio, ya que este permite que las fibras musculares se deslicen juntas y se muevan unas sobre otras a medida que el músculo se acorta y se contrae. En este proceso también el magnesio tiene un papel importante en cuanto a la contracción en las fibras musculares.

A su vez cierto tipo de electrolitos, particularmente el sodio, ayudan a mantener el equilibrio de líquidos a través de la ósmosis y son los encargados de la correcta hidratación. [10]

2.2.2. *Carbohidratos*

Los carbohidratos son los azúcares, almidones y fibras que se encuentran en frutas, cereales, verduras y productos lácteos. Son macronutrientes, lo que significa que son una de las tres formas principales en que el cuerpo obtiene energía o calorías, se denominan carbohidratos porque, a nivel químico, contienen carbono, hidrógeno y oxígeno.

Los carbohidratos van desde los azúcares sencillos o monosacáridos, como la glucosa y la fructosa, hasta los polisacáridos, polímeros que contienen miles de unidades azúcar. Entre estos últimos se encuentran almidón y la celulosa de las plantas y el glucógeno de los animales. [11]

No consumir suficientes carbohidratos puede causar problemas. Sin suficiente combustible, el cuerpo no recibe energía. Además, sin suficiente glucosa, el sistema nervioso central sufre, lo que puede causar mareos o debilidad mental y física. Si el cuerpo tiene una ingesta o reservas insuficientes de carbohidratos, consumirá proteínas como combustible. Esto es problemático porque el cuerpo necesita proteínas para producir músculos. El uso de proteínas como combustible en lugar de carbohidratos también ejerce presión sobre los riñones, lo que provoca el paso de subproductos dolorosos en la orina, según la Universidad de Cincinnati. [11]

2.2.3. *Vitaminas*

Las vitaminas son compuestos orgánicos que las personas necesitan en pequeñas cantidades, deben provenir de los alimentos porque el cuerpo no las produce o produce muy poco. Cada vitamina desempeña una función diferente en el cuerpo y una persona requiere una cantidad diferente de cada vitamina para mantenerse saludable. [12]

En la actualidad las vitaminas se clasifican en solubles en grasa y solubles en agua

- ✓ Vitaminas solubles en grasa: Las vitaminas A, D, E y K son solubles en grasa. El cuerpo almacena vitaminas liposolubles en el tejido graso y el hígado, y las reservas de estas vitaminas pueden permanecer en el cuerpo durante días y, a veces, meses.
- ✓ Vitaminas solubles en agua: Las vitaminas solubles en agua no permanecen en el cuerpo por mucho tiempo y no se pueden almacenar. Dejan el cuerpo a través de la orina. Debido a esto, las personas necesitan un suministro más regular de vitaminas solubles en agua que de las solubles en grasa. [12]

Tabla 3.

Funciones biológicas de algunas vitaminas con referencia al ejercicio
Fuente: Review article (Vitamin and Mineral Status: Effects on Physical Performance)

Vitamina soluble en agua	Funciones	Signo o síntoma de deficiencia
Tiamina (B1)	Metabolismo de carbohidratos y aminoácidos	Debilidad, disminución de la resistencia, atrofia muscular, pérdida de peso.
Riboflavina (B2)	Metabolismo oxidativo, sistema de transporte de electrones	Piel alterada y función de la membrana mucosa y del sistema nervioso
Niacina	Metabolismo oxidativo, sistema de transporte de electrones	Irritabilidad, diarrea.
Piridoxina (B6)	Gluconeogénesis	Dermatitis, convulsiones
Ácido fólico	Hemoglobina y formación de ácido nucleico	Anemia, fatiga
Ácido ascórbico (vitamina C)	Antioxidante	Fatiga, pérdida del apetito
Retinol soluble en grasa (vitamina A)	Antioxidante	Pérdida de apetito, propenso a infecciones
Tocoferol (vitamina E)	Antioxidante	Daño nervioso y muscular

Nota: Esta muestra la principales funciones y síntomas de las deficiencias presentadas por el poco consumo de las vitaminas mencionadas.

Se establece que en la composición de bebidas hidratantes pueden estar presentes las siguientes vitaminas:

- Vitamina B1 (tiamina): tiene como función la producción de varias enzimas que ayudan a descomponer el azúcar en sangre. [12]
- Vitamina B2 (riboflavina): es esencial para el crecimiento y desarrollo de las células del cuerpo y ayuda a metabolizar los alimentos. [12]

- Vitamina B3 (niacina, niacinamida): el cuerpo necesita niacina para que las células crezcan y funcionen correctamente. La deficiencia de esta vitamina podría provocar un problema de salud llamado pelagra, que causa diarrea, cambios en la piel y malestar intestinal. [12]
- Vitamina B6 (piridoxina, piridoxamina, piridoxal).
- Esta vitamina es vital para la formación de glóbulos rojos. [12]
- Vitamina C (ácido ascórbico).
- Esta vitamina contribuye a la producción de colágeno, la cicatrización de heridas y la formación de hueso. También fortalece los vasos sanguíneos, apoya el sistema inmunológico, ayuda al cuerpo a absorber el hierro y actúa como antioxidante. [12]

2.2.4. *Conservantes*

Es el nombre funcional de una amplia variedad de compuestos que ayudan a retardar o prevenir el crecimiento bacteriano en una amplia gama de productos, incluidos alimentos, medicamentos y productos para el cuidado personal. Estos compuestos pueden ser naturales o sintéticos también se utilizan para retrasar o prevenir cambios de color, sabor o textura y retrasar la rancidez. Según la normatividad un conservante es una sustancia o mezcla de sustancias que impiden o retardan el proceso biológico de alteración, producido en los alimentos por los microorganismos o las enzimas.

2.2.5. *Antioxidantes*

Los antioxidantes son sustancias que pueden prevenir o retrasar el daño a las células causado por los radicales libres, moléculas inestables que el cuerpo produce como reacción a las presiones ambientales y de otro tipo. Las fuentes de antioxidantes pueden ser naturales o artificiales. Se cree que ciertos alimentos de origen vegetal son ricos en antioxidantes. Los antioxidantes de origen vegetal son un tipo de fitonutriente o nutriente de origen vegetal. El cuerpo también produce algunos antioxidantes, conocidos como antioxidantes endógenos. Los antioxidantes que provienen del exterior del cuerpo se denominan exógenos.

2.2.6. *Saborizantes*

Son las sustancias o mezclas de sustancias capaces de conferir o reforzar el aroma y/o el sabor de los alimentos. Se excluyen de la definición precedente:

- a) los productos que confieran exclusivamente sabor dulce, salado o ácido.
- b) las sustancias alimenticias o productos normalmente consumidos como tales con o sin reconstitución.

Los saborizantes se clasifican en naturales o sintéticos, los naturales obtenidos exclusivamente mediante métodos físicos, microbiológicos o enzimáticos, a partir de materias primas saborizantes naturales, es decir, productos de origen animal o vegetal normalmente utilizados en la alimentación humana.

Los saborizantes naturales comprenden:

- Aceites esenciales;
- Extractos;
- Bálsamos, oleorresinas y oleogomorresinas; y
- Sustancias aromatizantes/saborizantes aisladas.

Los sintéticos obtenidos por procesos químicos, tales como:

- Aromatizantes/saborizantes idénticos a los naturales.
- Aromatizantes/saborizantes artificiales.

2.2.7. *Colorantes*

Un colorante es un compuesto orgánico que al aplicarlo a un sustrato (generalmente una fibra textil pero también a cuero, papel, plástico o alimento) le confiere un color más o menos permanente. Un colorante se aplica en disolución o emulsión y el sustrato debe tener cierta afinidad para absorberlo.

2.3. Normatividad bebidas hidratantes

2.3.1. Decreto No. 2229 de 1994 colombiana

La normatividad colombiana se encuentra regida por el Decreto No. 2229 de 1994 a continuación se mostrarán los compuestos y respectivas composiciones permitidas para el desarrollo y comercialización de una bebida hidratante.

1. Concentración osmótica: la cual permitirá una rápida absorción y su osmoralidad según la normatividad debe estar comprendida entre 200 y 420 mOsm/L.
2. Concentración de electrólitos: donde se establecen los minerales presentes en las bebidas hidratantes en forma de sales solubles y absorbibles en las siguientes concentraciones (en unidades de meq/L).

Tabla 4.

Composiciones de electrolitos permitidas en la normatividad colombiana.

Mineral	Límite mínimo	Límite máximo
Sodio	10	20
Cloruro	10	12
Potasio	2,5	5
Calcio		3
Magnesio		1,2

Nota: Especificaciones de composición de minerales en la bebida hidratante. Tomado: Resolución 2229 de 1994 [Ministerio de Salud]. Por la cual se dictan normas referentes a la composición, requisitos y comercialización de las Bebidas Hidratantes Energéticas para Deportistas. 12 de abril de 1994.

3. Contenido de carbohidratos: puede estar presente únicamente un carbohidrato o una mezcla de los siguientes:

- Glucosa (Dextrosa)
- Sacarosa
- Maltodextrina
- Fructosa: No puede ser la única fuente energética.

la composición total esta entre el 3% y 6% (166 – 333 mOsmol/L glucosa).

4. Contenido de vitaminas: se establece según las cantidades recomendadas diariamente, sin embargo, solo permite adición de ciertas vitaminas y las composiciones de las mismas se encuentran consignadas en la Resolución No.11488 de 1984.

- Tiamina
- Riboflavina
- Piridoxina
- Niacina
- Vitamina C

5. Contenido de aditivos: finalmente la normativa establece la adición de aditivos tales como:

- Colorantes: composiciones establecidas en la Resolución No. 10593 de 1985 a su vez se establece la mezcla que se puede dar con solventes: Carbonato de Sodio, Bicarbonato de Sodio, Cloruro de Sodio, Glucosa, Lactosa, Sacarosa, Dextrinas, Almidones, Acidos Cítrico, Tartárico, Láctico, Cera de Abejas, Gelatina, Pectina, Etanol, Glicerol, Sorbitol, Aceites y Grasas Comestibles, Alginatos de Amonio, Sodio y Potasio, Agua, Gliceril Monoestereato, Sulfato de Sodio, Hidróxido de Aluminio. Todos deben ser grado alimenticio.
- Saborizantes: según la resolución 4150 de 2009 un saborizante es un producto añadido a un alimento para impartir, modificar o intensificar su aroma.

- Conservantes: para efectos de composiciones se encuentran establecidas en la Resolución No. 4125 de 1991, las sustancias conservantes deben ser inocuas y no deben emplearse para encubrir deficiencias sanitarias de las materias primas, ni malas prácticas de manufactura y, además, cumplirán con las especificaciones del Codex Alimentarius, del Food Chemical Codex o de los Farmacopeas vigentes en Colombia.
- Antioxidantes: La Resolución No. 4124 de 1991 establece cuales y en que cantidad es permitido este componente.
- Alcalinizantes y acidulantes

A su vez dentro de la Resolución se encuentran los parámetros microbiológicos establecidos para la bebida hidratante, especificados así:

- Requisitos microbiológicos mezclas en polvo

Tabla 5.

Requisitos microbiológicos mezclas en polvo permitidas en la normatividad colombiana.

Recuento microorganismos mesofilicos/g	Menor de 10
NM. P Coliformes totales/g	Menor de 3
NMP Coliformes fecales/g	Menor de 3
Esporas clostridium sulfito reductor/g	Menor de 10
Hongos y levaduras/g	Menor de 10

Nota: Especificaciones microbiológicas. Resolución 2229 de 1994 [Ministerio de Salud]. Por la cual se dictan normas referentes a la composición, requisitos y comercialización de las Bebidas Hidratantes Energéticas para Deportistas. 12 de abril de 1994.

- Requisitos microbiológicos bebida lista para consumo

Tabla 6.

Requisitos microbiológicos bebida lista para consumo permitidas en la normatividad colombiana.

Recuento microorganismos mesofilicos/g	100
NM. P Coliformes totales/g	Menor de 3
NMP Coliformes fecales/g	Menor de 3
Esporas clostridium sulfito reductor/g	Menor de 10
Hongos y levaduras/g	Menor de 10

Nota: Especificaciones microbiológicas. Resolución 2229 de 1994 [Ministerio de Salud]. Por la cual se dictan normas referentes a la composición, requisitos y comercialización de las Bebidas Hidratantes Energéticas para Deportistas. 12 de abril de 1994.

Otros de los parámetros fisicoquímicos a tener en cuenta en la elaboración de cualquier tipo de bebida hidratante son:

2.3.2. Determinación del pH.

Generalmente una bebida hidratante debe mantener un pH en el rango de 3,8 a 4,5. En la escala de pH los valores menores que 7 (punto neutro) indican que la bebida es ácida.

2.3.3. Determinación grados Brix.

Esta medida corresponde al porcentaje de sólidos solubles presentes en la bebida hidratante, es decir, indica la cantidad de azúcares presente en los jugos de fruta la cantidad generalmente establecida en una bebida hidratante es de 12 °Brix.

2.3.4. Determinación de humedad.

El contenido de humedad se determina mediante un método termogravimétrico, es decir, por pérdida por secado, mediante el cual se calienta la muestra y se registra la pérdida de peso debida

a la evaporación de la humedad, generalmente en una bebida hidratante este porcentaje se encuentra en un promedio de 4%.

2.3.5. *Determinación de la densidad.*

Es una magnitud intensiva, que expresa la relación entre la masa y volumen.

1.1.2.a Normatividades en el mundo. En continentes como Europa la normatividad se comporta de la siguiente manera para las composiciones de bebidas hidratantes:

Inicialmente, establece un volumen máximo y mínimo de consumo de bebidas donde se especifica que la tendencia debe ser reducir el volumen de ingesta al mínimo a medida que existe mayor movilización de masa corporal, poniendo como ejemplo que se generará mayor movilización de masa corriendo que en ciclismo. [13]

A su vez, especifica una cantidad máxima y mínima de composición de azúcares, esta se determinará bajo el parámetro de intensidad de la actividad física realizada, poniendo como ejemplo carreras de larga duración donde se indica añadir azúcares de índice glucémico lento (fructosa) que generalmente tiende a generar malestares gastrointestinales y mala absorción, mientras que se determina que para actividades de muy alta intensidad y poca duración se deberán incluir azúcares con alto índice glucémico (glucosa o maltodextrina). Sin embargo, y por la situación mencionada anteriormente, esta normativa también establece una composición menor del 33% de fructosa en la mezcla de azúcares totales. [13]

En cuanto, a la composición de sales minerales se muestran composiciones de un único electrolito, que es el sodio en una cantidad mínima de 460 mg/L y 1200 mg/L como composición máxima, donde se recomienda incrementar el sodio con el fin de evitar estados de deshidratación (hiponatremia), teniendo en cuenta también la exposición a condiciones climatológicas (frío, calor, humedad alta).

En continentes como Oceanía, específicamente en Australia las composiciones de las bebidas hidratantes se establecen como 229,9 mg/L contenido de sodio, en cuanto a carbohidratos se establecen los mismos posibles componentes, es decir, sacarosa, glucosa, fructosa, dextrosa y

maltodextrina; determinando un límite mínimo de 50 g/L y uno máximo de 100 g/L de azúcares totales, realizando la misma aclaración en cuanto a la fructosa.

La normatividad australiana también determina ciertos compuestos para agregar a la bebida, los cuales se estudiaron a fondo durante la investigación para determinar cuáles de ellos son más óptimos y útiles dentro de la composición de la bebida, algunos de ellos son; fosfatos de calcio, citratos de calcio, citratos de potasio, citratos de sodio, carbonatos de potasio (incluyendo el bicarbonato de potasio), también los diferentes cloruros de potasio, calcio y sodio. [14]

Según la información encontrada, se pudo determinar que la normatividad colombiana se encuentra de cierta manera desactualizada y es esta misma la que no permite obtener mejores resultados en cuanto al objetivo principal de las bebidas hidratantes, puesto que los límites impuestos en la resolución 2229, son bastante menores al menos comparada con la normatividad europea, sin embargo, en comparación con la australiana la composición de electrolitos tiende a ser muy parecida, pero la de azúcares tiende a ser mucho mayor a la presente en la normatividad colombiana.

3. OBJETIVOS

3.1. General

- Diseñar una bebida hidratante bajo parámetros fisicoquímicos establecidos y normatividad alimentaria vigente.

3.2. Específicos

- Determinar los parámetros de diseño de una bebida hidratante energética para deportistas soportado en referencias bibliográficas.
- Establecer las especificaciones técnicas de los procesos y parámetros fisicoquímicos involucrados en la producción de la bebida hidratante.
- Realizar una evaluación de calidad general de la bebida diseñada.
- Analizar los costos de producción de bebidas hidratantes energéticas para deportistas.

4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo la investigación realizada se utilizaron diversos motores de búsqueda que permitieran establecer materias primas y sus porcentajes de composición, a su vez que se encontraran avalados dentro de la normatividad y que tuvieran estudios clínicos en deportistas que mostraran que afecciones se pueden generar en la salud con el consumo de estas bebidas.

Este tipo de estudios generalmente se desarrollan en institutos de medicina y nutrición para deportistas como el Colegio Americano de medicina del deporte (American College Of Sports Medicine (ACSM)) por sus siglas en inglés, también institutos especializados en nutrición de deportistas y finalmente en departamentos de investigación de diferentes universidades especialmente en la universidad de Loughborough, quienes cuentan con un amplio repositorio sobre este tema de nutrición e investigación de los individuos que practican cierta actividad física.

En su mayoría los documentos, artículos de revistas, reportes de estudios en deportistas y artículos académicos utilizados en este proyecto de investigación se encontraban en inglés, sin embargo, para el proceso de producción de la bebida se tuvieron en cuenta diversos trabajos de grado realizados alrededor de esta temática, en diferentes países latinoamericanos.

El principal criterio de selección tenido en cuenta durante el desarrollo de esta investigación fue la veracidad de los datos allí depositados, por tanto, fue necesario la selección de aquellos artículos que provenían de institutos confiables y que han tenido un largo trayecto en cuanto a este tipo de investigaciones.

5. PROCESO DE PRODUCCIÓN

La metodología del proyecto se define bajo una investigación teórica que tiene por objetivo la generación del conocimiento y la recolección de datos para generar nuevos conceptos generales y parámetros de diseño.

Según la bibliografía consultada el proceso de obtención de una bebida hidratante se da de la siguiente manera:

5.1. Recepción de materia prima

En caso de tener ciertos componentes o frutas naturales como componentes de la bebida hidratante se requiere realizar un debido proceso de recepción que se divide en:

5.1.1. Pesado

Se establecen con exactitud la cantidad de materia prima disponible para la elaboración del producto.

5.2. Mezclado

Este consiste en el mezclado de todos los componentes (electrolitos, carbohidratos, vitaminas) en las cantidades seleccionadas que se mostraran más adelante basados en los estudios realizados, y la demostración de eficacia en cuanto a hidratación y generación de energía de la bebida.

5.3. Análisis

Finalmente, a la bebida se deben realizar los respectivos análisis fisicoquímicos, bromatológicos, microbiológicos y sensoriales, que determinen la calidad y el apto consumo de la bebida hidratante.

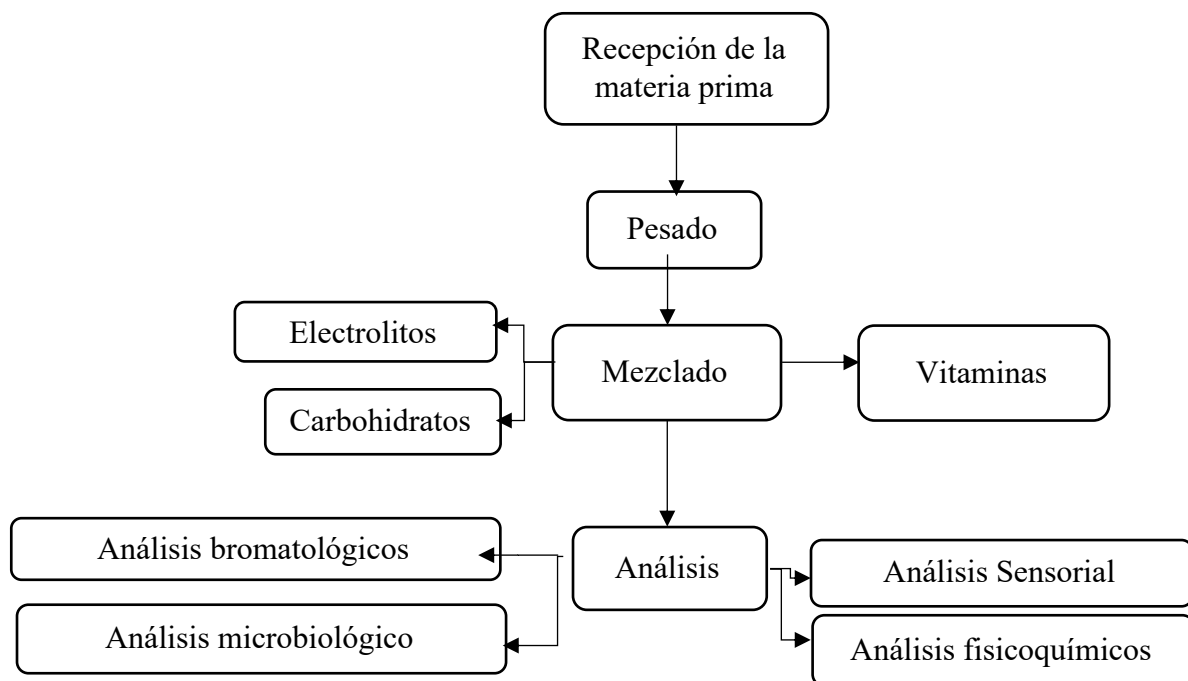
5.4. Equipos

Por lo regular en el proceso de producción de una bebida hidratante se utilizan los siguientes equipos y utensilios; Espectroscopio de Absorción Atómica, Espectrofotómetro Ultra violeta Visible, Potenciómetro o pH-metro, Refractómetro, Baker, Agitadores, Balanzas, Recipientes plásticos, embudos, Espátula.

Este tipo de bebidas puede contener dentro de sus componentes no solamente saborizantes artificiales sino el lugar de estos, frutos orgánicos, la diferencia radicaría mas concretamente en el estudio que se deberá realizar previamente a la fruta para determinar propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, que generalmente serán las características que tenderían a afectar la composición y estabilidad de la bebida, se debe tener en cuenta que será necesario agregar un conservante que no permita que este componente natural afecte la calidad de la bebida, adicionalmente, realizar un estudio profundo del fruto a utilizar, como su taxonomía, ecología, maduración cosecha, e índice de madurez entre otras, también se deberán tener en cuenta otras operaciones en el momento de preparación de las materia prima, tales como la selección de la materia prima, una desinfección y la preparación del jugo.

Tabla 7.

Diagrama flujo producción bebida hidratante



Nota: Representación diagrama de flujo del proceso de producción de bebidas hidratantes, desarrolladas con componentes como minerales, carbohidratos, electrolitos y vitaminas.

6. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

Actualmente en Colombia las bebidas hidratantes se encuentran regidas por el decreto número 2229 de abril 12 de 1994 en la cual se presentan las normas referentes a composición, requisitos y comercialización de las bebidas. En este se considera como alimento enriquecido las bebidas destinadas a “proporcionar nutrientes por esfuerzos físicos extraordinarios” o condiciones especiales del medio ambiente; adicionalmente considera como bebida hidratante aquellas destinadas a calmar la sed y reemplazar el agua y los electrolitos perdidos durante el ejercicio físico para mantener el equilibrio metabólico y a suministrar fuentes de energía de fácil absorción y metabolismos rápido. Este aplica a las bebidas hidratantes energéticas listas para consumo, las mezclas en polvo, y concentrados líquidos destinados a ser diluidos.

Para dar el cumplimiento de los objetivos planteados y teniendo en cuenta la normatividad vigente se realizó la respectiva investigación en estudios realizados a las bebidas hidratantes en diferentes tipos de deporte, condiciones de exposición a el calor diversas e individuos completamente heterogéneos, dentro de estas investigaciones se abarcaron temas de composiciones, malestares generados por bebidas hidratantes, características de ciertas materias primas y las preferencias en cuanto al sabor, a continuación se presentarán los aportes considerados más importantes para el desarrollo del diseño de una bebida hidratante para deportistas en los últimos años.

Las bebidas hidratantes son una opción conveniente para tratar simultáneamente las necesidades de combustible, fluidos y electrólitos antes, durante y después del ejercicio, el consumo de estas en estos tres momentos podrían ser determinantes para el desempeño y la rápida recuperación del deportista.

- Consumo antes del ejercicio: pueden incorporarse a la comida pre-ejercicio o pueden ser consumidas inmediatamente antes del ejercicio para cubrir el nivel de fluidos y combustible
- Consumo después del ejercicio: pueden ser parte de los bocadillos y comidas de recuperación post-ejercicio para ayudar con la rehidratación. También pueden contribuir a cubrir la

recuperación de combustibles, pero deberían considerarse otros productos alimenticios/deportivos para cubrir las necesidades de recuperación totales.

- Consumo durante el ejercicio: Es el papel más importante de las bebidas deportivas para promover la hidratación y la reposición de combustibles durante el ejercicio.

Otro factor que debe restaurarse después del ejercicio para que el rendimiento posterior no se vea afectado es el glucógeno muscular, las bebidas deportivas están en una posición ideal para cumplir este y el estado de hidratación óptimo. Existe una clara evidencia de que beber durante el ejercicio puede mejorar el rendimiento, siempre que el ejercicio tenga una duración suficiente para que la bebida se vacíe del estómago y se absorba en el intestino. En general, beber agua pura es mejor que no beber nada, pero beber una bebida hidratante con carbohidratos y electrolitos correctamente formulada puede permitir un rendimiento aún mejor en el ejercicio. Es importante para la rehidratación después del ejercicio el consumo tanto de un volumen adecuado de líquido (mayor que el déficit neto del volumen de sudor perdido) como de la cantidad de sodio. Sin ambos, la rehidratación no será rápida ni completa ni se mantendrá. [15]

La pérdida de agua y electrolitos se da respectivamente en dos compartimentos diferentes, intracelular y extracelular, los cuales representan el 65% y el 35% del agua corporal total (TBW), esta pérdida no tiene relación con el modo de ejercicio, la pérdida de sudor es hipotónica en relación con el plasma, lo que significa que perdemos más agua que electrolitos, y esta es la forma en que debemos reponerla.

Normalmente, antes de comenzar el ejercicio, debe asegurarse el estado de euhidratación (niveles normales de electrolitos en plasma) factores como la osmolalidad, gravedad específica y el color de la orina son marcadores que utilizan como guía para determinar este tipo de estados.

Se ha investigado el efecto de la hipohidratación en diferentes tipos de rendimiento físico, incluido el rendimiento físico de fuerza, potencia y resistencia de alta intensidad, rendimiento de resistencia y logro de habilidades, rendimiento cognitivo, estado de ánimo y preparación mental obteniendo diferentes conclusiones:

- Las reducciones en la masa corporal en el orden de 3 a 4% parecen atenuar constantemente la fuerza en aproximadamente 2%, la potencia en 3% y la resistencia de alta intensidad en 10%, lo que sugiere que las alteraciones en el agua corporal total no lo hacen afectar algún aspecto de la generación de fuerza muscular [16].
- Las reducciones en la masa corporal del orden de 2-3% parecen no tener un efecto significativo en el rendimiento de la carrera de velocidad, es decir, cuando la masa corporal se "lleva" [16].
- Las reducciones en la masa corporal del orden del 2 al 7% reducen significativamente el rendimiento del ejercicio de resistencia, particularmente en ambientes que son más cálidos que 30 ° C [17].
- Las reducciones en la masa corporal del orden del 1-2% parecen no tener influencia en el rendimiento del ejercicio de resistencia cuando la duración del ejercicio es menor de 90 minutos y el ambiente es templado (20-21 °C) [17].

Para atletas que tienen un perfil de energía restringido o para quienes están intentando alcanzar una contextura física mayor, el abuso de fluidos ricos en energía como las bebidas deportivas puede crear problemas con el balance de energía y la densidad total de nutrientes de la dieta. Es por esto que cada bebida debe ser mezclada y consumida bajo las recomendaciones del fabricante para asegurar que se cumplan de manera óptima las metas del consumo de fluidos y carbohidratos y la tolerancia gastrointestinal.

Hacer ejercicio con regularidad genera requisitos de nutrientes adicionales para satisfacer la demanda de energía impuesta por el aumento del gasto energético. Si no se mantiene un equilibrio energético, se producirá una disminución de la masa corporal, una pérdida de tejido activo y fatiga crónica.

Si se quiere mantener la masa corporal y los niveles de rendimiento, una alta tasa de gasto energético debe ir acompañada de una ingesta calórica igualmente alta. La energía necesaria para el ejercicio se genera mediante la oxidación de lípidos y carbohidratos en el cuerpo. La proteína

también se oxida, pero solo cubre alrededor del 5% de las necesidades energéticas [2]. A niveles de intensidad moderada de hasta el 50% de la absorción máxima de oxígeno (VO_2 máx.), La oxidación de lípidos juega el papel dominante en la energía generada. Sin embargo, a medida que la intensidad aumenta hasta aproximadamente un 75% del VO_2 máx., Los carbohidratos se convierten en la principal fuente de combustible. Si los carbohidratos no están disponibles para la oxidación, o solo están disponibles en cantidades limitadas, entonces la intensidad del ejercicio debe reducirse a un nivel en el que la oxidación de lípidos pueda volver a ser la principal fuente de energía [18]

El agua, las proteínas, los carbohidratos y las grasas (macronutrientes) se consumen en grandes cantidades (> 100 g/d), mientras que las vitaminas y los minerales (micronutrientes) se ingieren en cantidades mucho más pequeñas (de miligramos a microgramos por día).

Estas diferencias de magnitud reflejan tasas de rotación en el cuerpo y funciones específicas. Los macronutrientes proporcionan las fuentes de energía necesarias para alimentar el cuerpo, mantener la hidratación celular y proporcionar la estructura del cuerpo para realizar el trabajo físico.

Mientras que los micronutrientes permiten el uso de macronutrientes para todos los procesos fisiológicos. A pesar de su relativa escasez en la dieta y el cuerpo, las vitaminas y los minerales son reguladores clave de la salud y la función, incluido el rendimiento físico.

6.1. Análisis componentes bebidas hidratantes

6.1.1. Electrolitos

La bibliografía indica que el único electrolito necesario agregar a una bebida hidratante durante el ejercicio es el sodio, que generalmente se agrega como cloruro de sodio, pero que también se puede agregar como otras sales como el citrato de sodio.

El papel del sodio dentro de la bebida será estimular la absorción de azúcar y agua en el intestino delgado y así ayudar a mantener el volumen de líquido extracelular y a su vez mantener el impulso

de beber logrando mantener así alta la osmolalidad plasmática. Generalmente en la actividad regular e intensa debe existir una hidratación constante, para mantener una vida sana, es decir, el equilibrio entre pérdida y recuperación de agua y electrolitos.

En la mayoría de las bebidas suplementadas, se incluyen sales para ayudar a regular el equilibrio de líquidos en el cuerpo. Es importante determinar la cantidad de electrolitos de la dieta junto con efectos farmacológicos, porque muchos electrolitos de la dieta, especialmente los cationes, pueden tener efectos perjudiciales cuando están en exceso. La osmolaridad y el contenido de carbohidratos de las bebidas deportivas son criterios que subyacen a su clasificación según los cuales se establece el momento de su administración. [7]

En evidencias científicas se demostró que la ingestión de una solución de carbohidratos y electrolitos de 150 a 250 ml cada 15 a 20 minutos durante el ejercicio de intensidad moderada está recomendada [19].

Iones como el potasio, el sodio y el cloruro del agua de coco pudieron promover la rehidratación y apoyar el ejercicio posterior [20]. Por otro lado, el ejercicio intenso puede causar importantes perturbaciones iónicas en Ca^{2+} , Cl^{-} , H^{+} , K^{+} , lactato y Na^{+} que pueden disminuir la excitabilidad del sarcolema (membrana citoplasmática de las fibras musculares), la liberación de Ca^{2+} y forzar la contracción del músculo esquelético [21]. Por este motivo, el mantenimiento de la homeostasis iónica puede jugar un papel clave en los ejercicios intensos.

El sodio es el catión más abundante en el líquido extracelular del cuerpo humano y es crucial para el mantenimiento del volumen plasmático, el equilibrio ácido-base, las funciones celulares normales y la transmisión de los impulsos nerviosos. En personas sanas, casi el 100% del sodio ingerido por los alimentos se absorbe durante la digestión. Por otro lado, la excreción urinaria a través de los riñones es la forma más importante de eliminación del sodio del cuerpo.

El potasio en forma de catión potasio (K^{+}) es fundamentalmente importante para la vida humana y se ha identificado como un nutriente de escasez en poblaciones de muchos países [22].

Además del NaCl, se emplean varias sales inorgánicas como mejoradores del sabor de los sustitutos de la sal a base de KCl, por ejemplo, cloruro de calcio como dihidrato ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o hexahidrato ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), sulfato de calcio como dihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), sulfato de magnesio heptahidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), cloruro de magnesio (MgCl_2) o su hexahidrato ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), sulfato de sodio (Na_2SO_4), sulfato de potasio (K_2SO_4), carnalita ($\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kainita (KMgCl_2O) [$\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$], así como algunas de sus combinaciones particulares. Además, incluso las sales de calcio y magnesio insolubles en agua o, más precisamente, muy poco solubles como el carbonato de calcio (CaCO_3), el dihidrogenofosfato de calcio [$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$], el hidrogenofosfato de calcio [CaHPO_4], el fosfato de calcio [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$], carbonato de magnesio (MgCO_3) y fosfato de magnesio [$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$] se han utilizado con el mismo propósito [23].

Generalmente se agregan cinco electrolitos a las bebidas deportivas, aunque solo dos son realmente necesarios para el 99,9% de los atletas: sodio y cloruro. Los otros tres son potasio, calcio y magnesio de los cuales también se registran pérdidas en el sudor, por eso es importante incluirlos en la composición de la bebida hidratante en pequeñas cantidades para los atletas de ultra-resistencia, que sudan mucho durante horas seguidas. También se hizo una descripción de las propiedades sensoriales de las mezclas de KCl-NaCl podrían mejorarse adicionalmente mediante el uso de sal que contiene sulfato o una combinación de sal o sales que contienen sulfato y cloruro. Se ha descubierto que los mejoradores del sabor de esta invención son K_2SO_4 , $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ o $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Una de las formulaciones preferidas consistía en:

Tabla 8.

Composiciones de mejoramiento de electrolitos.

Composición	Compuestos
51,5%	NaCl
36%	KCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
4%	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
3%	K_2SO_4
2%	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Nota: Recopilación de composiciones recomendadas dentro de la bibliografía consultada.

El efecto de la ingesta de sodio sobre el equilibrio de líquidos, y la retención de líquido ingerido cuando está hipohidratado está directamente relacionada con la concentración de sodio de la bebida [24].

Por el contrario, la adición de potasio a las bebidas ingeridas después de la hipohidratación inducida por el ejercicio o de líquidos y no parece aumentar la retención de bebidas. Según el estudio realizado parece probable que el sodio desempeñara un papel más importante en la reducción de la producción de orina observada. Si se mantiene la ingesta de sodio, también se mantiene el equilibrio de electrolitos y se atenúa la diuresis asociada con la restricción de energía grave. El sodio y el potasio son los principales cationes en los espacios extracelular e intracelular, respectivamente, y son responsables de la regulación del volumen de los compartimentos de líquidos. [25]

Además de su función farmacológica, el sorbato de potasio se utiliza para proteger la frescura y el sabor de algunas bebidas. El potasio es el electrolito intracelular más importante y tiene un papel importante en la contractilidad y función del músculo cardíaco está presente en el plasma sanguíneo en concentraciones mucho más bajas que el sodio.

Otro de los electrolitos que se incluye en la bebida hidratante es el magnesio ya que es un cofactor en muchos procesos enzimáticos. El magnesio tiene un papel fundamental en la modulación del tono del músculo liso vascular, la función de las células endoteliales y la excitabilidad del miocardio al controlar las variaciones intracelulares de potasio y calcio en el retículo sarcoplásmico. Además, la deficiencia de magnesio es responsable de la irritabilidad muscular.

Por otro lado, en el cuerpo humano, el calcio se encuentra en los dientes y los huesos, desempeñando un papel estructural para el esqueleto, el lugar principal para almacenar el calcio [26]. El calcio iónico juega un papel importante en el sistema de fosforilación oxidativa, en el medio extracelular.

El calcio de la dieta tiene un mayor impacto en la formación ósea que el calcio suplementario, mientras que los riesgos cardiovasculares impuestos por la ingesta excesiva de calcio parecen estar más relacionados con los suplementos de calcio que con el calcio de la dieta [27].

6.1.2. Carbohidratos

Las concentraciones altas de carbohidratos retrasarán el vaciado gástrico, reduciendo así la cantidad de líquido disponible para la absorción: concentraciones muy altas también resultarán en la secreción de agua en el intestino y, por lo tanto, aumentarán temporalmente la probabilidad de deshidratación [15].

Para determinar el efecto del consumo de carbohidratos antes de la actividad física, se deben tener en cuenta varios factores:

- Estado de entrenamiento de los sujetos
- La intensidad del ejercicio
- La forma de carbohidrato consumida
- El tipo de ejercicio
- La duración del ejercicio
- El momento de la ingesta, tipo y cantidad de carbohidrato consumido.

El consumo de grandes cantidades de carbohidratos antes del ejercicio puede resultar en concentraciones altas de glucosa e insulina al inicio del ejercicio, lo aumenta la captación de glucosa muscular durante el ejercicio, y también el riesgo de desarrollar una hipoglucemia de rebote. Esta caída puede evitarse mediante la alta velocidad simultánea de suministro de carbohidratos ingeridos. Con esto es posible plantear que la ingestión de una gran cantidad de carbohidratos antes del ejercicio resultaría en un mejor mantenimiento de las concentraciones de glucosa plasmática estables y mejoraría el rendimiento.

Para este estudio se realizaron tres mezclas con diferentes concentraciones de glucosa (D-Glucosa monohidrato, Meritose 200, Amylum Reino Unido, Reino Unido), los sujetos ingirieron

una solución que contenía 25 g (BAJA), 75 g (MED), 200 g (ALTA) de glucosa o un placebo endulzado artificialmente (PLAC) sin glucosa (sacarina, edulcorantes en tabletas Tesco, Reino Unido) todos preparados con agua destilada hasta un volumen de 500 ml. Se aplicó un factor de corrección para tener en cuenta la diferencia de masa molecular entre la glucosa y la dextrosa monohidrato multiplicando la cantidad de glucosa por 1,1 (198/180). En un intento de hacer que las bebidas tengan un sabor similar, se agregaron a todas las bebidas 100 ml de un sabor a naranja líquida sin energía (bebida placebo Lucozade, SmithKline Beecham, Consumer Healthcare, Reino Unido).

A continuación, se realiza una comparación de los datos obtenidos en cuanto a la caída en la concentración de insulina y el consumo de carbohidratos principalmente mezcla de maltodextrina y glucosa.

Tabla 9.

Comparación de concentración de insulina vs consumo carbohidratos.

22 g de carbohidratos	75 g de carbohidratos	155 g de carbohidratos
No se puede prevenir	Se puede prevenir	No se puede prevenir

Nota: comparación de los datos obtenidos en cuanto a la caída en la concentración de insulina y el consumo de carbohidratos principalmente mezcla de maltodextrina y glucosa.

Adicionalmente se indica que la magnitud de la caída en la concentración de glucosa después de la ingestión de glucosa antes del ejercicio no está relacionada ni con la cantidad de carbohidratos ingerida ni con la concentración de insulina antes del ejercicio.

En el Laboratorio de Rendimiento Humano, Facultad de Ciencias del Deporte y el Ejercicio, ubicado en la Universidad de Birmingham, Edgbaston, Reino Unido se realizó un estudio para verificar que combinación de carbohidratos generaba mayores tasas de oxidación, para esto se usó glucosa monohidrato derivada del maíz (Cerestar, Manchester, Reino Unido) fructosa cristalina (Krystar 300, AE Staley Manufacturing Company, Illinois) y sacarosa derivada de la caña de

azúcar (Tate y Lyle Europe, Londres, Reino Unido). El enriquecimiento en ^{13}C de la glucosa, fructosa y sacarosa ingeridas se determinó mediante espectrometría de masas de relación de isótopos-analizador elemental (IRMS; Europa Scientific GEO 20-20, Crewe, Reino Unido) todas las bebidas tenían una composición de $20 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de cloruro de sodio (Sigma-Aldrich, Dorset, Reino Unido).

Para los respectivos análisis estadísticos se utilizó ANOVA bidireccional para medidas repetidas y así poder comparar las diferencias en la utilización del sustrato y en los parámetros relacionados con la sangre a lo largo del tiempo entre los ensayos, para la comparación de variables entre dos condiciones se llevó a cabo utilizando una prueba t de Student para muestras pareadas, después de todas las pruebas y respectivos análisis fue posible obtener los siguientes resultados:

- La oxidación de carbohidratos exógena mostró un aumento gradual con el tiempo y se estabilizó después de aproximadamente 105-120 min de ejercicio.
- La ingestión de dos carbohidratos diferentes durante el ejercicio (glucosa y fructosa o glucosa y sacarosa) resultó en tasas de oxidación de carbohidratos exógenas entre un 20% y un 55% más altas en comparación con la glucosa
- La ingestión de tres carbohidratos (glucosa, fructosa y sacarosa) cada uno con diferentes sistemas de transporte para la absorción, dio como resultado tasas máximas de oxidación de carbohidratos exógeno obtenidas hasta la fecha alrededor de $1,70 \pm 0,07 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$.
- El consumo de carbohidratos durante el ejercicio prolongado de intensidad moderada a alta puede posponer la fatiga y mejorar el rendimiento del ejercicio esto al prevenir la hipoglucemia y mantener altas tasas de oxidación de carbohidratos al final del ejercicio, cuando las reservas de carbohidratos endógenas están casi agotadas.
- Cuando se consume una solución hiperosmolar (glucosa), el vaciado gástrico es inhibido, lo cual generará malestares estomacales en los deportistas [28].

Existe un claro consentimiento en la bibliografía consultada sobre la utilidad de la ingesta de carbohidratos que casi siempre retrasa el inicio de la fatiga y mejora el rendimiento durante el ejercicio prolongado, es decir, que tenga una duración de 2 horas o más, así como en actividades de menor duración, pero de mayor intensidad [29].

Se estudió el efecto de los carbohidratos carbonatados en ciclistas sometidos a un esfuerzo intenso y no se observaron diferencias significativas de ácido gástrico entre los atletas que recibieron diferentes tipos de bebidas, lo que sugiere que la adición de carbonato a la bebida hidratante no tuvo influencia en la función gástrica, no hubo molestias en el GI. tracto y ningún efecto sobre el rendimiento deportivo [30].

Cuando se consume una bebida deportiva durante el ejercicio, los carbohidratos se transportan de la sangre al músculo, donde luego se pueden convertir en energía. Normalmente, la insulina controla la captación de glucosa. Sin embargo, durante los períodos de intensa actividad hay una disminución en la producción de insulina y la glucosa se transporta al músculo principalmente por la contracción de la célula muscular. La absorción de glucosa en el músculo es fundamental para preservar el glucógeno muscular. En la medida en que se conserva el glucógeno muscular, hay una mejora en la capacidad de resistencia ya que se dispone de más glucógeno muscular en las últimas etapas del ejercicio. Se ha demostrado que cuando se estimula la insulina durante el ejercicio intenso hay una mayor captación de glucosa. El aumento del consumo de carbohidratos durante el ejercicio puede estimular la insulina hasta cierto punto. Sin embargo, cuando se consumen altos niveles de carbohidratos durante el ejercicio, no vacían el estómago rápidamente, por lo que la ingesta de carbohidratos se vuelve un factor limitante en su capacidad para estimular la insulina.

La absorción de carbohidratos durante el ejercicio prolongado es muy importante porque su disponibilidad en el músculo y el sistema nervioso central disminuye durante el entrenamiento. Los carbohidratos SED son mezclas de diferentes monosacáridos (glucosa, fructosa de jarabe de maíz), disacáridos (sacarosa) y oligosacáridos (maltodextrina), que en ocasiones podrían interactuar e inducir una mayor absorción y oxidación de carbohidratos durante el ejercicio [31]. El número serial estándar internacional recomienda una cantidad de carbohidratos entre 3,0 y 5,0 g / kg pc / día para personas que realizan ejercicio físico normal, mientras que para ejercicios de intensidad moderada a alta se recomienda 5,0-8,0 g / kg pc / día. Este rango es aún mayor para el entrenamiento intenso (8,0 10 g / kg pc / día). La intensidad del entrenamiento, la duración de la sesión de ejercicio y el tipo de entrenamiento imponen diferentes cantidades de carbohidratos [32].

Se demostró que el consumo de bebidas hidratantes con azúcares naturales (fructosa, glucosa y sacarosa) va acompañado de aumentos en la frecuencia cardíaca, el gasto cardíaco [33], y la tasa de ventilación pulmonar [34]. La sacarosa y la glucosa son responsables de la reducción de la resistencia periférica total y del aumento de la capacidad cardíaca, mientras que la fructosa tiende a aumentar la resistencia periférica total [35]. Una dieta con un exceso de azúcares simples durante un período prolongado de tiempo se asocia con el desarrollo de obesidad y resistencia a la insulina. Como respuesta al exceso de azúcar, las células beta pancreáticas aumentan la secreción de insulina. En ciertos individuos, las células beta se vuelven incapaces de secretar suficiente insulina para mantener niveles normales de glucosa en sangre, lo que lleva al desarrollo de diabetes.

La fructosa consumida en cantidades relativamente altas ($\geq 20\%$ de la ingesta total de energía) tiene un efecto metabólico único con respecto al metabolismo hepático, que produce resistencia a la insulina, acumulación de grasa visceral y dislipidemia. Sin embargo, recientemente se sugirió que la fructosa no promueve el aumento de peso en humanos a menos que se consuma en dosis altas en dietas hipercalóricas.

El inositol es un poliol menos dulce que el azúcar común, que está presente en la SED y demostró estar involucrado en la neurotransmisión, la señalización de la insulina y la oxidación de grasas, con efectos secundarios desconocidos en las concentraciones habituales de la bebida hidratante para deportistas [31].

Los ejercicios prolongados (60-90 min) con una absorción máxima de oxígeno del 65% al 80% dependen en gran medida de las reservas endógenas de glucógeno y se demostró que las estrategias de sincronización para la compensación de glucógeno podrían facilitar la recuperación y contrarrestar este cambio. La reposición de una gran cantidad de carbohidratos y líquidos viene impuesta por el ejercicio de alta intensidad. Se demostró que la ingestión de 355 a 473 ml (12 a 16 oz) de una solución con 6% a 8% de carbohidratos es una estrategia valiosa de reposición de líquidos, mientras se mantiene la glucemia y se mejora el rendimiento. Para estimular la recuperación del stock de glucógeno de los músculos después de ejercicios agotadores, podría ser

necesaria una ingestión rápida de una gran cantidad de carbohidratos por encima de 1,2 g / kg de peso corporal / h. [36].

El tipo de carbohidratos (oligosacáridos y almidón hidrolizado) o la adición de proteína (proteína de suero en polvo con carbohidrato) en la bebida hidratante disponible comercialmente no influyó en el rendimiento posterior del ejercicio, según lo evaluado por la "prueba de tiempo hasta el agotamiento". La producción de insulina durante el ciclismo de resistencia al 70% de captación máxima de oxígeno se mantuvo con proteína de suero en polvo con carbohidrato, en estado posprandial.

6.1.3. Vitaminas

Los productores de bebidas para deportistas incluyen vitaminas por su potencial ergogénico. Las vitaminas hidrosolubles son las precursoras de coenzimas o grupos protésicos de numerosas enzimas que median los procesos metabólicos. Debido a que las vitaminas B y C son solubles en agua, se asume que su exceso se excreta fácilmente, lo que garantiza la seguridad médica de los productos. A veces, en el mercado, existen bebidas hidratantes para deportistas con contenido de vitaminas superior al contenido recomendado por la recomendación dietética o AI. La dosis diaria recomendada representa el nivel diario promedio de absorción, suficiente para garantizar los requisitos de nutrientes para la mayoría de las personas sanas. AI representa el nivel de ingesta diaria promedio, que se recomienda para asegurar una dieta nutricionalmente adecuada cuando no se estableció la dosis diaria recomendada. Se basa en aproximaciones o estimaciones de la ingesta de nutrientes por parte de un grupo (o grupos) de personas aparentemente sanas, consideradas adecuadas. El UL tolerable representa la ingesta diaria más alta (de todas las fuentes) sin efectos adversos. [37].

Existe evidencia limitada de que la suplementación dietética con vitaminas antioxidantes (A, C y E) mejora el rendimiento humano. Los atletas de ultra-resistencia pueden consumir grandes cantidades de vitaminas antioxidantes (también minerales), que a veces superan las recomendaciones actuales. Es posible que, en dosis altas, las vitaminas antioxidantes se conviertan

en pro-oxidantes y provoquen una disminución del rendimiento y la recuperación, incluso problemas de salud [37].

7. COMPOSICIONES DISEÑO DE BEBIDA

La sudoración es un proceso fisiológico del cuerpo que permite la regulación térmica, esta se da por distintos factores como el ejercicio físico intenso, exposiciones a altas temperaturas, entre otros, en ella se tienen pérdidas de agua con cantidades mínimas de minerales tales como sodio, potasio, calcio y magnesio.

Existen muchos estudios en los que se demuestran que la recuperación de las pérdidas de sudor después del ejercicio se debe realizar proporcionando una cantidad de líquido igual o mayor a la cantidad perdida, sin embargo, esta cantidad es variable en cada individuo ya que existen otros criterios como el clima, el tipo de deporte y tipo de ropa. Este proceso se conoce como la rehidratación que se puede dar en un lapso de tiempo establecido y con el consumo de un volumen específico, sin embargo, para términos generales se establece que regularmente los deportistas pueden consumir un litro de bebida hidratante para la recuperación de los electrolitos perdidos durante el ejercicio.

Para poder tener una idea más clara de las composiciones presentes en las bebidas hidratantes existentes en el mercado, se realizó la siguiente tabla:

Tabla 10.

Comparativo de composiciones de bebidas en el mercado.

Componente	Gatorade 240ml	Squash 240ml	Éxito 100ml	Powerade 250 ml	Going (polvo) 10g	Lynks (polvo) 19g
Carbohidratos (g)	15	10	6	13	0,007	0,017
Calorías (kcal)	60	40	21	60	23	70
Sodio (mg)	460	105	45	100	351	180
Cloruro (mg)	426	101	40	-	-	1,4
Potasio (mg)	117	30	10	20	97	60

Acidulantes Conservantes Estabilizantes Antioxidantes	Acido cítrico NaCl Fosfato	Acido cítrico NaCl Fosfato	Acido Cítrico NaCl Cloruro de potasio Acido Ascórbico Benzoato de sodio	NaCl Acidulante 330 Conservantes		
Saborizante	Fruta Natural	Emulsiona do de frutas	Naturales y artificiales	Naturales	Naturales	Cafeína y Naturales
Otros	Sacarosa y citrato de sodio	Sacarosa glucosa y fructosa	Citrato de sodio glucosa y fructosa	Magnesio Calcio	Magnesio Calcio	Vitamina B2, B3, B5, B6, B12

Tabla 11. Continuación

Nota: Se determino una comparación con respecto a las bebidas ofrecidas actualmente en el mercado.

Además, a continuación, se mostrarán las composiciones de las bebidas elaboradas por la empresa Valtik S.A.S, para establecer si dentro del nuevo diseño se encuentran diferencias:

Tabla 12.

Composiciones bebidas de Valtik S.A.S

Componente	Hidratante Aqua	Hidratante Power	Hidratante Terra	Hidratante Aire
Carbohidratos (g)	29	30	29	29
Calorías (kcal)	120	120	120	120
Sodio (mg)	300	320	300	320
Cloruro (mg)	236	239	238	239
Potasio (mg)	110	135	120	135
Magnesio (mg)	10	10	10	10
Calcio (mg)	45	45	45	45
Azúcares (mg)	28	29	28	28

Saborizante	Naturales	Naturales	Naturales	Naturales
Vitaminas	Vitamina B6 y C	Vitamina B6 y C	Vitamina B6 y C	Vitamina B6 y C
Otros	fructosa, maltodextrina y sacarosa	dextrosa, fructosa, maltodextrina y sacarosa	dextrosa, fructosa, maltodextrina y sacarosa	dextrosa, fructosa, maltodextrina y sacarosa

Tabla 13.

Composiciones bebidas de Valtik S.A.S. Continuación

Nota: Composiciones de las bebidas ofrecidas por la empresa usada en el desarrollo del proyecto de grado.

Para el diseño de la bebida se considero un volumen de 750 mL, que incluya dentro de su contenido componentes capaces de brindar las cualidades esperadas en una bebida hidratante, el enfoque principal de estos componentes se dio a partir de los resultados depositados en cada estudio realizado, los cuales tuvieron en cuenta diferentes aspectos como una dieta, una exposición de los atletas a diferentes climas y tipos de humedad, edades de los atletas, y genero de estos.

Sin embargo, los resultados de los estudios obtenidos se generaron para composiciones muy por encima de los valores permitidos en la normatividad, razón por la cual se determinaron muchas de las siguientes composiciones de diseño en el tope máximo permitido esto con el fin de mantener el cuerpo debidamente hidratado y con la suficiente energía antes, durante y después de la actividad física realizada, a su vez también es importante tener en cuenta las patologías que cada elemento incluido originará, aunque esto de la misma manera que el índice de sudoración irá ligado a cada atleta y su condición de salud.

- Composición electrolitos

1. Sodio: según la normatividad el rango permitido es de 229,9 a 459,8 mg por cada litro de bebida, sin embargo, según los estudios realizados la tendencia de composición de sodio es bastante alta por la rápida recuperación que este brinda, en muchos de estos casos de

estudio sobrepasa el límite establecido en la normatividad, es por esto que se considera que la bebida óptima debe tener una composición de 459,8 mg por cada litro, para efectos de la bebida diseñada se tendrá una cantidad de 344,85 mg, y los posibles compuestos a usar con sus respectivas composiciones molares para lograr la concentración de sodio requerida para la bebida hidratante son:

Tabla 14.

Composiciones molares para el sodio.

Compuesto	Fórmula	Composición molar (mol)
Citrato de sodio	$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	0,005
Cloruro de sodio	NaCl	0,015
Bicarbonato de sodio	NaHCO_3	0,015

Nota: Determinación de la composición presente en la bebida diseñada.

Se determina que el elemento con mejores capacidades de hidratación y menores posibilidades de presentar patologías extrañas será el cloruro de sodio, ya que este ayuda a mantener el volumen de sangre correcto en el cuerpo esto por la retención de agua que genera, también tendrá grandes cualidades en cuanto a la palatabilidad presentada por la bebida, y finalmente condiciones a tener en cuenta para la producción como las de almacenamiento y facilidad de obtención de la materia prima.

2. Cloruro: Para el mantenimiento del volumen extracelular y la osmolalidad en el plasma sanguíneo se requieren no solo composiciones de sodio, también es necesario la adición de cloruro. Actualmente en Colombia la normatividad tiene un rango permitido de cloruro de 355 a 426 mg por cada litro de bebida, valor que no se encuentra muy alejado de los estudios realizados en deportistas, las altas tasas de sudoración tienen grandes pérdidas de cloruro y esto puede generar hipocloremia, es por esto que para este estudio de caso se aportará una composición de 425mg/L, sin embargo, para la bebida de 750 mL se hará un aporte de cloruro de 318,75mg para lo cual se usará cloruro de sodio esto por las

condiciones mencionadas anteriormente acerca de este compuesto y se requerirá un aporte de 0,015 mol de NaCl.

3. Potasio: la normatividad reglamenta que la composición permitida de potasio en cada bebida es de 97,5 a 195 mg por cada litro de bebida hidratante, según el INSTITUTO DE MEDICINA DE LAS ACADEMIAS NACIONALES, las pérdidas de potasio en el sudor varían; en condiciones en las que el volumen de sudor es mínimo, los valores consignados en la bibliografía oscilan entre 90 a 626 mg/ L [38]. El bajo consumo de potasio se expresa como hipopotasemia (es decir, un nivel de potasio sérico por debajo de 3,5 mmol/L) la cual puede provocar arritmias cardíacas, debilidad muscular, hipercalciuria e intolerancia a la glucosa. A su vez la hipopotasemia reduce la capacidad del páncreas para secretar insulina y, por tanto, es una causa reversible reconocida de intolerancia a la glucosa.

Según lo expuesto anteriormente y la bibliografía consultada se determina que el valor presente de potasio en la bebida que cumpliría con los requerimientos necesarios sería de 170 mg de potasio por cada litro de bebida, y para el estudio de caso en cuestión se tendría una composición de 127,5 mg, para lograr esta composición se tienen en cuenta compuestos como:

Tabla 15.

Composiciones molares para el potasio.

Compuesto	Fórmula	Composición molar (mol)
Bicarbonato de potasio	KHCO_3	0,0033
Cloruro de potasio	KCl	0,0033
Citrato de potasio	$\text{C}_6\text{H}_5\text{K}_3\text{O}_7$	0,001

Nota: Determinación de la composición presente en la bebida diseñada.

Por lo general los aniones que acompañan al potasio tienen propiedades metabólicas y fisiológicas que contribuyen en la salud, el cloruro de potasio puede disminuir la hipopotasemia y reducir la presión arterial pero no puede moderar la acidosis metabólica

de bajo grado, en adultos sanos, el bicarbonato de potasio aumentó la excreción de citrato y disminuyó el calcio, mientras que el cloruro de potasio no lo hizo [39], a su vez el cloruro de potasio tiende a generar problemas digestivos tales como diarreas, vómitos y úlceras intestinales lo que sugiere que el bicarbonato o citrato de potasio es la forma más propicia para un riesgo reducido de malestares gastrointestinales, y teniendo en cuenta la carga de sales incluidas en la bebida se determina que el citrato de calcio ofrecerá una mejora para esta condición.

4. Calcio: este electrolito es importante para el crecimiento, mantenimiento de los niveles de calcio en sangre y reparación del tejido óseo, permite la regulación de la contracción muscular y una coagulación sanguínea normal. Una dieta correcta disminuye el riesgo de fracturas por estrés, actualmente existen recomendaciones para atletas con trastornos alimentarios y riesgo de osteoporosis temprana que oscilan entre 1400 a 1550 mg por día, la normatividad establece una composición de 60 mg por cada litro de bebida hidratante, en el caso de la bebida diseñada se determinan tres posibles componentes para aportar 50 mg por cada 750 mL de bebida que tendrán las siguientes composiciones molares.

Tabla 16.

Composiciones molares para el calcio.

Compuesto	Fórmula	Composición molar (mol)
Carbonato de calcio	CaCO_3	0,001
Gluconato de calcio	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{CaO}_{14}$	0,001
Citrato de calcio	$\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$	0,0004

Nota: Determinación de la composición presente en la bebida diseñada.

Sin embargo, y teniendo en cuenta la misma propiedad de palatabilidad se decide incluir en el diseño compuestos que brinden sabores similares y logre tener un contraste, entre capacidad de hidratación y la prueba sensorial a realizar al producto obtenido, por lo

cual se determina agregar 0,0004 mol de citrato de calcio para obtener la cantidad deseada de este componente.

5. Magnesio: finalmente, para la composición del último electrolito se tiene en cuenta que este desempeña una variedad de funciones tales como el glucolisis y el metabolismo de grasas y proteínas, generalmente es el que se encuentra implicado en los calambres musculares, situaciones que hacen que este tenga importancia dentro de las composiciones de las bebidas para los deportistas. La normatividad establece una composición máxima de 14,4 mg por cada litro de bebida, generalmente los iones de magnesio tienden a tener un sabor amargo, el cual se eleva con el aumento de la concentración de magnesio, pero la deficiencia de este afecta el rendimiento de resistencia y a su vez se ha demostrado que en la sudoración existe una pérdida de este, pese a esto este electrolito en exceso podría llegar a ser el causante de malestares intestinales tales como diarrea y vómitos. Por esto se establece una composición de 10 mg para el volumen de 750 mL que tendrá como objetivo la regulación fisiológica y de las funciones neuromusculares, cardiovasculares, inmunes y hormonales [40]. Se determina como molécula que aporte esta composición el cloruro de magnesio de la cual se necesitará 0,0004 mol de $MgCl_2$ para la obtención requerida.

- Composición de carbohidratos

Los carbohidratos son unos de los nutrientes principales en el momento de la actividad física, no solamente porque proveen de energía el cuerpo sino también porque no permiten al deportista llegar a un estado de fatiga e incapacidad para mantener la intensidad del ejercicio, sin embargo, existen diferentes estudios en los que se demuestra que con la actividad física se estimula la insulina y con este suceso tiende a existir una mayor absorción de glucosa, no obstante el alto consumo de carbohidratos retrasa el vaciado gástrico y puede llegar a generar malestares estomacales. Actualmente existen muchos estudios en donde el aumento de carbohidratos ha sido mínimo muy pocos sobrepasan el 8% del contenido en una bebida hidratante, la normatividad colombiana tiene establecido como límite máximo el 6% de contenido de carbohidratos este compuesto por una mezcla de diferentes carbohidratos, y aclara que en ella no solo puede existir contenido de fructosa

dado que este compuesto genera malestar gastrointestinal y una alta disminución en la absorción de agua lo que no permitirá una rehidratación eficaz. Para el volumen que se estableció como caso de estudio el 6% de carbohidratos que es lo permitido por la normatividad, serían aproximadamente 45 mL de composición, según toda la bibliografía y las bebidas hidratantes existentes hoy día en el mercado, cuentan con un rango de composición de 26 a 29 g de carbohidratos, esta se logra con la mezcla de diferentes carbohidratos, para efectos del diseño se usaran fructosa, maltodextrina y sacarosa, en una proporción de 2:1:1, con el fin de aportar energía y azúcares aumenten la velocidad de vaciado gástrico.

- Composición de vitaminas

La composición de vitaminas en las bebidas hidratantes según la normatividad colombiana se encuentra consignada en la Resolución 11488 de 1984 en donde se dictan normas de procesamiento, composición, requisitos y comercialización de los alimentos infantiles, de los alimentos o bebidas enriquecidas y de los alimentos o bebidas de uso dietético. Las bebidas hidratantes se encapsulan en esta norma ya que en el artículo 3 se menciona que: “el alimento o bebida enriquecido o complemento dietético es aquel que tiene como base un alimento adicionado de una de las siguientes mezclas de acuerdo con lo establecido en esta Resolución:

- a) Vitaminas, más minerales, más proteínas, más grasas.
- b) Vitaminas más minerales más proteínas.
- c) Vitaminas más minerales.
- d) Vitaminas más proteínas.
- e) Minerales más proteínas.
- f) Proteínas más grasas.
- g) Vitaminas, o minerales, o proteínas.”

Tabla 10.
Composiciones vitaminas establecidas en normatividad colombiana.

Vitamina	Composición (mg)
Tiamina B1	0.04
Riboflavina B2	0.06
Piridoxina B6	-
Niacina B3	-
Vitamina C	8

Nota: Especificaciones microbiológicas. Resolución 2229 de 1994 [Ministerio de Salud]. Por la cual se dictan normas referentes a la composición, requisitos y comercialización de las Bebidas Hidratantes Energéticas para Deportistas. 12 de abril de 1994.

En cuanto a las vitaminas se establece agregar B1, B2, y vitamina C al límite que establece la norma esto con el fin de no solo aportar energía y electrolitos, sino a su vez evitar molestias musculares y calambres con la ayuda de vitaminas presentes.

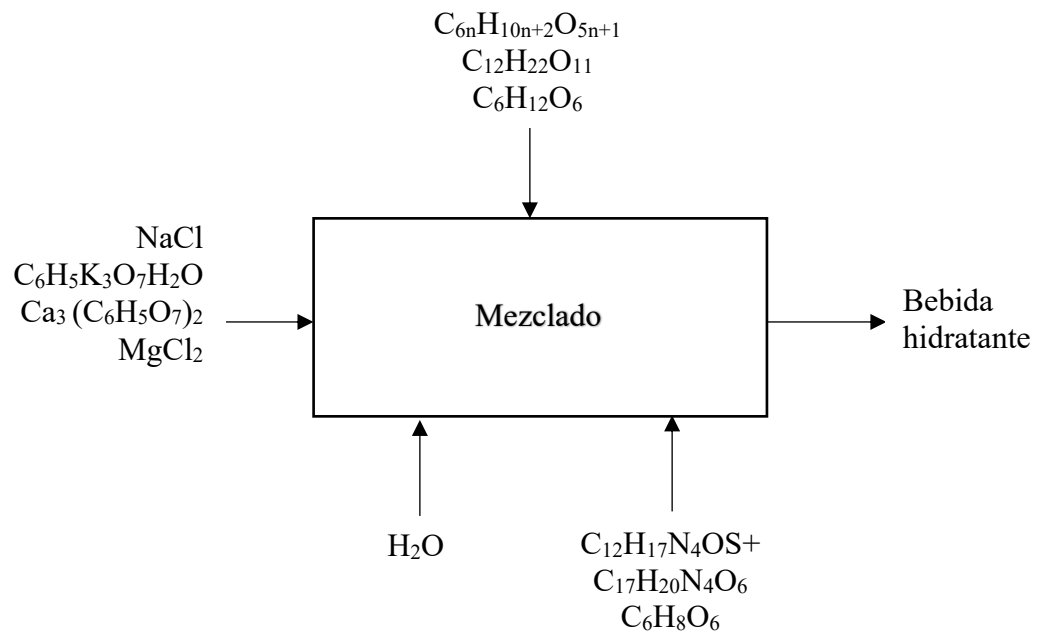
- Aditivos y saborizantes

Para brindar un sabor agradable, y tolerable por los altos contenidos de minerales incluidos en la bebida se usará sabor frutal, preferiblemente cítrico, se considera que sabores como maracuyá, kiwi o coco pueden satisfacer este tipo de necesidades.

A continuación, se muestra un diagrama de bloques presentado para la obtención del diseño realizado de la bebida hidratante:

Tabla 11.

Diagrama bloques proceso producción bebidas hidratantes.



Nota: Representación diagrama de bloques para la obtención de la bebida hidratante energizante para deportistas.

8. ANÁLISIS BEBIDA HIDRATANTE DISEÑADA

Con el fin de encontrar deficiencias, o presencia de microorganismos no deseados en las composiciones de las bebidas se plantean cuatro tipos diferentes de análisis, describiendo en detalle el planteamiento de la posible evaluación de aceptación del consumidor a realizar si se logrará la elaboración de la bebida hidratante.

Generalmente las bebidas ofrecidas en el mercado deben mantener características organolépticas y fisicoquímicas [41].

- a) Organolépticas: Deben estar libres de materias y sabores extraños, que los desvíen de los propios de las frutas de las cuales fueron preparados. Su color debe ser uniforme y adicionalmente debe mantener un olor semejante al de la respectiva fruta. [41].
- b) Fisicoquímicas: La producción de bebidas de buena calidad por una empresa, exige que estos posean características sensoriales normalizadas, es decir, cierta forma permanente la misma apariencia, color, aroma, sabor y consistencia para el consumidor. Entre los tres parámetros mencionados, el sabor es quizás el que determina con más énfasis la calidad de la bebida ante el consumidor. [41].

8.1. Análisis sensorial

Se define el análisis sensorial como la identificación, medida científica, análisis e interpretación de las respuestas a los productos percibidas a través de los sentidos del gusto, vista, olfato, oído y tacto. Tiene cuatro objetivos principales; identificar, medir científicamente, analizar e interpretar.

Para su determinación este análisis requiere de un diseño experimental y un análisis estadístico para el cual generalmente se pueden usar técnicas de análisis de varianza como ANOVA.

El campo de aplicación del análisis sensorial dentro de la industria alimentaria es muy variado tanto como para el desarrollo de nuevos productos, como para el control de calidad o preferencias del consumidor de los productos ya existentes.

El análisis sensorial se clasifica en dos grandes grupos dependiendo del objetivo que se espere obtener:

- Pruebas analíticas, que buscan medir o describir en detalle las características organolépticas de un producto.
- Pruebas de consumidores, que se emplean para evaluar las preferencias de los consumidores o medir la satisfacción que les proporciona el producto.

Para el planteamiento de la prueba al consumidor se establece una escala de satisfacción y aceptación que se divide así:

1. No me gusta nada
2. No me gusta
3. Me gusta poco
4. Me gusta
5. Me gusta mucho

8.2. Análisis microbiológico

Este análisis se fundamenta en las cantidades establecidas en la normatividad, es decir, se realizarán un recuento de:

- Mohos y levaduras
- Mesófilos aerobios
- Coliformes totales
- Esporas clostridium sulfito reductor

Esperando obtener resultados que se encuentren dentro de los parámetros establecidos en el Decreto 2229 de 1994. Para la determinación de este análisis se tomarán las técnicas utilizadas en un trabajo de grado en el que si se realizo el prototipo de la bebida; para el recuento de Mohos y levaduras se recomienda el sembrado de 1mL de la muestra incubando a 22° C y a temperatura ambiente durante 5-7 días. Para el Recuento de mesófilos aerobios de igual manera se siembra 1mL de la muestra incubando a 29-31°C y durante 24 horas. Finalmente, para el Recuento de Coliformes totales se sembrará 1mL de la muestra y se incubará a 37° C por 24-48 horas.

8.3. Análisis bromatológico

Este tipo de análisis permite establecer los componentes nutricionales presentes en la bebida, es decir, el porcentaje de carbohidratos, grasas y proteína, para así establecer los aportes generados por esta en caso de consumo.

Para establecer estos valores también se tomo como base análisis realizados en otros proyectos de obtención de bebidas deportivas, dentro de estos se tuvieron en cuenta los siguientes métodos para establecer los posibles componentes nutricionales. El porcentaje de lípidos presente se determinará por método gravimétrico. El cual puede realizarse de tres diferentes maneras ya sea por precipitación, volatilización o electrodeposición.

Por otro lado, los carbohidratos se determinarán por método titulométrico con el cual determinaremos las concentraciones de carbohidratos con un indicador, y finalmente, la determinación del contenido de proteína se realizará por método Kjeldahl que consta de tres pasos para determinar el contenido de nitrógeno el primer paso es la digestión, seguido por una destilación y finalmente una valoración.

8.4. Análisis fisicoquímico

Finalmente, es necesario realizar la determinación de parámetros fisicoquímicos de la bebida hidratante; tales como:

La determinación de Grados Brix que permitirá establecer el contenido de sólidos solubles de la bebida.

La medición de pH, que se determinará con instrumentos como Potenciómetro o pH-metro en bebidas encontradas en el mercado como gatorade o squash se tienen valores de 3.50 y 3.30 respectivamente, se espera que la bebida diseñada tenga valores cercanos a este ya que un alto potencial de hidrogeno favorece la estabilidad del producto, puesto que impide el crecimiento de microorganismos que puedan afectar su calidad. Y finalmente la determinación de densidad que se realizará con el método de picnometría

Con el fin de brindar una palatabilidad aceptable al consumidor se determina que la bebida hidratante debe mantener sabores frutales, ya que de por si la bebida hidratante tiende a ser salada por sus componentes minerales, para esto se plantean descriptores de sabor tales como:

- Fruta cítrica
- Manzana/ Pera
- Melón
- Uva
- Fruta tropical
- Fruta de hueso
- Fruto del bosque
- Fruta seca

9. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS HIDRATANTES

Entre los años 2013 y 2018, el sector de mercado de bebidas hidratantes en Colombia presento un aumento en ventas de aproximadamente 14,9%, con aportes de diferentes regiones como Cundinamarca, Santanderes, Llanos Orientales, Eje Cafetero, Antioquia y Pacifico, por el contrario, en la zona costera tuvo una disminución. Según un estudio de Nielsen (compañía líder global en información y medición, provee investigación de mercado, hallazgos e información de los que la gente ve, escucha y compra.) en junio de 2019 en lo corrido de ese año se había registrado un aumento de 9,7%, este mismo registro una estimación para el año 2023 de aproximadamente Según las cifras de la compañía, las proyecciones de crecimiento para 2023 son de 81,8 millones de litros en términos de volumen y ventas por \$350.200 millones esto solamente teniendo en cuenta dos de las marcas mas importantes para este tipo de productos en el país Gatorade y Squash, las cuales respectivamente tienen una participación en el mercado de 79,2% y 9,7%.

Los costos de producción son aquellos que intervienen de manera directa en el proceso de transformación de las materias primas para la obtención de un producto terminado, se clasifican en:

- Costos de materia prima
- Costos de mano de obra
- Costos indirectos

Los costos indirectos no se pueden determinar de manera económicamente factible, ya que en ellos se encuentra la depreciación de los equipos involucrados en el proceso y remuneraciones, sin embargo, tienen otro tipo de clasificación; materiales indirectos, mano de obra indirecta y otros costos de fabricación. [42]

Para la determinación de costos por mano de obra se recurrieron a suposiciones y fundamentos establecidos en la bibliografía consultada, se estimaron las horas de operación en cada proceso de producción para un lote de 10L de bebida hidratante y su costo se estableció mediante el valor de una hora de trabajo actualmente en Colombia el cual se encuentra en 4.087 pesos:

Tabla 17.

Costos producción por etapas.

Etapa de proceso	Horas operario	Costo estimado (pesos)
Recepción materia prima	0,1	408,7
Pesado	0,2	817,4
Mezclado	0,1	408,7
Análisis	0,3	1226,1

Nota: se realizaron ciertas suposiciones para la determinación de costos, estos son los presentados en la tabla mostrada.

Se obtiene entonces que por cada 0,7 horas trabajadas en la producción de 10 L de bebida hidratante se realiza una inversión en mano de obra de 2.860,9 pesos, para establecer el valor de las materias primas se presenta a continuación valores en pesos colombianos disponibles en el mercado, mas exactamente en la ciudad de Bogotá.

Tabla 18.

Costos materias primas en Colombia

Materia prima	Valor (kg+IVA)
Citrato de sodio	5.833
Cloruro de sodio	3.500
Fosfato de monopotasio	8.700
Malato de magnesio	15.309
Citrato de calcio	6.600
Gluconato de calcio	8.200
Carbonato de calcio	650

Citrato de potasio	7.200
Bicarbonato de sodio	1.830
Cloruro de potasio	5.000

Nota: Consultas de diferentes materias primas con su respectivo valor comercial, en Bogotá Colombia.

Adicionalmente, se deben tener en cuenta otro tipo de gastos como el de servicios públicos, impuestos, análisis microbiológicos, bromatológico, y pruebas de consumidor.

10. CONCLUSIONES

De acuerdo a la bibliografía y fuentes de información consultadas a lo largo de la investigación se determina que el diseño realizado de la bebida hidratante bajo parámetros fisicoquímicos establecidos y dentro del marco legal vigente, tiene composiciones muy por debajo de los valores que han sido utilizados en los estudios realizados y para los cuales se han obtenido resultados óptimos, esto especialmente en cuanto a composiciones de electrolitos, demostrando que se tiene una normatividad desactualizada en comparación con los avances investigativos de entidades dedicadas a esta rama de nutrición y diseño de producto durante 26 años.

Tras el análisis de la bibliografía consultada para la determinación de los parámetros de diseño de una bebida hidratante, se determina que será necesario realizar una investigación más amplia que permita establecer diferencias en cuanto a procesos de producción, es decir procesos más rápidos, y quizás más económicos o sustentables, de la misma manera poder realizar el prototipo de la bebida de manera experimental.

En conclusión, las especificaciones técnicas de los procesos y parámetros fisicoquímicos involucrados en la producción de las bebidas hidratantes tienen que ir de la mano con el progreso de estudios científicos, médicos y químicos que permitan establecer compuestos químicamente y nutricionalmente aptos para aquellas áreas que presentan falencias en cuanto al cumplimiento de la hidratación que es el objetivo principal de estas bebidas.

Finalmente, para el análisis de calidad y de costos del diseño de la bebida se plantean hipótesis basados en las pruebas realizadas en anteriores investigaciones y desarrollo de productos, sin embargo, es correcto señalar que este tipo de bebidas actualmente se encuentra en crecimiento en cuanto al mercado y por esto no reposa mucha información en la bibliografía consultada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. González, P. Ruz, R. Ruiz y R. S. y. D. I. C. Márquez, «EFECTOS DE BEBIDAS CARBOHIDRATADAS Y PROTEICAS SOBRE LA RECUPERACIÓN DEL ESFUERZO,» *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, vol. 16, nº 62, p. 30, 2016.
- [2] A. E. J. 1, «Carbohydrate and exercise performance: the role of multiple transportable carbohydrates,» 2010.
- [3] R. M. y. J. Leiper, «Requerimientos para el Reemplazo de Líquidos en el Fútbol,» *Department of Environmental and Occupational Medicine, University Medical School, University of Aberdeen, Foresterhill, Aberdeen, United Kingdom.*, vol. 0, 2000.
- [4] I. James L. Lewis, «Introducción al agua corporal,» *Brookwood Baptist Health and Saint Vincent's Ascension Health, Birmingham* , 2020.
- [5] O. B.-O. A. M. C. R. BRIAN W. TIMMONS, «Oxidation rate of exogenous carbohydrate during exercise is higher in boys than in men,» 2003.
- [6] M. M. V. T. P. NEIRA, «ELABORACION DE UNA BEBIDA HIDRATANTE A BASE DE CARAMBOLA (*Averrhoa carambola* L.) Y MORA (*Rubus glaucus*),» UNIVERSIDAD DE CARTAGENA , Cartagena de indias, 2011.
- [7] A. M. H. Alexandru Grumezescu, *Functional and Medicinal Beverages*., Italia: Academic Press, 2019.

- [8] P. M.-R. R. G.-A. J. a. C. Below, «Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1h of intense cycling,» *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 27, pp. 200-210, 1993.
- [9] Instituto TOMÁS PASCUAL, Nutrición, vida activa y deporte, Madrid, 2010.
- [10] L. J. J. ·. S. A. M. S. M. Shirreffs, «Electrolyte supplementation during severe energy restriction increases exercise capacity in the heat,» *CrossMark*, 2015.
- [11] J. A. a. A. E. J. ROY L. P. G. JENTJENS, «High Oxidation Rates from Combined Carbohydrates Ingested during Exercise,» *the American College of Sports Medicine*, 2004.
- [12] H. C. Lukaski, «Vitamin and Mineral Status: Effects on Physical Performance,» *Agricultural Research Service, Grand Forks Human Nutrition Research Center*, 2004.
- [13] A. Urdampilleta, J. Martínez-Sanz, S. Julia-Sanchez y J. Álvarez-Herms, «Protocolo de hidratación antes, durante y después de la actividad físico-deportiva Motricidad.,» *European Journal of Human Movement.*, vol. 31, 2013.
- [14] G.C.C STANDARDIZATION ORGANIZATION (GSO), «Sports Drinks (Electrolyte Drinks),» GSO Technical Committee for standards of food and agricultural products, 2015.
- [15] S. M. Shirreffs, «Hydration in sport and exercise: water, sports drinks and other drinks,» *School of Sport, Exercise and Health Sciences, Loughborough University.*, nº 34, 2009.
- [16] M. C. A. J. Judelson DA, «Hydration and muscular performance. Does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance,» *Sports Medicine* , nº 37, 2007.
- [17] C. R. I. &. S. M. Cheuvront SN, «Fluid balance and endurance exercise performance,» *Current Sports Medicine Reports*, vol. 2, 2003.
- [18] R. Maughan, «Fundamentals of sports nutrition: application to sports drinks.,» *Sports Drinks: Basic Science and Practical Aspects*, vol. 1, pp. 1-28, 2001.
- [19] S. H.-S. W. S.-H. C. T.-C. P. Feng-Hua Sun, «Carbohydrate Electrolyte Solutions Enhance Endurance Capacity in Active Females,» *Nutrients*, vol. 7, nº 5, 2015.
- [20] S. F. D. R. K. &. R. J. B. Douglas S Kalman, «Comparison of coconut water and a carbohydrate-electrolyte sport drink on measures of hydration and physical performance in exercise-trained men,» *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, vol. 9, 2012.

- [21] M. B. J. Hostrup, « Limitations in intense exercise performance of athletes effect of speed endurance training on ion handling and fatigue development.,» vol. 9, 2017.
- [22] W. CM, « Potassium and health,» vol. 4, 2013.
- [23] S. V. T. C. ´ a. J. R. ´ Katica Capanec, «Potassium Chloride-Based Salt Substitutes: A Critical Review with a Focus on the Patent Literature,» *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safet*, vol. 16, 2017.
- [24] M. R. Shirreffs SM, «Volume repletion after exercise- induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses,» 1998.
- [25] L. J. J. ´. S. A. M. ´. S. M. Shirreffs, «Electrolyte supplementation during severe energy restriction increases exercise capacity in the heat,» 2015.
- [26] K. Cashman, «Calcium intake, calcium bioavailability and bone health,» 2002.
- [27] A. C. P. Booth, «A Closer look at calcium absorption and the benefits and risks of dietary versus supplemental calcium.,» 2013.
- [28] J. A. a. A. E. J. ROY L. P. G. JENTJENS, «High Oxidation Rates from Combined Carbohydrates Ingested during Exercise,» *Human Performance Laboratory, School of Sport and Exercise Sciences, University of Birmingham, Edgbaston,* 2004.
- [29] G. A. S. E. Y. A. K. B. a. A. E. J. Wallis, «Dose response effects of ingested carbohydrate on exercise metabolism in women,» *Med. Sci. Sports Exerc*, 2007.
- [30] J. C. D. B. G. R. R. P. D. A. D. Zachwieja, «The effects of a carbonated carbohydrate drink on gastric emptying, gastroin- testinal distress, and exercise performance,» vol. 3, 1992.
- [31] A. G.-Z. S. S. J. M.-S. J. M. S. G.-. I. A. Urdampilleta, «Hydration and chemical ingredients in sport drinks: food safety in the European context.,» vol. 5, 2015.
- [32] J. Bytomski, « Fueling for performance. Sports Health,» vol. 1, 2018.
- [33] M. M. I. Sidery, «The effect size on the cardiovascular responses to food ingestion.,» n° 71, pp. 835-848, 1994.
- [34] C. S. S. W. J. Zwillich, «Effects of hypermetabolism on ventilation and chemosensitivity.,» n° 60, pp. 900-906, 1977.

- [35] E. D. A. M. J. Grasser, «Cardiovascular responses to the ingestion of sugary drinks using a randomised cross-over study design: does glucose attenuate the blood pressure-elevating effect of fructose,» n° 112, pp. 183-192, 2014.
- [36] C. A. S. S. B. S. J. C. B. W. C. Kerksick, «International society of sports nutrition position stand: nutrient timing,» 2017.
- [37] E. Williamson, «Nutritional implications for ultra-endurance walking and running events,» vol. 5, n° 13, 2016.
- [38] L. O. M. R. A. N. R. S. H. J. E. C. C. Frank Consolazio, «Excretion of Sodium, Potassium, Magnesium and Iron in Human Sweat and the Relation of Each to Balance and Requirements,» *The Journal of Nutrition*, vol. 79, pp. 407-415, 1963.
- [39] E. N. R. C. M. J. a. A. S. LYND A. FRASSETTO, «Comparative effects of potassium chloride and bicarbonate on thiazide-induced reduction in urinary calcium excretion,» vol. 58, pp. 748-752, 2000.
- [40] Henry C. Lukaski, «Vitamin and Mineral Status: Effects on Physical Performance,» *Elsevier*, pp. 632-644, 2004.
- [41] S. B. Dergal, *Química de los alimentos*, Ciudad de México: PEARSON EDUCACIÓN, 2006.
- [42] P. M. Edilma, «Diseño de un sistema de costos para PYMES,» *Tecnologías de sistemas para PYMES*, n° 4, 2008.
- [43] E. F. S. Authority, «Resumen anual informe,» 2009.
- [44] E. B. E. P. I. Baker, «Effect of D-glucuronic acid and D-glucuronolactone on ascorbic acid levels in blood and urine of man and dog,» vol. 8, pp. 369-373, 1960.
- [45] P. C. M. D. M. D. D. A. y. A. P. T. D. J. Y. M. CASTRO ESCORCIA, «La Estandarización del proceso de elaboración de una bebida isotónica con adición de pulpa de mango de hilaza verde,» *Revista colombiana investigaciones agroindustriales*, vol. 6, n° 2, 2019.
- [46] K. H. B. F. S. W. Kuipers H, «Carbohydrate feeding and glycogen synthesis during exercise in man,» pp. 652-656, 1987.
- [47] F. C. E. L. J. B. Maughan R. J., «Effects of fluid, electrolyte and substrate ingestion on endurance capacity,» pp. 481-489, 1989.

- [48] Sports Science Exchange, «CARBOHYDRATE SUPPLEMENTATION DURING EXERCISE: DOES IT HELP? HOW MUCH IS TOO MUCH?,» vol. 20, n° 3, 2007.
- [49] S. H.-S. W. a. Y. Chen, «Effect of a Carbohydrate-Electrolyte Beverage, Lemon Tea, or Water on Rehydration During Short-Term Recovery From Exercise,» *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, n° 21, 2011.
- [50] R. M. J. G. Paul Below, «Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise,» *Human performance laboratory*, 1994.
- [51] S. A. M. R. D. K. K. P. M. A. A. N. B. A. BONEN, «Glucose ingestion before and during intense exercise,» 2018.
- [52] S. G.-Z. J. M. S. J. M. M.-S. S. M. a. A. G.-I. Aritz Urdampilleta, «Hydration and chemical ingredients in sport drinks: food safety in the European context,» vol. 31, n° 5, 2015.
- [53] Journal of the International Society of Sport Nutrition, «International society of sport nutrition position stand: nutrient timing,» *Journal of the International Society of Sport Nutrition*, 2017.
- [54] AMERICAN COLLEGE of SPORTS MEDICINE, «Nutrition and Athletic Performance,» 2009.
- [55] L. B. B. a. A. E. Jeukendrup, «Optimal Composition of Fluid-Replacement Beverages,» 2014.
- [56] E. I. E. N. A. A. A. C. R. P. A. D. P. B. a. A. M. Stefania Orrù, «Role of Functional Beverages on Sport Performance and Recovery,» 2018.
- [57] G. I. L. M. P. M. V. Simulescua, «Sport and energy drinks consumption before, during and after training,» 2018.
- [58] J. S. C. a. K. L. Hamilton, «The Effectiveness of Commercially Available Sports Drinks,» 2000.

ANEXOS

ANEXO 1.

DECRETO NÚMERO 2229 DE ABRIL 12 DE 1994

MINISTERIO DE SALUD

DECRETO NÚMERO 2229 DE ABRIL 12 DE 1994

Por la cual se dictan normas referentes a la composición, requisitos y comercialización de las Bebidas Hidratantes Energéticas para Deportistas.

EL MINISTRO DE SALUD

En ejercicio de sus atribuciones legales especialmente de las conferidas por la Ley 09 de 1979 Y en desarrollo de los Decretos 2333 de 1982, y 2780 de 1991, y,

CONSIDERANDO

Que de conformidad con lo previsto en el título V de la Ley 09 de 1979, y con los Decretos Nos. 2333 de 1982 y 2780 de 1991, el Ministerio de Salud debe reglamentar lo relacionado con alimentos.

Que de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 46 de la Resolución 11488 de 1984, se considera como alimentos enriquecidos las bebidas destinadas a "proporcionar nutrientes por esfuerzos físicos extraordinarios" o condiciones especiales del medio ambiente.

RESUELVE

ARTICULO 1o: De las actividades que se regulan: Las bebidas hidratantes-energéticas para deportistas que se procesen, envasen, comercialicen, importen o consuman en el Territorio Nacional, deben cumplir las reglamentaciones de la presente Resolución y las disposiciones complementarias que en desarrollo de la misma o con fundamento en la Ley, dicte este Ministerio.

ARTICULO 2o: Ambito de aplicación: Esta resolución se aplica a:

Las bebidas hidratantes-energéticas para deportistas que se ofrecen "listas para su consumo directo", "Las mezclas en polvo" destinadas a ser disueltas en agua según las indicaciones del fabricante.

3. Los concentrados líquidos destinados a ser diluidos según indicaciones del fabricante.

ARTICULO 3o| Bebidas hidratantes y energéticas para deportistas| Para efectos de la presente Resolución se considera como bebidas hidratantes y energéticas para deportistas, aquellas destinadas fundamentalmente a calmar la sed y reemplazar el agua y los electrolitos perdidos durante el ejercicio físico para mantener el equilibrio metabólico y a suministrar fuentes de energía de fácil absorción y metabolismo rápido.

ARTICULO 4o| De la venta libre y comercialización| Todas las bebidas hidratantes-energéticas para deportistas son de venta libre y pueden expendirse por las mismas vías de comercialización con que se regulan los alimentos.

ARTICULO 5o| De los requisitos de los establecimientos| Los establecimientos que elaboren bebidas hidratantes energéticas para deportistas, deben tener Licencia Sanitaria de Funcionamiento como Fábricas de Alimentos o Licencia Nacional de Funcionamiento como Laboratorio Farmacéutico

ARTICULO 6o| De los requisitos de las bebidas hidratantes energéticas para deportistas| Las bebidas hidratantes- energéticas para deportistas deben cumplir con los siguientes requisitos, los cuales se aplican al producto "listo para consumo" sea que se ofrezca al público directamente en esta forma o "una vez diluida" de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

1. Concentración osmótica. La bebida hidratante-energética para deportistas, debe tener una concentración osmótica tal que permita su rápida absorción y su osmolaridad total debe estar comprendida entre 200 y 420 mOsm/L.

2 Concentración de electrolitos. Las bebidas hidratantes-energéticas para deportistas, deben contener los minerales, Sodio, Cloruro y Potasio. También pueden adicionarse opcional mente Calcio magnesio, dentro de los límites que se establecen a continuación:

		LIMITE MINIMO	LIMITE MAXIMO
Sodio	Na+	10	20meg/l
Cloruro	Cl-	10	12 meg/l
Potasio	K+	2.5	5 meg/l
Calcio	Ca++	-	3 meg/l
Magnesio	Mg ++	-	1.2 meg/l

3. Se permite la adición de estos electrolitos en forma de diversas sales solubles y absorbibles.

4 Fuentes energéticas de las bebidas. En las bebidas hidratantes- energéticas para deportistas, solamente se permite como fuente energética uno de los siguientes carbohidratos o mezcla de ellos: Glucosa (Dextrosa), Sacarosa, Maltodextrina y Fructuosa. El contenido total de carbohidratos debe estar entre 3% y 6% PN expresado como glucosa (166 - 333 mOsmol/L)".

PARAGRAFO| En las bebidas hidratantes-energéticas para deportistas, no puede utilizarse como

única fuente energética la Fructuosa.

ARTICULO 7o| En las bebidas hidratantes-energéticas para deportistas se permite la adición de las siguientes vitaminas: Tiamina (81), Riboflavina (82), Piridoxina (86), Niacina y Vitamina C.

Los niveles de adición de estas vitaminas deben ser en las cantidades tales que cumplan con la recomendación diaria de consumo de vitaminas y minera les establecidas por este Ministerio en la Resolución 11488 de 1984

ARTICULO 8o| De los aditivos| En la elaboración de las bebidas hidratantes- energéticas para deportistas se permiten los siguientes aditivos:

Colorantes: Podrán añadirse de conformidad con lo establecido en la Resolución No 10593 de 1985.

Sustancias saborizantes: Podrán adicionarse de acuerdo con las normas interaccionales FAOIOMS. Limitado por las Prácticas Correctas de Fabricación

Sustancias conservantes: Podrán adicionarse de conformidad con lo establecido en la Resolución No 4125 de 1991. Sustancias antioxidantes: Podrán adicionarse de conformidad con lo establecido en la Resolución No 4124 de 1991.

Sustancias alcalinizantes y Acidulantes: Podrán adicionarse de conformidad con lo establecido en la Resolución No 4126 de 1991"

PARAGRAFO| Cualquier aditivo diferente a los aquí contemplados deberá ser sometido a estudio y aprobación por parte de la División de Alimentos

ARTICULO 9o| De los requisitos microbiológicos| Las mezclas en polvo de la bebida hidratante-energética para deportistas, deberán cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la Tabla No. 1.

Las bebidas listas para consumo deberán cumplir con los requisitos micro- biológicos establecidos en la Tabla No. 2.

TABLA No. 1

REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA MEZCLA EN POLVO DE LA BEBIDA HIDRATANTE-ENERGETICA

Recuento microorganismos mesófilicos/g	Menor 10
NM.P Coliformestotales/g	Menor 3
NMP Coliformesfecales/g	Menor 3
Esporas clostridium sulfito reductor/g	Menor 10
Hongos y levaduras/g.	Menor 10

TABLA No12

REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DE LA BEBIDA HIDRATANTE ENERGÉTICA
LISTA PARA CONSUMO

Recuento microorganismos mesofílicos/g	100
NM.P Coliformestotales/g	Menor 3
NMP Coliformesfecales/g	Menor 3
Esporas clostridium sulfito reductor/g	Menor 10
Hongos y levaduras/g.	Menor 10

ARTICULO 10o1 Del rotulado1 En el rótulo de las bebidas hidratantes- energéticas para deportistas, además de los requisitos establecidos en la Resolución No 8688 de 1979 y demás disposiciones legales que la sustituyan, modifiquen o adicionen deben aparecer en forma destacada las leyendas siguientes:

1. Se puede consumir antes, durante y después del ejercicio
2. Concentración osmótica de la bebida
3. Concentración de electrolitos en meg/L
4. Contenido calórico por porción
- 5 Contenido de carbohidratos en % PN expresado como glucosa en producto listo para el consumo.

ARTICULO 11o1 Prohibiciones1 Las bebidas hidratantes-energéticas para deportistas no deben tener ni declararse con ningún tipo de indicación terapéutica ni con expresiones que indiquen que sirven para aumentar el rendimiento, resistencia o eficiencia física en el deporte.

ARTICULO 12o1 Del registro sanitario1 Todas las bebidas-energéticas para deportistas elaboradas en el Territorio Nacional o importadas, deberán obtener Registro Sanitario expedido por el Ministerio de Salud o la Autoridad Sanitaria delegada.

ARTICULO 13o1 Para la expedición o remoción de los Registros Sanitarios para las bebidas hidratantes-energéticas para deportistas, se debe cumplir con los requisitos previstos en el Decreto 3075 de 1997 y demás normas que lo adicionen, modifiquen o sustituyan.

ARTICULO 14o1 De la vigilancia, control y sanciones1 La inobservancia del contenido de la presente Resolución así como las actividades, que deben cumplir las autoridades sanitarias en relación con la vigilancia, el control y las sanciones se sujetarán a los términos, requisitos y condiciones previstas en el Decreto 3075 de 1997 y demás normas que lo adicionen, modifiquen o sustituyan.

ARTICULO 15o1 CONCESIÓN de plazo1 Concédese un plazo de doce (12) meses contados a partir de la fecha de publicación de la presente Resolución, para que los Titulares de Registros Sanitarios vigentes, ajusten sus productos a las modificaciones contenidas en la misma, debiendo actualizar los Registros respectivos.

ARTICULO 16o1 De la vigencia1 La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación

y deroga la resolución No. 1254 del 8 de febrero de 1991.

PUBLÍQUESE y CUMPLASE

Dado en Bogotá, D.C. a los 12 días del mes de abril de 1994

JUAN LUIS LONDOÑO DE LA CUESTA
Ministro de Salud

JOSE VICENTE CASAS OIAZ
Secretario General

RECOMENDACIONES

Actualmente en el mercado se encuentra variedad de bebidas hidratantes, sin embargo, cabe resaltar que algunas pueden generar malestares luego del consumo, esto por el alto contenido de carbohidratos que tienden a generar un golpe de energía muy fuerte pero poco extenso, y que a su vez afectará el desempeño del deportista pues por lo general después del golpe de energía se genera un alto nivel de cansancio, por esto se recomienda no sobrepasar una composición mayor del 8% de carbohidratos.

Se sugiere adicionar vitaminas como B1, B2 y vitamina C dentro del proceso de producción de la bebida, ya que estudios realizados en deportistas con adición de otros tipos de vitaminas evidencian malestares intestinales en los individuos, asimismo estas no se deben agregar en altas cantidades ya que pueden tener un efecto contrario al esperado, es decir, en lugar de ayudar con el aumento del rendimiento del deportista, provoquen una disminución en el mismo.

Aunque la fructosa es muy buena fuente de energía, en altas composiciones genera cierto tipo de patologías, es por esto que otra muy buena fuente de energía serán carbohidratos como maltodextrina y sacarosa, ya que en la bibliografía consultada no existen registros en la bibliografía del uso de otro tipo de carbohidratos que generen mejores resultados.

En cuanto a la investigación se recomienda, extender un poco más la búsqueda con el fin de encontrar estudios mas recientes, especialmente en el lapso de tiempo de 2015 a 2020.

