

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Formulación de un gel deportivo a partir de pulpa de café arábica (*Coffea arabica*) para atletas de alto rendimiento

Trabajo de Graduación presentado por Natalia Carolina Herrera Mejía para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Guatemala,

2024

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Formulación de un gel deportivo a partir de pulpa de café arábica (*Coffea arabica*) para atletas de alto rendimiento

Trabajo de Graduación presentado por Natalia Carolina Herrera Mejía para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Guatemala,

2024

Vo. Bo.



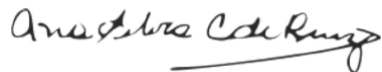
MSc. Ana María Paz Pierri

Asesor

Tribunal examinador:



MSc. Ana Alicia Paz Pierri



Lic. Ana Silvia C. de Ruiz, MSc



MSc. Ana María Paz Pierri

Fecha de aprobación del examen de graduación:

Guatemala, 2 de diciembre de 2024

PREFACIO

Agradezco principalmente a Dios por permitirme estudiar lo que me apasiona y guiarme en mi camino. A mis padres, quienes siempre creyeron en mí y me enseñaron la importancia del esfuerzo y la perseverancia. A mis hermanas, por su cariño y motivación constante, que me recordaron que cada paso valía la pena. Y a mi asesora ingeniera Ana María, por su guía invaluable, su paciencia, su disposición a cualquier hora del día y por hacer de este camino un aprendizaje significativo.

CONTENIDO

PREFACIO.....	v
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES	3
A. Cultivo del café	3
B. Variedades de café	3
C. Zonas de producción en Guatemala.....	3
E. Pulpa de café como un residuo	5
G. Economía circular en alimentos.....	9
H. Objetivos de desarrollo sostenible.....	9
I. Suplementos para deportistas	12
III. JUSTIFICACIÓN.....	17
IV. OBJETIVOS.....	18
V. MARCO TEÓRICO.....	19
A. Origen del café.....	19
B. Café	19

C.	Cultivo y exportación en Guatemala.....	20
D.	Pulpa de café.....	21
9.	Cafeína	26
10.	Pruebas de aceptación	26
VI.	METODOLOGÍA	28
A.	Estudio de mercado.....	28
B.	Desarrollo de gel deportivo.....	29
C.	Análisis fisicoquímicos.....	31
D.	Caracterización proximal	32
F.	Determinación de cafeína.....	34
G.	Análisis sensorial.....	35
H.	Análisis de resultados del panel sensorial	35
I.	Análisis de rendimiento y efecto del gel deportivo posentrenó	36
J.	Tabla nutricional.....	37
K.	Ficha técnica.....	38
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
A.	Estudio de mercado.....	39
a.	Investigación de productos	42
B.	Desarrollo de gel deportivo.....	44
D.	Tabla nutricional.....	51

E.	Diseño de gel deportivo	53
VIII.	CONCLUSIONES	54
IX.	RECOMENDACIONES.....	55
X.	REFERENCIAS.....	56
XI.	ANEXOS.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Regiones de cultivo de café en Guatemala	4
Figura 2. Composición de pulpa de café	5
Figura 3. Licor de pulpa de café	7
Figura 4. Té de pulpa de café	7
Figura 5. Harina de pulpa de café	8
Figura 6. Tratamiento de cabello de pulpa de café y cacao	8
Figura 7. Empaque reciclado de pulpa de café	9
Figura 8. Capas y partes de la cereza de café	20
Figura 9. Diagrama de flujo de recepción de pulpa de café proveniente del beneficio El Cadejo	30
Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de despulpado	31
Figura 11. Comparación de productos	43
Figura 12. Buyer persona	44
Figura 13. Tabla nutricional del gel deportivo.....	52
Figura 14. Diseño de empaque del gel deportivo	53
Figura 15. Recepción de material prima.....	LXXXVI
Figura 16. Despulpado.....	LXXXVI
Figura 17. Medición de pH del gel.....	LXXXVII
Figura 18. Medición de viscosidad del producto final	LXXXVII
Figura 19. Panel sensorial realizado en entrenamiento del equipo Unifut Antigua.....	LXXXVIII
Figura 20. Boleta otorgada para panel sensorial	LXXXVIII
Figura 21. Consentimiento informado de participación	LXXXIX
Figura 22. Ficha técnica del producto	XC

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Formulación del gel deportivo a base de pulpa de café sabor naranja	46
Cuadro 2. Análisis fisicoquímico del gel deportivo a base de pulpa de café	47
Cuadro 3. Caracterización del gel deportivo a base de pulpa de café.....	48
Cuadro 4. Análisis sensorial de gel deportivo	49
Cuadro 5. Parámetros fisicoquímicos de gel deportivo	66
Cuadro 6. Investigación de mercado.....	70
Cuadro 7. Comparación proporción de gomas	71

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Determinación de nitrógeno.....	32
Ecuación 2. Determinación de porcentaje de proteína	32
Ecuación 3. Determinación de porcentaje de humedad	33
Ecuación 4. Determinación de porcentaje de cenizas	33

RESUMEN

En este estudio se trabajó con pulpa fresca de café (*Coffea arabica*) con origen del beneficio de café “El Cadejo” en Antigua Guatemala con el fin de desarrollar un gel deportivo con base de pulpa de café. Actualmente, este es considerado como un residuo que afecta al medio ambiente degradando la capa de ozono debido a la liberación de metano, un gas de efecto invernadero que afecta a los ecosistemas terrestres y marinos.

El gel se desarrolló con el fin de cumplir con las necesidades energéticas de deportistas de alto rendimiento, ofreciendo un suplemento energético con una base natural (pulpa de café) y que contribuye a diferentes aspectos ambientales al reutilizarla aprovechando sus propiedades gelificantes y su contenido de carbohidratos como glucosa, fructosa y sacarosa. Esta formulación no solo contribuye a mejorar el rendimiento deportivo sino también a la sostenibilidad al reducir los residuos de la pulpa de café que se generan en el país.

Se realizó un estudio de mercado que incluyó una investigación de los productos actualmente existentes en Guatemala en tiendas físicas y en línea, y una encuesta hacia los futbolistas hombres y mujeres de la Federación Nacional de Fútbol de Guatemala y el equipo de fútbol profesional de mujeres Unifut Antigua. Posteriormente, se realizó la debida formulación tomando en cuenta las propiedades de la pulpa de café y los requerimientos de carbohidratos necesarios para la energía inmediata para los futbolistas. Se le realizaron pruebas fisicoquímicas, proximales, sensoriales (aceptación general, sabor, textura, olor, color y viscosidad al gel) y finalmente se encuestó a 17 futbolistas (después de haber consumido una dosis completa) sobre su percepción de rendimiento después de un entreno.

Esta investigación fomenta una economía circular mediante la valorización de un subproducto agrícola, contribuyendo al cumplimiento de varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con la producción y consumo responsables, la acción climática y la protección de los ecosistemas acuáticos y terrestres.

ABSTRACT

In this study, fresh coffee pulp (*Coffea arabica*) from the “El Cadejo” coffee mill in Antigua Guatemala was used to develop a sports gel based on coffee pulp. Currently, this residue is considered an environmental pollutant, as it degrades the ozone layer due to the release of methane, a greenhouse gas that affects terrestrial and marine ecosystems.

The gel was developed to meet the energy needs of high-performance athletes, offering an energy supplement with a natural base (coffee pulp) and contributing to various environmental aspects by reusing the pulp, taking advantage of its gelling properties and its carbohydrate content, such as glucose, fructose, and sucrose. This formulation not only enhances athletic performance but also promotes sustainability by reducing the coffee pulp waste generated in the country.

A market study was conducted, including research on products currently available in physical and online stores in Guatemala, and a survey was conducted among male and female soccer players from the Guatemalan National Football Federation and the Unifut Antigua professional women's soccer team. Subsequently, the formulation was developed, considering the properties of coffee pulp and the carbohydrate requirements needed for immediate energy for soccer players. Physicochemical, proximal, and sensory tests (general acceptance, flavor, texture, smell, color, and viscosity) were conducted on the gel. Finally, 17 soccer players were surveyed after consuming a full dose of the gel regarding their perception of performance post-training.

This research promotes a circular economy by valorizing an agricultural byproduct, contributing to the achievement of several Sustainable Development Goals (SDGs) related to responsible production and consumption, climate action, and the protection of aquatic and terrestrial ecosystems.

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala es reconocida mundialmente por la producción de café de alta calidad, particularmente del tipo Arábica. Regiones como Antigua, Huehuetenango, Atitlán y Cobán son conocidas por sus condiciones ideales de altitud y clima para el cultivo del café. Sin embargo, el procesamiento del grano genera una gran cantidad de pulpa, un subproducto que suele ser desechado sin tratamiento adecuado. Este residuo es responsable de generar metano, un gas de efecto invernadero que contribuye al cambio climático, y puede contaminar las aguas residuales que terminan en los océanos, poniendo en peligro los ecosistemas marinos.

Dado el aumento de la conciencia sobre la necesidad de una producción sostenible, han surgido innovaciones para reutilizar la pulpa de café en productos como compostaje, cosméticos, bebidas y envases biodegradables. Sin embargo, todavía existe una gran oportunidad de explorar su uso en el ámbito de la nutrición deportiva. Los deportistas de alto rendimiento, especialmente en deportes de larga duración como el fútbol, dependen de suplementos energéticos para mantener su rendimiento y reponer electrolitos durante los entrenamientos. En este contexto, los geles deportivos son una opción popular, ya que aportan carbohidratos de rápida absorción y, en algunos casos, cafeína para aumentar la resistencia.

En Guatemala, aunque ya existen geles deportivos en el mercado, estos suelen incluir cafeína sintética y no aprovechan ingredientes naturales como la pulpa de café. Este proyecto propone una formulación innovadora, reemplazando parte del agua del gel con pulpa de café, la cual aporta no solo carbohidratos y cafeína, sino también antioxidantes y fibra dietética. Además, el uso de ingredientes naturales como pectina cítrica y carragenina permite alcanzar la textura y viscosidad adecuadas sin necesidad de aditivos sintéticos.

El desarrollo del gel busca satisfacer las demandas energéticas de los atletas al tiempo que promueve la economía circular mediante la reducción de residuos agroindustriales. Asimismo, el proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), fomentando la producción y consumo responsable, la acción climática y la protección de ecosistemas. El enfoque práctico de esta investigación implica

tanto estudios fisicoquímicos como pruebas sensoriales con futbolistas de alto rendimiento, garantizando la viabilidad y aceptación del producto.

II. ANTECEDENTES

A. Cultivo del café

El cultivo del café inicia desde la consideración de diferentes factores como la altitud, precipitación, temperatura, humedad relativa y el viento.

Para que la planta se desarrolle de la mejor manera, se prefiere una altitud entre 500 y 1700 metros sobre el mar, esto repercute directamente en la temperatura y precipitación del ambiente. Se espera una precipitación entre 1000-1300 milímetros por año de lluvia, un valor por debajo de este número afectaría al crecimiento del arbusto causando sequía y muerte, y un valor por encima afectaría directamente en la calidad del café y causaría de igual manera la muerte de la planta. La temperatura ideal se encuentra en un rango de 17 °C y 23 °C, un valor por debajo de 10 °C causaría clorosis (falta de clorofila) y, estancamiento en el crecimiento de la planta. La humedad se espera por debajo de 85 %, un valor por encima causaría el desarrollo de hongos que causaría estancamiento de la planta e incluso la muerte. Finalmente, el viento es una característica determinante en la calidad final del café. Para un buen resultado, se busca un terreno protegido del viento o se utiliza un rompevientos para evitar el daño que este podría provocar en las plantas (ICAFÉ, 2011).

B. Variedades de café

Las variedades del café son arábica, *bourbon*, *typica*, *moragogipe*, *caterra*, *pacas*, *catuai*, *mundo novo*, *catimor*, *blue mountain* y *geisha*. Cada uno se diferencia por su morfología, el olor y sabor que le da al producto final. Estos son sembrados y cosechados en diferentes partes del mundo, y en Guatemala se siembra principalmente las variedades arábica, típica, *morarogipe* y *bourbon* (Fórum Cultural del Café, 2020; Anacafé, 2020).

C. Zonas de producción en Guatemala

Los arbustos de café en Guatemala florecen una única vez al año principalmente en regiones con montañas del país como Antigua, Cobán, Acatenango, Atitlán, San Marcos, Fraijanes y Huehuetenango ya que estas áreas presenten buenas condiciones para el cultivo del café como alturas entre 1,000 y 2,000 metros sobre el mar y buena precipitación.



Figura 1. Regiones de cultivo de café en Guatemala

Fuente: Guatemalan Coffees (2019)

D. Propiedades del grano de café y la pulpa del café

El grano de café posee nutrientes importantes que aporta al organismo, entre ellos están la vitamina B2 o riboflavina, vitamina B3 o niacina, magnesio, potasio, además de diferentes compuestos antioxidantes y fenólicos. Contiene asimismo alcaloides como la cafeína y trigonelina. Beber una taza de café causa un incremento en los niveles de energía disminuye la probabilidad de padecer diabetes tipo II, contribuye a la salud mental o cerebral, disminuye el riesgo de padecer depresión y contribuye a una buena salud cardíaca (Feller y Ajmera, 2022).

La pulpa de café es considerada como fuente de antioxidantes ya que posee antocianinas, taninos, flavonoides, cafeína y ácidos clorogénicos. Se compone por grasas, fibra soluble, fibra insoluble, proteínas, nitrógeno, fósforo y potasio. La pulpa de café es el subproducto más relevante obtenido tras el procesamiento del grano, representando aproximadamente el 40 % del peso total del fruto. La principal razón es su elevado contenido de agua, lo que complica su transporte, manipulación y uso. De acuerdo con Aristizábal-Marulanda, la pulpa de café se compone de 5 a 11 % de proteínas, 3 a 11 % de minerales,

1.8 a 8.50 % de taninos, 20 % de cianidina, 6.5 % de componentes pécticos, 2 % de azúcares no reductores, 12.4 % de azúcares reductores, 1.3 % de cafeína, 2.6 % de ácido clorogénico, 1.6 % de ácido caféico y diferentes tipos de polifenoles. Además, posee metales y minerales que detalla Anacafé en la siguiente Figura (Aristizábal-Marulanda y Cardona Alzate, 2017).

Identificación de la muestra	pH	C/N	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio	Magnesio (%)	Azufre (%)
Pulpa de café	7.630	19.720	1.470	0.330	0.450	1.610	0.410	0.140
	Boro (ppm)	Cobre (PPM)	Hierro (ppm)	Manganeso (ppm)	Zinc (ppm)	Carbono orgánico	Ceniza	Materia orgánica
	69.140	26.790	10090.00	470.290	48.860	28.890	48.00	52.00

Fuente: Analab (2023). Análisis O-1

Figura 2. Composición de pulpa de café

(Anacafé, 2023)

E. Pulpa de café como un residuo

En el procesamiento del café, específicamente en el despulpado de la cereza, se obtiene el residuo de la pulpa del café, la capa externa y carnosa que protege al grano de café y que contiene parte del mucílago, una sustancia gelatinosa y azucarada que le da sabor. Según Anacafé (2023), la pulpa conforma una gran parte del peso total de la cereza del café, por lo que, Guatemala al ser un gran productor y exportador de café, recolecta en gran forma este residuo. En el tratamiento que se le da a la baya o cereza del café, está el despulpado, que retira la pulpa que recubre el grano del café para la posterior etapa de secado y tostado.

El efecto de la fermentación de este residuo es perjudicial al ambiente al ocasionar contaminación al agua y al suelo. Muchos caficultores en la actualidad han optado por desechar la pulpa de café como cualquier otro residuo o únicamente posicionarlos a las orillas de los cafetales o carreteras, sin embargo, según Anacafé, realizar eso causa un daño tanto a los alrededores pues genera humedad, olores desagradables, además de aumentar la posibilidad de la presencia de gallinas ciegas, estas son larvas conocidas por ser plagas de los cultivos agrícolas y se encuentran bajo tierra dañando las raíces de las plantas causando daños como deterioro y disminución de rendimiento. Según La Asociación de Cafés Especiales de los Estados Unidos (SCAA o SCA), el agua residual que provienen de los beneficios de

café logra contaminar hasta un máximo de 40 veces más a comparación de las aguas residuales urbanas”. Por lo que, tanto la materia sólida y el agua usada para ella representan un riesgo para el medio ambiente (Ballesteros, 2021; UNEP, 2021; De la Cruz Torres, 2023).

La fermentación de la pulpa de café inicia casi inmediatamente después de despulparse antes de secar el grano. Este proceso se basa en la descomposición de los azúcares y compuestos orgánicos presentes por enzimas, bacterias y levaduras lo cual genera olores desagradables (Ballesteros, 2021; Anacafé, 2023).

F. Innovaciones de subproductos del café

Actualmente, se han investigado maneras por las cuales aprovechar las propiedades de la pulpa por medio de la preparación de infusiones, té, en forma de harina libre de gluten para repostería y panadería, además se utiliza como alimento para pollos, peces, vacas y cerdos en bajas cantidades debido a la cafeína y polifenoles que este posee y no es saludable para estos animales. Asimismo, se ha utilizado para elaborar jabones, champú, cremas tópicas, y en bebidas energizantes y alcohólicas, ya que posee propiedades que aportan energía.

Tras descubrir las capacidades y propiedades de la pulpa de café, se han desarrollado diferentes productos, como bebidas alcohólicas (Figura 3) comercializadas en un supermercado en la Ciudad de Guatemala; té de pulpa de café comercializada en una finca en Colombia (Figura 4); harina de pulpa de café marca Orgánico del Lago comercializada en Honduras (Figura 5); tratamiento de nutrición intensa y brillo de cabello de pulpa de café (Figura 6); biocombustible, compostaje y envases (Imagen 6).



Figura 3. Licor de pulpa de café

(Mayakat, 2024)



Figura 4. Té de pulpa de café

(Café La Manchuria, 2022)



Figura 5. Harina de pulpa de café

(Del Lago Orgánico, 2024)



Figura 6. Tratamiento de cabello de pulpa de café y cacao

(Olé Capilar, 2020)



Figura 7. Empaque reciclado de pulpa de café

(MTPak Coffee, 2023)

G. Economía circular en alimentos

Este es un modelo de producción y consumo responsable en donde se busca reutilizar, renovar, reparar y reciclar materiales con el fin de agregarle un valor y una segunda oportunidad de los productos, además se busca reducir los residuos lo más posible. El propósito de la economía circular puede observarse específicamente cuando la vida o el uso de un producto finaliza y los materiales o residuos de él son utilizados ya sea una o más veces para que este siga teniendo un valor adicional. Acorde a la Unión Europea, la economía circular busca menos materias primas, menos residuos y menos emisiones. Este propósito busca proteger el medio ambiente, reducir la dependencia de materias primas, crear empleo, y brindar un ingreso extra o generar un ahorro a los trabajadores (Parlamento Europeo, 2023).

H. Objetivos de desarrollo sostenible

Son un conjunto de 17 objetivos globales establecidos por las Naciones Unidas en 2015 para abordar los desafíos mundiales más apremiantes. Estos objetivos buscan promover el desarrollo económico, social y ambiental de manera equitativa y sostenible, para garantizar un futuro mejor para todos, sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras.

Estos objetivos satisfacen las necesidades tanto de la población y del planeta. Estos fueron creados como parte de las Naciones Unidas con el fin de erradicar la pobreza, mantener y proteger el planeta y aportar

una prosperidad de vida que aplica a todos los seres humanos. Se tiene como objetivo cumplir con ellos para el 2030 (Gamez, 2022).

Entre los objetivos se encuentran:

1. Fin de la pobreza
2. Hambre cero
3. Salud y Bienestar
4. Educación de calidad
5. Igualdad de género
6. Agua limpia y saneamiento
7. Energía asequible y no contaminante
8. Trabajo decente y crecimiento económico
9. Industria, innovación e infraestructura
10. Reducción de las desigualdades
11. Ciudades y comunidades sostenibles
12. Producción y consumo responsable
13. Acción por el clima
14. Vida submarina
15. Vida de ecosistemas terrestres
16. Paz, justicia e instituciones sólidas
17. Alianzas para lograr los objetivos

Para este proyecto, aplican los siguientes objetivos de desarrollo sostenible:

1. #11 Ciudades y comunidades sostenibles: este objetivo se basa en que las ciudades y asentamientos humanos logren ser seguros y sostenibles, especialmente ya que según las Naciones Unidas proyecta que para el 2050 el 70% de la población mundial vivirá en ciudades. Estas ciudades no se encuentran actualmente preparadas para este cambio por lo que se busca que las ciudades sean más habitables y que se encuentren listas para la urbanización en cuestión de viviendas, infraestructuras y servicios, tomando en cuenta los niveles de consumo de energía y contaminación que son retos para superar.

Este objetivo contribuye a reutilizar la pulpa de café, contribuye a ciudades y comunidades sostenibles al reducir residuos, crear empleo local, promover el desarrollo económico, fomentar la innovación y mejorar el medio ambiente.

2. #12 Producción y consumo responsable: se infiere que los recursos del planeta se están agotando y la población se encuentra en constante crecimiento. A partir de esto, se calcula que para 2050 los recursos del planeta no serán suficientes, y se necesitan 3 planetas para cubrir lo necesario. A partir de esto se dice que deberíamos cambiar nuestros hábitos de consumo. Además, se dice que durante los últimos años hemos sufrido una degradación medioambiental que expone la vida de los sistemas en los que habitamos y, asimismo, nuestra supervivencia.

El uso de la pulpa de café contribuye a reducir residuos, utilizar eficientemente los recursos, promover prácticas agrícolas sostenibles, fomentar la economía circular y crear conciencia sobre el consumo responsable de los recursos y materias prima.

3. #13 Acción por el clima: este objetivo trata acerca del cambio climático y cómo afecta a la población en general; este fenómeno afectará con el tiempo a todas las personas en todos los continentes de una u otra forma, cabe mencionar que sus efectos/consecuencias pueden ser devastadoras y pueden provocar fenómenos meteorológicos extremos, así como la subida del nivel del mar. El periodo entre 2010 y 2019 fue el más caluroso registrado y trajo como impacto incendios forestales, huracanes, sequías, entre otros. Es por eso que como seres humanos responsables debemos darle la importancia debida y tomar medidas para cuidar nuestro planeta.

El uso de la pulpa de café contribuye a tomar medidas y conciencia al reutilizar la pulpa de café para diferentes fines y contrarrestar el impacto negativo que aporta al medio ambiente afectando así a la capa de ozono y, por consiguiente, el clima.

4. #14 Vida submarina: el siguiente objetivo pretende conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y todos los recursos marinos. Los océanos constituyen el mayor ecosistema del mundo, además de cubrir tres cuartas partes de la superficie de la tierra, es decir, la salud de los océanos está ligada a la nuestra. El calentamiento de los océanos está alcanzando niveles récord, así como los alarmantes niveles de residuos, cada año se calculan entre 5 y 12 toneladas

de plástico, es por esto por lo que debemos proteger los hábitats más vulnerables y fomentar sistemas de gestión completos, eficaces y equitativos de áreas protegidas.

Reutilizar la pulpa de café contribuye a disminuir la contaminación en aguas residuales que llegan al océano y afectando de igual manera los ecosistemas acuáticos, además colabora a conservar la biodiversidad.

5. #15 Vida de ecosistemas terrestres: pretende conservar la vida de los ecosistemas terrestres. Más de 100 millones de hectáreas de tierra sanas se degradaron con el tiempo (entre 2015 y 2019), lo cual afectó a alrededor de 1300 millones de personas. Los bosques cubren casi el 31% de la superficie de nuestro planeta por lo cual es de suma importancia este objetivo. La degradación de los suelos empuja de una u otra forma a la extinción e intensifica los efectos del cambio climático. Algunas de las soluciones: reciclar, ser respetuoso con la fauna, participar en actividades de ecoturismo gestionadas de forma responsable, etc.

El uso de la pulpa de café promueve la conservación de la biodiversidad al evitar la conversión de hábitats naturales en monocultivos intensivos, preservando así la diversidad de flora y fauna en los ecosistemas terrestres donde se cultivan los cafetales. Además, fomenta prácticas agrícolas sostenibles al mejorar la salud del suelo.

I. Suplementos para deportistas

El consumo de suplementos es importante para los deportistas de alto rendimiento, ya que contribuyen a mejorar el rendimiento, facilitar la recuperación muscular, reponer nutrientes perdidos, optimizar el metabolismo, fortalecer el sistema inmunológico y controlar el peso. Si bien los suplementos ofrecen una forma rápida y conveniente de obtener nutrientes esenciales, muchos de ellos también se pueden consumir naturalmente a través de una dieta equilibrada de la mano con suficientes proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales. En el caso de los deportistas, en especial los de alto rendimiento, ellos poseen altas demandas físicas y la rapidez de recuperación requerida, el uso de suplementos puede ser necesario para cubrir las necesidades específicas de los atletas (Garrido et al., 2015).

1. Tendencias de uso de suplementos en futbolistas

Los deportistas de alto rendimiento consumen distintos tipos de suplementos deportivos dependiendo de las necesidades individuales y además de la exigencia del deporte a practicar. En el caso de los futbolistas, utilizan principalmente proteína en polvo como apoyo a una alimentación alta en proteína como su nutrición lo requiere. Además, utilizan creatina con el fin de aumentar rendimiento en los entrenos, aumentar masa muscular, tonificar y además como principal fuente de fosfato para ATP, la principal fuente de energía en el cuerpo (Flórez Flórez et al., 2024).

2. Geles deportivos

Los geles deportivos son suplementos alimenticios diseñados específicamente para proporcionar energía rápida durante actividades físicas intensas, como correr, andar en bicicleta o practicar deportes de resistencia. Estos geles suelen contener una combinación de carbohidratos simples y complejos, electrolitos y a veces cafeína u otros componentes que ayudan a mantener los niveles de energía y mejorar el rendimiento deportivo. Se presentan en forma de gel o pasta fácil de consumir y se ingieren durante la actividad física para proporcionar un impulso energético rápido y sostenido. Los geles deportivos son ampliamente utilizados por atletas y deportistas para reponer los carbohidratos y electrolitos perdidos durante el ejercicio intenso y prolongado, ayudando a mantener la resistencia y retrasar la fatiga muscular.

3. Geles deportivos en Guatemala

En Guatemala existen diferentes productos de geles deportivos que aportan energía, sin embargo, poseen cafeína como un ingrediente agregado y no como un gel proveniente de la pulpa de café. Estos productos son vendidos en tiendas deportivas, entre ellas GNC, y entre las marcas reconocidas a la venta se encuentra “GU” con el sabor Espresso Love que contiene 40 mg de cafeína agregada (GNC, 2024).

Estos geles suelen contener ingredientes como carbohidratos, tales como maltodextrina y fructosa, así como también espesantes, conservantes y agua. Según el College of Sports Medicine, se recomienda consumir entre 30 y 60 gramos de carbohidratos por hora de ejercicio intenso, que puede durar entre 40 minutos y 1 hora. Usando como referencia un gel deportivo marca GU sabor “Expresso” un gel deportivo trae usualmente los siguientes ingredientes y en el siguiente orden: maltodextrina, agua, fructosa, leucina, ácido cítrico, citrato de sodio, citrato de potasio, carbonato de calcio, valina, sal marina, goma

gellan, isoleucina, aceite de girasol, benzoato de sodio (conservante), sorbato de potasio (conservante), aromatizante natural.

Finalmente, es importante recalcar que según el WADA (World Anti-Doping Agency o Agencia Mundial Anti-Dopaje, 2024) la cafeína no se encuentra dentro de la lista de ingredientes no permitidos para competiciones internacionales desde el 2004. Por lo que es de libre consumo entre deportistas sin ninguna limitación de ingesta (Running Warehouse Europe, 2024 GNC, 2024; Cleveland Clinic, 2020; Jeukendrup, 2014; WADA, 2024).

J. Federación Nacional de Fútbol

En Guatemala, el fútbol es el deporte más practicado y el más popular. Es uno de los deportes con más deportistas que se encuentran federados. El fútbol se rige mediante la Federación Nacional de Fútbol o FEDEFUT. Esta federación se rige por la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala (CDAG) y también se rige de forma internacional por medio de la Federación Internacional de Fútbol Asociado, más conocida como FIFA.

Aparte del fútbol once (11 jugadores) que es el más seguido y famoso, se encuentra también el fútbol sala (5 jugadores) y fútbol playa (5 jugadores) (CDAG, 2020).

Dentro de la Federación Nacional de Fútbol, existen divisiones por categorías dependiendo de las edades de los deportistas:

- Categoría Sub-15: hombres y mujeres menores a 15 años o que no cumplan 15 años en el año en curso;
- Categoría Sub-17: hombres y mujeres menores a 17 años o que no cumplan 17 años en el año en curso;
- Categoría Sub-20: hombres y mujeres menores a 20 años o que no cumplan 20 años en el año en curso;
- Categoría Mayor: hombres y mujeres de edad libre.

Actualmente, al asistir a entrenamientos durante concentraciones en el Centro de Alto Rendimiento (CAR) se tiene a la disposición principalmente proteína en polvo, electrolitos en tabletas, multivitamínicos e hidratación como Gatorade y agua pura. Sin embargo, en participaciones internacionales se tiene a la disposición aún más suplementos como creatina especialmente para las categorías masculinas (Monterroso, 2024).

K. Desarrollo de productos

La creación e innovación de productos, en especial en alimentos, requiere del seguimiento de varios pasos importantes que van desde la conceptualización hasta el ingreso al mercado.

Los pasos para el desarrollo de un producto son los siguientes:

1. Identificación de una necesidad

Este es el primer y uno de los pasos más críticos en la creación de un producto. Consiste en observar, analizar y descubrir problemas, deseos o carencias en el mercado o en los consumidores.

2. Validación de la idea

A partir de la identificación de la necesidad, se desarrolla una idea o solución para abordarla. Esta etapa de validación implica confirmar si la idea es factible tanto desde el punto de vista técnico como comercial. Podría surgir al observar tendencias en el comportamiento de los consumidores, como una mayor demanda de alimentos saludables, sostenibles o productos que respondan a restricciones dietéticas (sin gluten, bajos en azúcar, veganos, etc.) (López et al., 2017).

3. Estudio de mercado

Se debe identificar los productos en existencia, si existen o no. Realizar una agrupación de las diferentes características de los productos, en donde se puedan observar diferencias y similitudes. El estudio de mercado es un proceso más profundo y formal que la validación de la idea. En esta fase, se recopilan datos detallados sobre el público objetivo, la competencia y el entorno en el que el producto se comercializará. Este estudio incluye la segmentación del mercado (identificación de los diferentes grupos de clientes potenciales), análisis de la competencia (quiénes son los jugadores actuales, cómo operan y qué ofrecen) y un análisis de tendencias y factores externos (como cambios tecnológicos,

normativas o hábitos de consumo). Los estudios de mercado también pueden incluir encuestas, *focus groups* y análisis de datos para obtener una imagen clara de las oportunidades y riesgos que enfrenta el nuevo producto. Este análisis ayuda a definir la estrategia de marketing, el precio y las características del producto que mejor responderán a las expectativas del consumidor (Araujo y Álvarez, 2019).

4. Desarrollo de formulaciones y balance de ingredientes

En este paso se identifican y se definen los ingredientes, las cantidades y el proceso para la producción del producto. El fin es crear una receta o formulación que, según los requerimientos nutricionales, económicos y entre otras características de la población objetivo, y aún más importante que sea inocuo al tratarse de alimentos. Se debe realizar pruebas para determinar vida útil y su debida caracterización. Finalmente, se realizan pruebas sensoriales para determinar agrado de parte de la población objetivo, además se evalúan los costos, procesos de producción para que el producto se realice de manera inocua y además se determinan el empaque y etiqueta nutricional tomando en cuenta las normas locales o internacionales si es necesario (Araujo y Álvarez, 2019).

5. Prototipos y mejoras

Al definir la formulación, se crean prototipos del producto alimenticio para someterlos a pruebas rigurosas. Estas pruebas buscan asegurar que el sabor, la textura, el aroma y la apariencia sean consistentes y atractivos para los consumidores. También se evalúa la vida útil del producto para garantizar que mantenga su calidad a lo largo del tiempo. En esta fase, es posible ajustar la receta, ya sea modificando la cantidad de conservantes o cambiando ingredientes para optimizar el sabor o reducir costos. Además, se llevan a cabo pruebas piloto, produciendo pequeñas cantidades del producto para analizar su rendimiento en condiciones reales de producción. Estos ensayos permiten realizar mejoras antes de pasar a la producción en masa, garantizando así que el producto final sea de alta calidad y cumpla con las expectativas del mercado (López et al., 2017).

III. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala, el café figura como el principal producto agroindustrial exportado y se ubica como el segundo en la lista de alimentos para exportación. Durante su procesamiento, se genera un residuo significativo, la pulpa del café, que constituye la envoltura externa del grano. Dada la extensa cosecha en el país, la producción de este residuo es considerable, representando el 40 % del peso de la cereza del café. Según Anacafé, en 2023 se alcanzó una producción de 2.98 millones de sacos de 60 kilogramos, con un valor de 944.37 millones de dólares. Sin embargo, si no se maneja adecuadamente como residuo, la pulpa se fermenta, emitiendo gas metano, un potente gas de efecto invernadero que afecta la capa de ozono. Además, este residuo contamina el suelo al afectar a las raíces de las plantas y contamina de igual forma el agua de los beneficios de café que finaliza en los océanos afectando a los ecosistemas marinos. Para contrarrestar este impacto, se ha incrementado la investigación y aplicación de la pulpa de café en diversos productos funcionales, como compostaje, biocombustibles, cosméticos, alimentos, bebidas y envases biodegradables (Anacafé, 2023).

En el ámbito deportivo, los atletas de alto rendimiento enfrentan desafíos que demandan un alto consumo energético, por lo que la ingesta de geles deportivos se vuelve esencial para mantener un rendimiento óptimo. Estos productos contienen espesantes, carbohidratos en forma de azúcares, acidificantes, conservantes y agua. Aunque en Guatemala existen geles deportivos, estos suelen incluir cafeína añadida en lugar de la proveniente de la pulpa de café (GU Energy, 2024).

La Federación Nacional de Fútbol de Guatemala es la entidad que regula todas las modalidades del deporte en el país. El fútbol, un deporte de alta intensidad que se extiende por 90 minutos, requiere un esfuerzo considerable, motivo por el cual se busca mejorar el rendimiento de los atletas.

El desarrollo de un gel deportivo a base de pulpa de café contribuirá principalmente a reducir el desperdicio de este recurso, así como las emisiones de metano y el impacto ambiental asociado. Además, añadirá valor a la pulpa de café, promoviendo la economía circular y apoyando la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible. Asimismo, ofrecerá a los deportistas de alto rendimiento una suplementación más natural, adaptada a sus necesidades nutricionales individuales.

IV. OBJETIVOS

A. General

Desarrollar un gel deportivo a base de pulpa de café para deportistas de alto rendimiento

B. Específicos

1. Realizar un estudio de mercado sobre las características de los geles deportivos ya existentes y necesidades de los consumidores.
2. Desarrollar una formulación de gel deportivo a base de pulpa de café utilizando carbohidratos como fuente de energía

V. MARCO TEÓRICO

A. Origen del café

Esta bebida tan famosa mundialmente que se origina por medio de una baya o cereza roja posee sus orígenes en Etiopía durante el siglo IX, en donde National Geographic España (2023) relata que fue descubierto por un pastor de cabras el cual notó que sus rebaños se alimentaban de estas bayas provenientes de unos arbustos. Desde su origen en Etiopía, la popularidad del café se expandió gradualmente por la región de África Oriental, donde se comenzó a cultivar y a consumir de forma más sistemática. Se cree que los primeros registros escritos sobre el café datan del siglo XV, durante el período islámico en la península arábiga. Durante este tiempo, el café se convirtió en una bebida muy apreciada por sus efectos estimulantes y se comenzó a consumir en reuniones sociales y en lugares de discusión intelectual. El café pronto se convirtió en una parte integral de la cultura árabe y se difundió a través de las rutas comerciales hacia Persia, Egipto y el resto del mundo árabe. Desde allí, el café llegó a Turquía y finalmente a Europa, donde se establecieron las primeras casas de café en ciudades como Venecia, Marsella y Londres a finales del siglo XVII (Roig, 2023)

En el siglo XVII, los europeos introdujeron el cultivo del café en sus colonias en América Central y del Sur, lo que llevó al establecimiento de grandes plantaciones de café en países como Brasil, Colombia y Costa Rica. Desde entonces, el café se ha convertido en una de las bebidas más populares y ampliamente consumidas en todo el mundo, con una industria global que abarca desde la producción y cultivo hasta la comercialización y consumo en una amplia variedad de formas y preparaciones (Roig, 2023).

B. Café

El café es de los cultivos más comunes que se encuentran y se siembran en las regiones tropicales. Este es sembrado mayormente en países como Guatemala, Brasil, Colombia, México, Vietnam, Indonesia y algunos países africanos como Kenia y Madagascar. Actualmente en Guatemala se posiciona como principal producto y alimento agroindustrial para exportación, y se encuentra en la segunda posición de la lista de alimentos para exportación del país (Anacafé, 2024).

Esta semilla es parte de la familia rubiácea que tiene un diámetro aproximado entre 15 milímetros y 20 milímetros. El grano o la baya se encuentra entre la familia de los frutos no climatéricos pues este no

cambia su nivel de maduración, y por ende color, al ser recolectado del árbol. El color va de verde, atraviesa tonalidades de amarillo y anaranjado hasta finalizar con el color rojo que indica la maduración (Cardona, 2012).

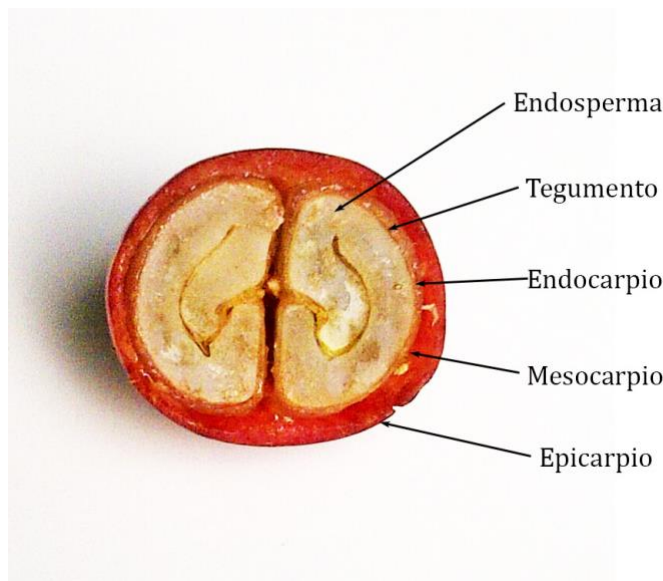


Figura 8. Capas y partes de la cereza de café

Por: Mundo Cafeto (2020)

La pulpa del café tiene diferentes capas y partes en su interior que envuelven al grano. Entre estas partes se encuentra: el epicarpio o piel exterior, mesocarpio o pulpa, endocarpio o pergamino, tegumento y endosperma o grano de café. Estas capas se componen de azúcares esenciales para fermentar. El grano de café es de dos partes, separadas por una capa delgada llamada piel plateada (Belchior, 2019; Cherry y Leaf, 2020).

C. Cultivo y exportación en Guatemala

En el período de 2021-2022 se registró una cantidad de café exportado que representó 433 millones de quintales de café (3.32 millones de sacos de 60 kg). Según la Asociación Nacional de Café (Anacafé, 2022) este peso de café representó al país un valor equivalente a \$1,136,175,862. Entre los países destino del café guatemalteco generalmente se registra Estados Unidos de América, 37 % del total exportado;

Japón, 14 %; Canadá, 11 %; Bélgica, 7 %; Alemania, 5 %; Italia, 4 %; República de Corea (Corea del Sur), 4 %; República Popular China, 3 %; República de China (Taiwán), 2 % y Malasia 2 %. Sin embargo, para este período de tiempo, se importó a Norteamérica un 52 %, en donde 44 % de ese valor fue dirigido a Estados Unidos y 8 % a Canadá; además, se importó un 22 % a Asia, de ese valor Japón obtuvo un 11 %, Corea del Sur 5 % y China 3 %; Europa representó un 22 %, importando 8 % a Bélgica, además de 4 % a Italia y a Alemania (Anacafé, 2022).

D. Pulpa de café

La pulpa de café posee una textura fibrosa y mucilaginosa que forma aproximadamente el 40 % del peso de la cereza del café fresca, y un 29 % del peso de la cereza en condiciones secas. Se sabe que, por cada tonelada de la cereza de café, se obtiene aproximadamente media tonelada de pulpa de café, además de aproximadamente 90 kilogramos de grano de café. La pulpa de café al retirarse del grano se desecha generando un residuo elevado (Flores Morales, s. f.; Feller y Marengo, 2023).

E. Proceso del café

1. Siembra de la semilla de café

El proceso del café es un procedimiento sumamente importante ya que requiere de mucha dedicación para obtener un café de calidad. El proceso del café requiere de una serie de pasos los cuales es necesario realizar de manera excepcional desde el día cero en donde se siembra la semilla de café. El proceso inicia con la germinación de esta semilla, este paso se denomina el más importante del café debido a que realiza una marca en el inicio del ciclo. Según el IICA o Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura el suelo en donde se realice la siembra debe ser apto con suficiente agua de riego y además de fácil acceso para su posterior recolección y, además, la siembra puede realizarse al sol o en sombra dependiendo de los requerimientos de la variedad del café.

Después de haber sembrado la semilla, la planta puede tardar de tres a cuatro años en germinar, crecer y producir la primera cosecha (IICA, 2020; Café Arabe, 2020).

2. Cosecha de la cereza

La cosecha es un proceso minucioso y que requiere de atención y observación cuidadosa del grado de madurez de las cerezas. El fruto puede ser obtenido aproximadamente de 6 a 8 meses después de la floración del árbol. El fruto inicia desde un color verde intenso, sigue a amarillo, naranja y finalmente rojo, es esta la razón por la cual se le denomina “cereza”. Actualmente, la obtención de la cosecha puede darse de dos maneras, la primera se realiza por medio de personas recolectoras en donde manualmente retiran las cerezas rojas que se encuentran maduras del arbusto de café y dejan las verdes que no se encuentran maduras aún. Este proceso se llama *picking*. Otra forma de obtención es de forma industrial mecánica en donde por medio de un transporte especial que retira todas las cerezas rojas y verdes, posteriormente se realiza una revisión y separación de las cerezas dependiendo el grado de maduración por medio de cribas. Este método mecánico se denomina *stripping* (Café Arabo, 2020; El Somelier, 2020).

3. Despulpado

Previo a realizar el proceso de despulpado, se elimina cualquier material extraño que pueda venir agregado a las cerezas del café como rocas, hojas, palillos, entre otros.

Durante el despulpado se realiza el retiro de la capa externa de la cereza llamada pulpa, y se busca obtener únicamente el grano en el interior de la baya para su posterior procesamiento. Esta etapa de proceso es sumamente importante ya que se obtiene grandes cantidades de residuo que posteriormente es desechado (El Somelier, 2020; Café Arabo, 2020).

4. Secado

Después de obtener los granos, se procede a su secado, generalmente al sol, hasta alcanzar una humedad de entre 10 y 11 %. El tiempo necesario para este proceso varía según las preferencias del caficultor y las condiciones climáticas locales, incluyendo la temperatura y las lluvias. Para ello, se emplean grandes tablas donde se exponen los granos al aire libre y al sol, a veces durante hasta 15 días. La reducción de la humedad es crucial para que el café esté listo para el tostado, lo que realza sus características distintivas y su calidad. Actualmente, se emplean tres métodos de secado del café: natural, lavado y miel. Cada uno de estos métodos influye en las características sensoriales del café, las cuales se aprecian al degustarlo (Castellano, 2020).

a. Secado natural

Este es el método de secado de café más antiguo y tradicional. Este proceso no utiliza equipo, sino es un proceso sumamente manual. Consta en realizar el secado de la cereza del café sin remover la cáscara o pulpa. Se inicia recolectando las bayas más rojas, se limpian y se seleccionan las aptas para el procesamiento dejando por fuera las dañadas o no maduras. Esto puede ser realizado seleccionando de forma manual y visual, o por medio de agua en donde las cerezas verdes o no maduras y las dañadas flotan debido a su baja densidad, posteriormente se colocan las cerezas que no flotan en una cama africana, una especie de mesa grande, en donde las cerezas se secan por medio del sol. Con los días, estas cerezas se deben ir moviendo para que todas se sequen uniformemente. Este proceso dura aproximadamente 20 días, sin embargo, dependiendo de las condiciones climáticas puede durar hasta 4 semanas. El sabor que este secado aporta al café es baja acidez, cuerpo alto y notas de sabor a vino (Cardona, 2012; Castellano, 2020).

b. Secado por lavado

Se inicia recolectando las bayas en donde se seleccionan como en el método anteriormente mencionado, y se limpian. Se realiza el proceso de despulpado en donde se extrae el grano del café removiendo la cáscara o pulpa por medio de un equipo especializado de planchas tanto fijas y móviles. Por este método el mucílago se remueve por completo por medio de tanques de fermentación hasta que el mucílago pierda su textura y se vuelva áspero, este proceso puede tomar entre 12 y 24 horas dependiendo de las condiciones climáticas. El café obtenido posterior a este proceso posee una humedad aproximada de 50% por lo que se debe secar ya sea al sol y/o en una secadora mecánica. Cuando se realiza al sol se utilizan superficies de ladrillo o cemento llamados Patios y se debe mover y voltear para obtener un secado uniforme. El sabor que este secado aporta al café es mayor acidez que en el secado anterior, sabores y notas frutales, y un cuerpo más leve (Cardona, 2012; Castellano, 2020).

c. Secado *honey* o miel

Este método es igual al método de secado por lavado, sin embargo, no se retira el mucílago por medio de un proceso de despulpado y se sigue el método de secado con el mucílago aún alrededor del grano. Al poseer el mucílago y secado, se vuelve levemente pegajoso por lo que el método es llamado de esa forma.

En este tipo de secado, existen 3 subdivisiones dependiendo de las preferencias del sabor final:

- *Honey* amarillo: el café recibe más sol y por consiguiente se seca más rápido, alrededor de 8 días. Al recibir más sol, la baya de café se vuelve color amarillo.
- *Honey* rojo: el café es secado a la sombra, y sin que los rayos del sol sean directos logrando que el color final de la baya sea rojizo. Por la ausencia de sol, este tipo de secado toma más tiempo en llegar a la humedad deseada alargando el tiempo de procedimiento aproximadamente a 15 días.
- *Honey* negro: el café se cubre con plástico negro en camas parecidas a las africanas en donde toma el mayor tiempo en llegar a la humedad deseada, alrededor de 20 días. Este procedimiento al tomarse más tiempo genera mejores resultados en cuestión organoléptica ya que tiene mayor sabor, por lo que es regularmente el café con mayor precio. (Cardona, 2012)

5. Tostado

Después del secado, los granos pasan por un proceso de tostado en hornos especializados, donde se lleva a cabo un proceso crítico que determina el sabor, el color y el aroma del café. Durante esta etapa, el grano experimenta un ligero aumento en su tamaño, una reducción en el contenido de cafeína y adquiere todas las características distintivas de un grano de café. Al llegar al final del proceso, se inicia el proceso de envasado, empaquetado y etiquetado en donde se distribuye o se vende de acuerdo con lo establecido por cada persona o empresa (Café Arabe, 2020).

6. Gel de pulpa de café

Según la Real Academia Española, un gel es el estado que adopta una materia en dispersión coloidal cuando se coagula. Uno de los componentes destacados en la pulpa de café es la pectina, un polisacárido presente en las paredes celulares de las plantas y común en muchas frutas, incluidas las cerezas de café. La pectina es conocida por su capacidad para formar geles en presencia de ácido y azúcar, lo que la hace útil en la industria alimentaria y otros campos.

En términos de contenido, se estima que la pulpa de café contiene aproximadamente entre un 10 % y un 15 % de pectina en base seca. Este porcentaje puede variar dependiendo de diversos factores, como la

variedad de café, las condiciones de crecimiento y el método de procesamiento. La extracción de pectina de la pulpa de café puede ser un proceso importante para aprovechar estos componentes y sus posibles aplicaciones (Reichembach y De Oliveira Petkowicz, 2020).

7. Suplementos deportivos

Un suplemento deportivo es un producto diseñado para complementar la dieta y mejorar el rendimiento deportivo, la recuperación muscular o la salud en general de quienes practican actividad física regularmente. Estos suplementos pueden venir en diversas formas, como tabletas, cápsulas, polvos, líquidos o geles, y su composición varía según el objetivo específico que se busque alcanzar. Su principal ingrediente activo es el tipo de azúcar involucrada, usualmente maltodextrina, glucosa, fructosa, entre otros.

Los deportistas de alto rendimiento suelen suplementarse de diferentes formas y por diferentes razones. Estos suplementos son diferentes dependiendo de lo que el deportista busque y prefiera. Usualmente, los deportistas se suplementan para aumentar o ganar músculo, disminuir peso o para mejorar el rendimiento o resistencia. Las maneras de mejorar estos aspectos pueden ser de forma natural, por medio de alimentos naturales de donde se puede conseguir todos los macronutrientes, minerales, aminoácidos y vitaminas que se requieren para lograr los objetivos. En la antigüedad, los griegos y los romanos solían consumir plantas y hongos con el fin de obtener cierta ventaja, mejorar el rendimiento e incluso disminuir las molestias o dolores que tuviesen con el fin de obtener ventajas competitivas en las justas. En la actualidad, los deportistas que más consumen geles deportivos son los corredores de maratones, ciclistas y triatlonistas. Si bien se usa por el efecto en el rendimiento y por la energía que aporta, resulta ser una excelente opción ya que es de fácil ingesta y no requiere de preparación adicional en comparación con otros suplementos deportivos que aportan los mismos beneficios. Se recomienda un gel deportivo para cualquier tipo de deporte que sea de larga duración que requiera resistencia. Al realizar un esfuerzo físico demasiado intenso, se utilizan las reservas de glucógeno almacenadas en el cuerpo, es por esta razón que, utilizar un suplemento de glucosa contribuye a un buen rendimiento tanto muscular como cerebral. Durante un entrenamiento, dependiendo de la intensidad y duración de este, se puede ingerir el gel deportivo entre 40 y 60 minutos la primera ingesta, posteriormente se recomienda aproximadamente entre 30 y 45 minutos. El efecto en el cuerpo del gel puede tomar de 3 a 15 minutos (Bull, 2022; ALANUR, 2021).

8. Geles deportivos

Este es un suplemento usualmente usado para deportes como el ciclismo o incluso para personas corredoras de grandes distancias. Este gel se trata de una sustancia altamente viscosa que posee una carga de carbohidratos lo cual aporta energía rápidamente durante la actividad física. Estos geles suelen poseer entre 20 y hasta 40 gramos de carbohidratos. Los geles se caracterizan por contener usualmente otro ingrediente que lo vuelve aún mejor, estos pueden ser: cafeína o electrolitos. Y tienen la capacidad de dar energía en los siguientes 10 a 15 minutos. Se ha registrado que agregar fructosa junto a glucosa causa una mejor absorción de los carbohidratos, esta proporción puede ir desde 1:0.8 a 1:2 (glucosa:fructosa) aportando un mayor beneficio al cuerpo y siendo el ingrediente activo del producto. Este tipo de suplemento tiene la característica principal de brindar energía casi inmediata al consumirlo ya que poseen diferentes tipos de azúcares y en ocasiones también poseen cafeína que contribuye de la misma manera. Además, al poseer diferentes sales se contribuye a la reposición de electrolitos en el cuerpo (Bull, 2022; Jeukendrup, 2024).

9. Cafeína

La cafeína, el famoso antioxidante, es utilizado principalmente en el ejercicio como una fuente de energía rápida al liberar dopamina que es un neurotransmisor que es muy popular por ser “la causante de la felicidad”. Además de esto, la dopamina evita y realiza la acción de bloquear la adenosina, molécula que causa sueño al cuerpo. Se puede encontrar en diversas fuentes, entre ellas: el café, cacao, nuez de cola o también llamada guaraná, hojas de maté y, hojas de té. Entre los demás beneficios de la ingesta de café para atletas se encuentra: alivio de dolor muscular, contribuye a la resistencia y velocidad, acelera el ritmo cardíaco, y al combinarlo con una cierta cantidad de carbohidratos, se logra reponer las reservas de glucógeno que fueron gastadas durante la actividad física (Muszalski, 2021).

10. Pruebas de aceptación

Existen diversos tipos de análisis a realizar por medio de un panel sensorial. Sin embargo, la prueba de aceptación es una de las pruebas de panel sensorial más realizadas en la industria alimentaria y en la investigación sensorial. En esta prueba, se solicita a un grupo de consumidores o evaluadores que degusten un producto y luego expresen su nivel de agrado o desagrado por medio de una encuesta que es respondida físicamente en papel o digitalmente.

La prueba de aceptación es útil para determinar la aceptabilidad global de un producto y para identificar preferencias de los consumidores en términos de sabor, textura, aroma, apariencia, entre otros aspectos sensoriales. Existen diferentes pruebas diferentes al realizar un panel sensorial, ellas son:

- Pruebas discriminativas: evalúa y analiza aceptación y preferencia
- Pruebas analíticas: analiza diferencias o similitudes en diferentes muestras: permite identificar si existe o no diferencia entre muestras y además el nivel o magnitud de la diferencia
- Pruebas afectiva o preferencia: identifica si la muestra agrada o no, si se acepta o no

La escala hedónica de 9 puntos es un tipo de formato de respuesta de parte de los consumidores. Es importante en el análisis sensorial porque proporciona un rango más amplio y detallado para que los evaluadores expresen su grado de agrado o desagrado hacia un producto. A diferencia de escalas más simples, como la escala de 5 puntos, la escala de 9 puntos permite una mayor discriminación entre los niveles de agrado, lo que puede conducir a una evaluación sensorial más precisa y detallada. Además, la escala de 9 puntos se ha estandarizado y utilizado ampliamente en la investigación sensorial, lo que facilita la comparación y el análisis de los resultados entre diferentes estudios y productos (INCAP, 2020).

VI. METODOLOGÍA

El desarrollo del producto se realizó tomando como población a futbolistas de alto rendimiento, tomando en cuenta a la categoría mayor de mujeres y la categoría sub-20 de hombres de la Federación Nacional de Fútbol de Guatemala, además de futbolistas de alto rendimiento del equipo profesional de mujeres Unifut Antigua. Adicionalmente, la pulpa de café de variedad Arábica que se utilizó fue una donación del beneficio de café “El Cadejo” ubicada en Antigua Guatemala.

A. Estudio de mercado

1. Encuesta

La encuesta se realizó vía Google Forms junto con la firma del consentimiento informado que se encuentra en la sección de anexos. Las entrevistas se realizaron con el grupo objetivo, el cual fueron los deportistas de la categoría Sub-20 de hombres, la categoría Mayor de mujeres de la Federación Nacional de Fútbol de Guatemala y mujeres del equipo profesional de fútbol Unifut Antigua. Los resultados fueron analizados por medio de gráficas visualizando los porcentajes mayoritarios y minoritarios.

La encuesta fue estructurada en donde se preguntó lo siguiente:

- a. ¿Se ha suplementado anteriormente?
- b. ¿Qué suplementos utiliza actualmente?
- c. ¿Ha escuchado sobre geles deportivos?
- d. ¿Qué sabe de geles deportivos?
- e. ¿Considera que un gel deportivo realmente contribuye al rendimiento durante la actividad física?
- f. ¿En dónde cree que podría encontrar y comprar un gel deportivo?
- g. ¿Estaría dispuesto a consumir un gel deportivo al realizar actividad física durante más de 45 minutos?

- h. ¿Qué tipo de sabor le gustaría en un gel deportivo?
- i. ¿Le gustaría degustar y participar en un panel sensorial del gel deportivo?

2. Investigación de productos

Se visitó y se investigó en tiendas y supermercados en la ciudad de Guatemala en donde se venden productos energéticos y suplementos deportivos con el fin de observar qué tipos de productos se venden, cuáles se venden y qué sabores se venden. Para ello, se visitó física y digitalmente dos de cada uno de los siguientes supermercados y tiendas en la ciudad de Guatemala: La Torre, Paiz, Walmart y GNC (tienda de suplementos deportivos) con el fin de identificar si en los supermercados también se venden este tipo de suplementos. Además, se investigaron las mismas características en redes sociales (Instagram) y en Amazon, pues actualmente son páginas en línea en donde se venden suplementos deportivos. A partir de los resultados obtenidos, se registró la marca, ingredientes, sabor, cantidad de carbohidratos, cantidad de cafeína, cantidad de sodio, peso neto y precio de venta.

B. Desarrollo de gel deportivo

1. Recepción y almacenamiento de pulpa de café

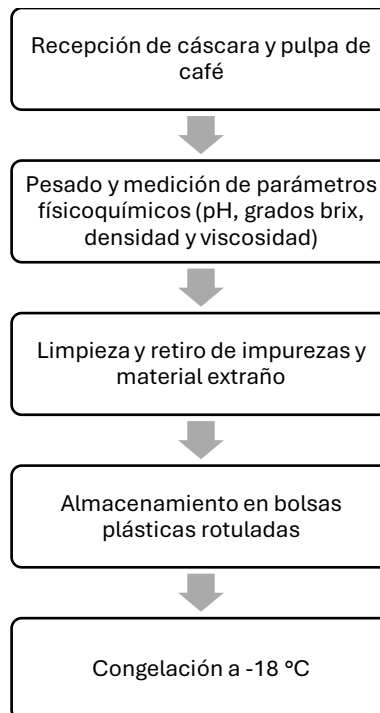


Figura 9. Diagrama de flujo de recepción de pulpa de café proveniente del beneficio El Cadejo

Fuente: elaboración propia

2. Formulación del gel

Tomando como referencia los ingredientes del gel energético detallado en el Marco Teórico en el inciso 9, los ingredientes que se utilizaron son: Dextrosa, fructosa, pulpa de café, agua, saborizante naranja, pectina cítrica y carragenina como espesantes, bicarbonato de sodio, cloruro de sodio, ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio como conservantes.

- Se realizó la lista y orden de ingredientes usados en productos similares (tomando como referencia el producto indicado en la sección 3 de Marco Teórico) y el sabor indicado en la encuesta
- Se calculó la cantidad de cada ingrediente, específicamente el de los carbohidratos tomando la proporción 1:0.8 (dextrosa o glucosa: fructosa), y considerando la composición de azúcares en la pulpa de café (sacarosa 2.50 %, glucosa 0.50 %, fructosa 0.50 %).
- Se realizó la formulación del gel a base de pulpa de café Arábica.

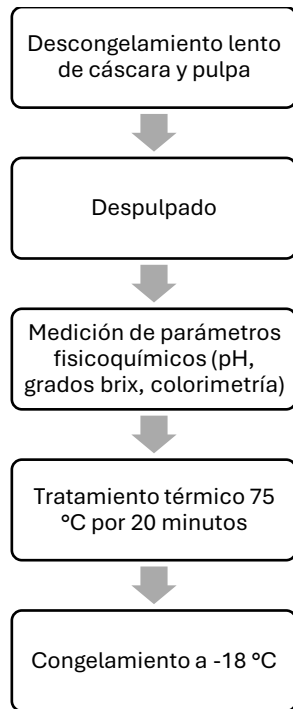


Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de despulpado

Fuente: elaboración propia

C. Análisis fisicoquímicos

1. Actividad de Agua

Se midió la actividad de agua utilizando un equipo para medición de actividad de agua del laboratorio de la Universidad de Guatemala Marca, AQUALAB modelo 4TE.

2. pH

El pH del gel se midió con un potenciómetro del laboratorio de la Universidad de Guatemala marca HANNA modelo HI981034.

3. Grados Brix

Los grados Brix se midieron con un refractómetro del laboratorio de la Universidad de Guatemala marca HANNA modelo HI96801.

4. Viscosidad

La viscosidad se midió con un viscosímetro del laboratorio de la Universidad de Guatemala marca ATAGO modelo VISCO 6800-E03.

5. Densidad

La densidad fue medida por medio de un picnómetro del laboratorio de la Universidad del Valle de Guatemala marca HunterLab modelo MiniScan EZ 4500L.

D. Caracterización proximal

1. Proteínas

La determinación de proteínas se midió siguiendo el método de Kjeldahl, el método número AOAC 2001.11. Para calcular el Nitrógeno y de Proteína, se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(Vm - Vb) * M * 14.01}{m * 10} * 100$$

Ecuación 1. Determinación de nitrógeno

En donde=

Vm= volumen de ácido utilizado en la titulación en mililitros

Vb= volumen de ácido promedio utilizado en la titulación del blanco en mililitros

N= Normalidad del ácido clorhídrico estandarizado (N)

M= Molaridad del ácido estándar

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} * 6.25$$

Ecuación 2. Determinación de porcentaje de proteína

2. Humedad

La humedad fue medida por medio del método de diferencia de peso de un crisol con y sin muestra aprobado y oficializado por la AOAC 950.46 en donde se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{(C + MH) - (C + MH)}{(C + MH) - C} * 100$$

Ecuación 3. Determinación de porcentaje de humedad

En donde=

%H= porcentaje de humedad

C= peso del crisol en gramos

MH= peso de la muestra húmeda

3. Fibra

Se tomó el valor analizado en *Caracterización y desarrollo de una harina de pulpa de café (Coffea arabica)* realizado por María Fernanda García Pacay en la Universidad del Valle de Guatemala.

Fibra dietética de pulpa de café en base húmeda: 12.27% ± 0.94

4. Cenizas

Se determinó el contenido de cenizas mediante el método oficializado AOAC 923.03. Para calcular el porcentaje de cenizas, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{CC - C}{M} * 100$$

Ecuación 4. Determinación de porcentaje de cenizas

En donde:

CC= peso del crisol con cenizas en gramos

C= peso del crisol en gramos

M= peso de la muestra incinerada en gramos

E. Determinación de sodio

Se determinó el contenido de sodio por medio del método de Volhard:

1. Pesar 5 g de muestra, colocarlos en un beaker de 100ml y agregar 50 ml de agua tibia, 10 ml de NaOH al 4% y agitar.
2. Enfriar a temperatura ambiente.
3. Añadir 50 ml de ácido nítrico concentrado. Mezclar
4. Filtrar y aforar a 100 ml el filtrado
5. Tomar 50 ml del filtrado y añadir 10 ml de nitrato de plata 0.1N y 1 ml de solución indicadora de sulfato férrico amoniaco.
6. Titular con tiocianato de potasio 0.1 N hasta color rosado

(Grains Council, 2019)

F. Determinación de cafeína

El nivel de cafeína presente en la muestra se midió siguiendo el método AOAC 980.15, titulado "Cafeína en Bebidas y Alimentos. Método de Cromatografía de Líquidos", describe un procedimiento para la extracción y cuantificación de cafeína mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Este método es ampliamente utilizado en la industria alimentaria y es reconocido por su precisión y fiabilidad en la determinación de cafeína en diferentes matrices alimentarias (Latimer, 2022).

1. Creación de curva de calibración

Se preparó las soluciones estándar en un volumen de 100 ml, siendo esta 1 solución madre (100 ppm) y 5 soluciones hijas (25-5 ppm). Estas fueron inyectadas al sistema HPLC a una absorbancia de 272 nm para poder obtener la curva de calibración para la cuantificación posterior de cafeína.

Se realizó la solución madre de 100 ppm diluyendo 10 miligramos de cafeína en 100 ml de agua destilada. Posteriormente, se diluyó la solución madre tomando 12.50, 10.00, 7.75, 5.00 y 2.25 ml de esta y aforando a 100 ml con agua destilada en balones con el fin de crear las soluciones hijas y formar una curva de calibración de 5 a 25 ppm.

2. Cuantificación de cafeína

Se preparó la muestra tomando 1 gramo de muestra de gel deportivo y se aforó con agua destilada a 100 ml en un balón obteniendo así una concentración de 100 ppm. Esta muestra se inyectó al sistema HPLC y se obtuvo el espectro UV de la muestra. Además, se realizó la curva de calibración para la cafeína. A partir de la absorbancia obtenida, se calculó la cantidad de cafeína utilizando la ecuación de la curva siendo

G. Análisis sensorial

Se realizó el panel sensorial realizando una prueba de preferencia, en donde se evaluará la aceptación a 47 futbolistas del equipo femenino Unifut Antigua. Para esto, se otorgó 1 muestra una presentación de 7 gramos en un sachet trilaminado previo a un entreno en donde se evaluó aceptación general, color, aroma, sabor, textura y viscosidad realizando las siguientes preguntas en una hoja de papel impresa y se evaluó utilizando una escala hedónica de 9 puntos, en donde 1 es “me disgusta mucho” y 9 “me gusta mucho”:

Finalmente, se colocó un espacio de comentarios con el fin de observar el agrado o desagradado que las panelistas quisieran expresar. Estos resultados fueron evaluados por medio de análisis descriptivo tomando la media, mediana, moda.

H. Análisis de resultados del panel sensorial

El análisis de resultados del panel sensorial se analizó por medio de estadística descriptiva en donde se agrupo las respuestas en gráficas visualizando las cantidades en forma de porcentajes.

I. Análisis de rendimiento y efecto del gel deportivo posentrenamiento

Se le realizó una encuesta vía Google Forms a las deportistas del equipo de fútbol Unifut Antigua en donde se realizó las siguientes preguntas después de haber ingerido la porción completa del gel deportivo en el entrenamiento.

Estos resultados fueron analizados por medio de agrupación de respuestas en gráficas.

Las preguntas y posibles respuestas fueron:

1. ¿Sintió alguna diferencia en su rendimiento físico comparado con entrenamientos previos sin el gel?
 - a. Sí, mi rendimiento mejoró significativamente
 - b. Sí, mi rendimiento mejoró un poco
 - c. No noté ninguna diferencia
2. ¿Cómo evaluaría su nivel de energía durante el entrenamiento después de consumir el gel?
 - b. Mucha más energía que de costumbre
 - c. Un poco más de energía que de costumbre
 - d. No noté diferencia en mi nivel de energía
3. ¿El gel le ayudó a mantener su nivel de intensidad durante todo el entrenamiento?
 - a. Sí, completamente
 - b. Sí, en su mayor parte.
 - c. No noté ninguna diferencia.
 - d. No, tuve dificultades para mantener la intensidad
4. ¿Cómo calificaría su nivel de fatiga después del entrenamiento en comparación con otras sesiones similares sin el gel?

- a. Mucho menos fatigado que de costumbre
 - b. Un poco menos fatigado que de costumbre
 - c. Igual de fatigado que de costumbre
5. ¿Notó alguna diferencia en la rapidez con la que se recuperó después del entrenamiento?
- a. Me recuperé mucho más rápido que de costumbre
 - b. Me recuperé un poco más rápido que de costumbre
 - c. No noté ninguna diferencia en la recuperación

J. Tabla nutricional

Se siguió el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad. Estas características fueron evaluadas por medio de análisis proximal.

Para realizar la tabla nutricional se agregaron los siguientes datos:

1. Valor energético
2. Grasa Total
3. Grasa Saturada
4. Carbohidratos
5. Azúcares Agregados
6. Sodio
7. Proteína.
8. Vitamina C

Además, se realizó un listado de ingredientes siguiendo el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 etiquetado general de los alimentos previamente envasados (preenvasados).

K. Ficha técnica

En la ficha técnica se agregaron las características fisicoquímicas, sensoriales y los ingredientes además incluyó información como el nombre y la descripción del producto, especificaciones técnicas del empaque, instrucciones de almacenamiento e información del fabricante. Este formato puede observarse en la Figura 14 la sección 2 de anexos.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Estudio de mercado

1. Encuesta

Se realizó la encuesta a 47 atletas (hombres y mujeres) de la Federación Nacional de Fútbol de Guatemala y del equipo mayor de Unifut Antigua de la Liga Nacional de Fútbol Femenino de Guatemala. A partir de las preguntas realizadas hacia los atletas, se determinó que 39 de los 47 futbolistas se han suplementado en su vida deportiva (Gráfico 1), de esta cantidad de atletas, veinte consumen proteína, 1 consume suplemento preentreno en polvo, 6 consumen vitaminas, 13 consumen creatina, 16 no consumen ningún suplemento (Gráfico 2). Asimismo, el 72 % de la población no han escuchado sobre los geles deportivos, y del 28 % restante únicamente 1 persona (2.12 %) consume un suplemento que aporta carbohidratos, esto puede deberse a que los suplementos brindados a las categorías evaluadas dentro del CAR (Centro de Alto Rendimiento) son principalmente proteína, electrolitos y multivitamínicos (Gráfico 3 de sección 2 de anexos). En adición a esto, según James I. en su estudio *The evolution of sports gels* indica que en años atrás se pensaba que los geles deportivos eran únicamente para ciclistas, maratonistas o corredores en general. James indica que el uso de estos geles se ha utilizado actualmente para una gama más amplia de atletas, porque en realidad, estos están dirigidos a cualquier persona que practique cualquier deporte o disciplina que requiera de mucha demanda energética, es decir, de larga duración. Estos actualmente se han usado en deportes como tenis, remo y fútbol. Esto por la facilidad de ingesta y el rápido efecto en el cuerpo humano (Smith, 2021; Bull, 2023).

Se identificó que el 47 % de la población evaluada cree que el gel deportivo contribuye al rendimiento durante la actividad física, el 51 % considera que tal vez lo hace, y el 2 % opina que no tiene impacto en el desempeño (Gráfico 4 de sección 2 de anexos). Esto indica que el 98 % de los deportistas perciben que la principal función del gel deportivo es aportar energía. Esta percepción se confirma con el hecho de que el 62 % de los encuestados reconoce esta función; sin embargo, el 26 % no sabe nada sobre los geles, ya que nunca habían oído hablar de ellos, el 6 % tiene conocimientos limitados, y otro 6 % sabe que los geles contienen una alta carga de carbohidratos, son útiles en actividades físicas intensas y existen en una variedad de sabores (Gráfico 5) (Arenas-Jal et al., 2019).

A partir de los resultados obtenidos, se pudo determinar principalmente que no existe educación sobre suplementos deportivos de parte de la Federación Nacional de Fútbol de Guatemala ya que no se suelen tener charlas sobre suplementos, sin embargo, los futbolistas logran identificar la función de los geles deportivos por su nombre. Además, a partir del Gráfico 6 y Gráfico 7 (sección 2 de anexos) se determinó que los encuestados están dispuestos a consumir un gel deportivo durante su actividad física (96 %) y además están dispuestos a participar en un panel sensorial del mismo gel (91 %), el formato del consentimiento informado se encuentra en la sección 3 de anexos.

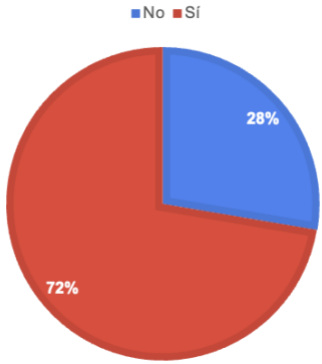


Gráfico 1. Suplementación previa

Pregunta: ¿Se ha suplementado anteriormente?

Fuente: elaboración propia

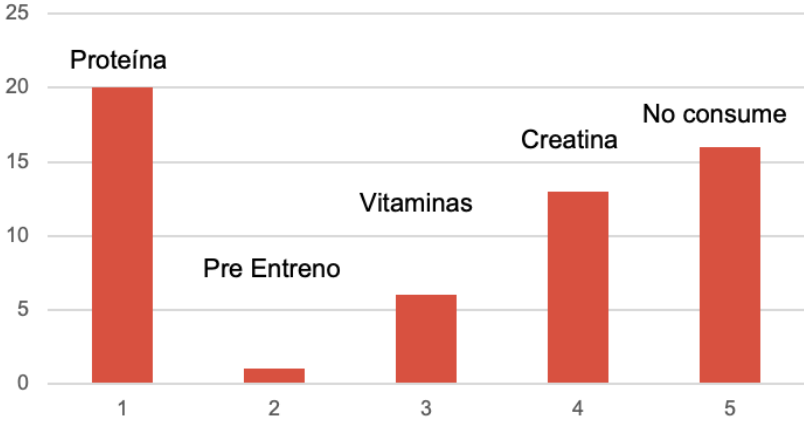


Gráfico 2. Suplementos utilizados

Pregunta: ¿Qué tipo de suplementos utiliza?

Fuente: elaboración propia

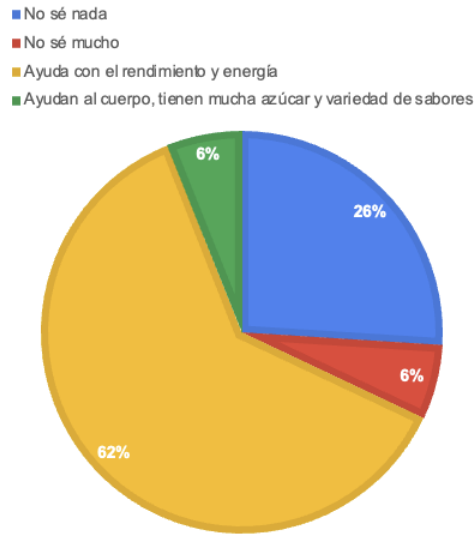


Gráfico 3. Conocimiento sobre de geles deportivos

Pregunta: ¿Qué sabe de geles deportivos?

Fuente: elaboración propia

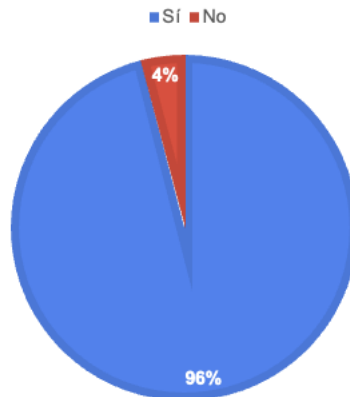


Gráfico 4. Disposición de consumo

Pregunta: ¿ Estaría dispuesto a consumir un gel deportivo al realizar actividad física durante más de 45 minutos?

Fuente: elaboración propia

a. Investigación de productos

Se pudo comprobar que en Guatemala se encuentran suplementos deportivos en GNC, tienda deportiva que también comercializa vitaminas, minerales, entre otros productos para la salud. En esta tienda se encontró los geles deportivos marca GU en diferentes sabores y la marca Dextro Energy, siendo GU la marca más vendida. Como se observa en la Figura 11, este gel se comercializa en presentaciones de 32 gramos y 1.1 onzas (32.5 ml), los precios se encuentran entre Q 16.75 y Q 20.75 si el producto contiene cafeína, estos poseen 23 gramos de carbohidratos totales, de estos 7 gramos son añadidos de fuente de maltodextrina y fructosa, además posee 125 miligramos de sodio provenientes del citrato de sodio, sal marina y benzoato de sodio. Asimismo, el gel Dextro Energy únicamente se encuentra en una presentación y sabor a un precio de Q 24.50 con un volumen de 60 ml, representando una diferencia significativa que la marca líder. Este, a su vez, posee 28 gramos de carbohidratos provenientes de azúcar invertido y dextrosa y 18 mg de cafeína (Dextro energy, 2021; GU, Energy, 2024).

Por parte de las redes sociales, Instagram específicamente, se encontró la comercialización de geles deportivos marca SIS y Precision Fuel, estos se venden actualmente a un precio de Q 21.00 y Q 26.50 (con cafeína) y Q 29.50 en el caso del gel Precision Fuel. SIS ofrece una presentación de 60 ml que cuenta con 22 gramos de carbohidratos totales provenientes de maltodextrina, además de 118 miligramos de sodio provenientes de citrato de sodio, cloruro de sodio, benzoato de sodio. En cambio, el gel Precision Fuel ofrece una presentación de 51 gramos, este posee 30 gramos de carbohidratos totales provenientes de maltodextrina y fructosa, además de 100 miligramos de cafeína (Precision Hydration, 2024).

Asimismo, se realizó una búsqueda de venta en páginas en línea como Amazon en donde se encontró que, actualmente, existen presentaciones de gomitas que son consumidas con el mismo fin de obtener energía. Mocca Shots son las gomitas y cada una contiene 6 gramos de carbohidratos totales provenientes de jarabe de tapioca, azúcar (sacarosa), fructosa y ciclodextrina, además contiene 100 miligramos de cafeína y 5 miligramos de sodio provenientes del citrato de sodio (Seattle Gummy Company, 2024; Science In Sport, 2024).

Se evaluaron seis productos energéticos y se centró en determinar cuál ofrece una mejor relación costo-beneficio según la cantidad de producto (gramos o mililitros), la presencia de cafeína y el precio unitario (Cuadro 6 de sección 1 de anexos):

- Más económico por unidad: SIS sin cafeína (Q 0.35/ml) ofrece la mejor relación precio-cantidad.
- Más económico con cafeína: Dextro Energy (Q 0.41/ml) es la opción más accesible entre los productos con cafeína.
- Más costoso: Precision Fuel con cafeína (Q 0.58/g) tiene el precio más alto por unidad.

La elección depende de las necesidades del usuario. Para un enfoque económico, SIS sin cafeína es la mejor opción, mientras que para quienes requieren cafeína, Dextro Energy ofrece la mejor relación calidad-precio. Productos como GU o Precision Fuel son preferibles si se valora la densidad calórica. Finalmente, puede observarse que el promedio de venta de los geles deportivos energéticos se mantiene en Q 23.21.

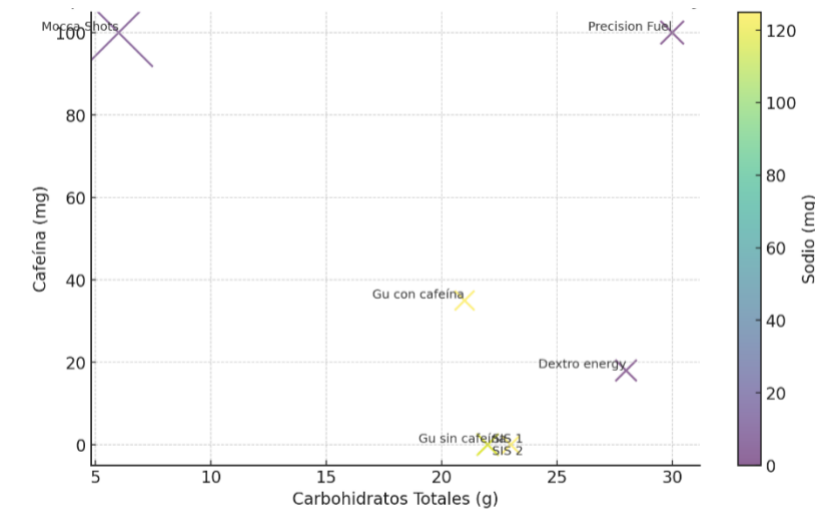


Figura 11. Comparación de productos

Fuente: elaboración propia

b. *Buyer* persona

Elaborar un *buyer* persona es clave para el éxito de productos nuevos, ya que permite identificar las necesidades, deseos y comportamientos del cliente ideal. Esto asegura que el producto sea relevante, al incorporar características y beneficios que realmente satisfagan al consumidor.



PERFIL GENERAL

- Edad: 27 años
- Genero: Femenino
- Ocupación: Futbolista profesional de un club local de la liga femenina
- Ubicación: Ciudad mediana con acceso limitado a productos especializados
- Nivel socioeconómico: Medio
- Nivel educativo: Universidad incompleta, enfocada en educación física

CARACTERÍSTICAS

- Estilo de vida: Activo y enfocado a un alto rendimiento. Entrena exigentemente 4 días a la semana (entrenamiento técnico y físico) y dos partidos cada semana
- Intereses: Nutrición deportiva, moda deportiva, crecimiento en redes sociales, y representación femenina en el deporte
- Objetivo principal: Maximizar el rendimiento físico durante los partidos y entrenamientos, asegurándose de mantener energía y prevenir fatiga.

DISCIPLINA

CONSIENTE

ENFOQUE

Figura 12. *Buyer* persona

Fuente: elaboración personal

B. Desarrollo de gel deportivo

1. Recepción y almacenamiento de pulpa de café

La cáscara y pulpa de café Arábica donada por el beneficio de café “El Cadejo” en Antigua Guatemala fue recolectada en canastas plásticas, posteriormente se lavó, se le retiró impurezas y material extraño, se le midieron parámetros fisicoquímicos (pH, grados brix, viscosidad, densidad y colorimetría) y finalmente se colocaron en bolsas plásticas debidamente rotuladas y se trasladaron al cuarto congelado de la planta piloto de la Universidad del Valle de Guatemala. Es importante la congelación de la materia prima por lo que se congeló a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ con el fin de evitar cambios fisicoquímicos que pueden ocurrir debido a la fermentación de las azúcares.

Se realizó el despulpado por medio del equipo despulpador Sterling Electric, Inc. Modelo K6535 en donde se ingresó una cantidad inicial de materia prima de 44.7 libras y se obtuvo un peso final de pulpa de 12.6 libras, siendo este un rendimiento del 41.8 %. La pulpa obtenida fue sometida a un tratamiento

térmico de 85 °C por 20 minutos con el fin de reducir la carga microbiana, eliminar patógenos y extender la vida útil, además se buscó mantener su frescura y valor nutritivo.

2. Formulación del gel deportivo

En el Cuadro 1 se observa la formulación final del gel deportivo en donde se utilizó como base dextrosa o glucosa monohidratada (36.25 %) y fructosa (29.4 %) siguiendo la relación 1:08 (glucosa:fructosa) para una mejor absorción de carbohidratos en el intestino delgado, esto incrementa la disponibilidad de energía para los músculos durante la actividad física. La relación entre estos azúcares más conocida es de 2:1, sin embargo, muchos estudios actuales y el respaldo de *Science In Sport* o más conocido como SIS, la marca reconocida de geles deportivos, la relación 1:08 es la más avanzada científicamente en la actualidad, esta relación además tiene una tasa de oxidación más alta, es decir que, que la velocidad con la que el cuerpo metaboliza y utiliza esos azúcares durante actividades como el ejercicio es mayor (Starke, 2022).

Como primer ingrediente se encuentra la pulpa de café (20.88 %) que aporta cafeína, antioxidantes (principalmente polifenoles), fibra dietética, azúcares naturales, ácidos orgánicos, proteínas y minerales. La formulación también incluye agua, pectina cítrica y carragenina como espesantes, bicarbonato de sodio, ácido cítrico, ácido ascórbico, sorbato de potasio y además cloruro de sodio que contribuye a la hidratación mejorando la retención de líquidos, en especial al perder electrolitos por medio del sudor. La pectina cítrica es útil debido a su capacidad de formar geles en presencia de azúcares y la carragenina interactúa con iones como el calcio o el potasio (Millard-Stafford et al., 2021).

La formulación del gel deportivo tuvo como base el gel deportivo GU sabor Espresso detallado en la sección E del Marco teórico, por lo que se requería 21 gramos de azúcares agregados y 125 miligramos de sodio.

El cálculo de carbohidratos fue adaptado a los azúcares presentes en la pulpa de café, esta pulpa usualmente posee 2.5 % de sacarosa, 0.5 % de glucosa y 0.5 % de fructosa, por lo que, para obtener 21 gramos de azúcares, se le restó los azúcares presentes en la pulpa de café, siendo esta cantidad de 20.7 gramos, de estos, 11.5 gramos de dextrosa monohidratada (glucosa) y 9.2 gramos de fructosa.

Según Dessalegn, Welderufael y Emire (2014), en su estudio *Physico-chemical properties and sensory evaluation of low sodium roasted and ground coffee*, la pulpa de café posee hasta 8 mg de sodio por cada

100 gramos de pulpa, por lo que se consideró este valor y finalmente se agregaron 117 miligramos de cloruro de sodio, de los cuales aproximadamente 49.17 miligramos son sodio tomando en cuenta su peso molecular (22.99 g/mol).

Se determinó la cantidad final de los espesantes y gelificantes (carragenina y pectina ácida) por medio de una cantidad inicial de 1.5 % de carragenina y 1.5 % de pectina cítrica. Por medio del Cuadro 7 de anexos puede observarse que las cantidades iniciales se encontraban demasiado elevadas, por lo que se disminuyó a 1.5 % de carragenina y 1.0 % de pectina cítrica. Una vez más se disminuyó la cantidad, hasta que se alcanzó la viscosidad visual adecuada y que fuera de fácil ingesta, las cantidades finales fueron 1.0 % de carragenina y 0.5 % de pectina cítrica (Dessalegn, Welderufael y Emire, 2014).

Esta formulación está basada en una porción de 32 gramos y según Jeukendrup A. al realizar actividad física es recomendable ingerir 30 gramos de carbohidratos por hora, por lo que, se recomienda consumir dos *sachets* del gel deportivo por cada hora de actividad física (Jeukendrup y Gleeson, 2019).

Ingrediente	%	32 gramos
Dextrosa monohidratada	36.250	11.600
Fructosa	29.400	9.408
Pulpa de café	20.875	6.680
Agua	10.016	3.205
Pectina cítrica	1.000	0.320
Sabor naranja	0.688	0.220
Carragenina	0.469	0.150
Bicarbonato de sodio	0.469	0.150
Cloruro de sodio	0.366	0.117
Ácido cítrico	0.156	0.050
Ácido ascórbico	0.156	0.050
Sorbato de potasio	0.156	0.050

Cuadro 1. Formulación del gel deportivo a base de pulpa de café sabor naranja

Fuente: elaboración propia

3. Análisis fisicoquímicos

El gel deportivo producido a base de pulpa de café obtuvo un pH de 5.28 ± 0.03 , grados brix de 47.02 ± 0.03 , viscosidad de 14.53 ± 0.03 cP, densidad de 1.33 ± 0.03 g/ml y actividad de agua de 0.66 ± 0.03 . El valor de pH es recomendable ya que influye significativamente en la absorción de carbohidratos en el cuerpo y además contribuye a que los consumidores no presenten ninguna molestia gástrica. Los grados brix confirmaron la alta carga de carbohidratos utilizada como fuente de energía. La viscosidad fue de 14.53 cP indicando una resistencia moderada al flujo lo cual favorece a la ingesta rápida. La densidad refleja una concentración significativa de solutos, acorde con el contenido energético del gel. Y la actividad de agua es moderada tomando en cuenta que es un fluido y el agua presente en el gel esta mayormente ligada a los azúcares, gomas y sales, limitando su disponibilidad para la reproducción de microorganismos, contribuyendo a su conservación y, asimismo, aumentando su vida útil.

Parámetro	Valor
pH	5.28 ± 0.01
Grados Brix	47.02 ± 0.36
Viscosidad (cP)	14.53 ± 0.08
Densidad (g/ml)	1.33 ± 0.03
Actividad de agua	0.66 ± 0.003

Cuadro 2. Análisis fisicoquímico del gel deportivo a base de pulpa de café

Fuente: elaboración propia

4. Composición química

Al analizar el gel deportivo se compone de humedad de $43.89\% \pm 0.96$, indicando que casi la mitad del peso del gel es agua total, además indica asimismo que el gel es fluido facilitando su consumo. La grasa presentó un valor de $0.16\% \pm 0.17$, este valor bajo es esperado pues los ingredientes que el gel posee no son fuente de grasa y son centrados en proporcionar energía por parte de los carbohidratos y se evitan las grasas para no causar digestión lenta durante el ejercicio. La proteína presentó un valor de $1.03\% \pm 0.26$ dado a que la única fuente de proteína es la pulpa de café la cual presenta valores bajos (8 % aproximadamente). Este gel presentó una cantidad de cafeína baja con un valor de $0.02\% \pm 0.06$ dado

a que la única fuente de cafeína es la pulpa de café que tiene concentraciones bajas (8 mg por cada 100 g) por lo que se recomienda agregar cafeína de forma pura a la formulación como una dosis adicional de energía al gel deportivo. Finalmente, el sodio presente es de 64.79 mg \pm 0.23 en la dosis de 32 gramos, esta cantidad contribuye a la reposición de sales que se pierden durante la actividad física por medio de la sudoración que varía según la persona.

Parámetro medido	Valor
Humedad (%)	43.89 \pm 0.96
Grasa (%)	0.16 \pm 0.17
Proteína (%)	1.03 \pm 0.26
Cenizas (%)	0.85 \pm 0.02
Cafeína (%)*	0.02 \pm 0.06
Sodio (mg)**	64.79 \pm 0.23

Cuadro 3. Caracterización del gel deportivo a base de pulpa de café

Fuente: elaboración propia

*se realizó por medio de HPLC (cromatografía líquida)

**se realizó por medio de método volhard AOAC 983.19

5. Análisis sensorial

Se observa en el Cuadro 5 los resultados del panel sensorial en donde se pudo identificar que la aceptación al gel fue generalmente favorable, en donde todos los atributos tuvieron una puntuación por encima de 6 en la escala de 9 puntos y en donde se determinó la aceptación general alcanzó una media de 7.29 \pm 1.69 con una moda de 9 puntos, lo cual indica que la mayoría de los panelistas tuvieron una percepción positiva.

El mejor atributo evaluado fue textura con un valor de 7.62 \pm 1.77 indicando agrado hacia este atributo; seguido de la viscosidad con un valor de 7.43 \pm 1.53 demostrando aceptación a pesar de no estar familiarizados con este tipo de fluido o productos en general.

Por otro lado, tanto el sabor como el color se destacaron por presentar evaluaciones de 7.14 ± 1.66 y 7.24 ± 1.65 con medianas de 7, indicando un agrado favorable.

El menor valor lo obtuvo el atributo de aroma (6.64 ± 1.76) con una moda de 5 comprobando por medio de los comentarios finales que no se distinguió el olor ni sabor del gel deportivo, por lo que para siguientes formulaciones se sugiere aumentar la cantidad del saborizante que al mismo tiempo aumentaría la intensidad del aroma. Los resultados indican una percepción agradable y aceptación al producto en términos de apariencia y percepción sensorial general.

Atributo	Media	Moda	Mediana
Aceptación general	7.29 ± 1.69	9	8
Color	7.24 ± 1.65	9	7
Aroma	6.64 ± 1.76	5	7
Sabor	7.14 ± 1.66	7	7
Textura	7.62 ± 1.77	9	8
Viscosidad	7.43 ± 1.53	9	8

Cuadro 4. Análisis sensorial de gel deportivo

Fuente: elaboración propia

C. Análisis de rendimiento y efecto del gel deportivo

1. Encuesta de percepción de rendimiento

Se realizó una encuesta de percepción del rendimiento posteriormente al entrenamiento a 17 jugadoras del equipo de fútbol profesional Unifut Antigua. Se les brindó una muestra que contó con la porción completa (32 gramos). A partir de esta encuesta se pudo identificar que 35 % consideran que su rendimiento físico mejoró significativamente, 59 % indicó que su rendimiento mejoró leve y únicamente el 6% indicó que no notó ninguna diferencia en su rendimiento (Gráfico 8). Además, al evaluar el nivel de energía, se identificó que el 29 % de la población percibió mucha más energía que de costumbre durante el entrenamiento y el 71 % restante indicó que percibió un poco más de energía que de

costumbre, estos valores indican que todas las personas evaluadas sintieron el efecto del gel deportivo y confirmando la funcionalidad de los carbohidratos presentes (Gráfico 9). Finalmente, el 23 % de las deportistas evaluadas indicaron que se sintieron mucho más hidratadas que de costumbre, el 59 % de las deportistas indicaron que se sintieron un poco más hidratadas que de costumbre y el 18 % indicó que no notó ningún cambio en la hidratación (Gráfico 10).

A partir de los resultados obtenidos se puede identificar que el gel logró contribuir con la percepción de energía durante el entreno futbolístico.



Gráfico 5. Rendimiento en entreno

Pregunta: ¿Sintió alguna diferencia en su rendimiento físico comparado con entrenamientos previos sin el gel?

Fuente: elaboración propia

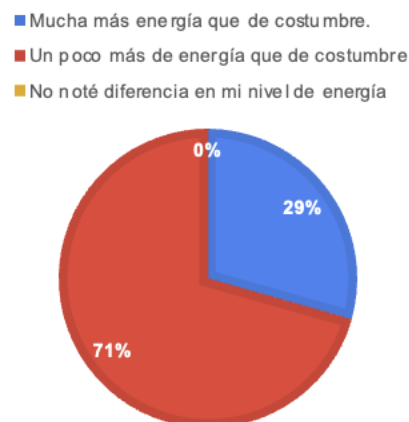


Gráfico 6. Nivel de energía en entreno

Pregunta: ¿Cómo evaluaría su nivel de energía durante el entrenamiento después de consumir el gel?

Fuente: elaboración propia



Gráfico 7. Hidratación en entreno

Pregunta: ¿Sintió algún cambio en la hidratación (por ejemplo, menos sed) después del consumo del gel?

Fuente: elaboración propia

D. Tabla nutricional

Se puede observar por medio de la Figura 11 la información nutricional del gel deportivo. Este producto proporciona 71 kilocalorías por una porción de 32 gramos. Estas calorías provienen principalmente de los carbohidratos (4kcal por cada gramo) ya que son la base de combustible que el cuerpo usa durante el ejercicio para la resistencia. Las calorías fueron calculadas a partir del análisis proximal y las calorías aportadas por cada macronutriente presente y su factor energético correspondiente (carbohidratos 4 kcal por gramo, proteínas 4 kcal por gramo, grasas 9 kcal por gramo).

Las grasas totales son menores a 1 gramo, lo cual es muy bajo ya que no existe fuente significativa de este macronutriente y no son fuente principal de energía durante el ejercicio ya que el cuerpo logra digerirlas tan fácilmente. La cantidad de sodio es intermedia (64.8 mg) que a comparación del gel GU

en el inciso 3 del marco teórico posee 125 mg sodio. El gel posee 17.3 carbohidratos en forma de fructosa y dextrosa monohidratada (glucosa), estas son la fuente principal de energía durante el ejercicio aeróbico además contribuye a evitar la fatiga. Estas azúcares son de fácil y rápida absorción contribuyendo a la energía y a evitar inconvenientes gastrointestinales. Se obtiene 3.9 gramos de fibra que fue tomado de la caracterización de la pulpa de café del estudio “*Caracterización y desarrollo de harina de pulpa de café (Coffea arabica)*”. Aunque la presencia de ella no es usual en los geles deportivos, este producto la posee debido a la adición de la pulpa de café. La fibra podría enlentecer la absorción de carbohidratos y además podría causar molestias gastrointestinales, por lo que se recomienda reducir la cantidad de fibra del producto para evitar estos efectos no deseados. La cantidad de proteína presente es prácticamente insignificante, lo cual es completamente normal en productos como geles deportivos, ya que no son fuente de energía inmediata y esta se digiere más lentamente que los carbohidratos. Finalmente, la cantidad de cafeína es baja, casi insignificante. Este alcaloide al estar presente en mayores cantidades contribuye de igual manera a la energía y es muy común su presencia en productos energéticos. El cuerpo toma más tiempo en digerir la cafeína que los carbohidratos, sin embargo, tiene otro tipo de beneficios hacia el cuerpo que es conveniente tomarlos en cuenta en un gel deportivo como el bloqueo de adenosina en el cerebro (Muszalski, 2021), que reduce fatiga y mejora la concentración durante la actividad física, también la cafeína posee la ventaja de que la energía que esta genera dura más tiempo, aproximadamente entre 3 y 5 horas, sin embargo, el pico de energía generado por la cafeína suele sentirse entre los 30-45 minutos (Mielgo-Ayuso et al., 2019)

INFORMACIÓN NUTRICIONAL	
Tamaño de porción: 32 gramos	Porciones por envase: 1
Cantidad por porción	
valor energético 71 kcal (297 kJ)	% Valor Diario
Grasa total <1g	1%
Grasa saturada 0g	0%
Colesterol 0 mg	0%
Sodio 64.8mg	3%
Total de Carbohidratos 17.3g	6%
Azúcares 11.4g	
Fibra dietética 3.9g	14%
Proteína <1g	2%
Cafeína 0.02mg	0%
*los porcentajes de valores diarios se basan en una dieta de 2,000 calorías	

Figura 13. Tabla nutricional del gel deportivo

Fuente: elaboración propia

E. Diseño de gel deportivo

Se realizó un diseño preliminar de la presentación del gel en un sachet de 32 gramos (Figura 14). Se destaca principalmente el color naranja, pues el gel posee este sabor y además el grano de café, que, aunque el producto no posee cafeína significativa, la pulpa de café es parte fundamental del producto ya que se contribuye a la reducción de este residuo en Guatemala y al mismo tiempo se ayuda al medio ambiente, a la economía circular y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El empaque además declara la cantidad de sodio presente en la porción que es una característica sumamente importante para un atleta de cualquier disciplina a la elección de un suplemento deportivo.

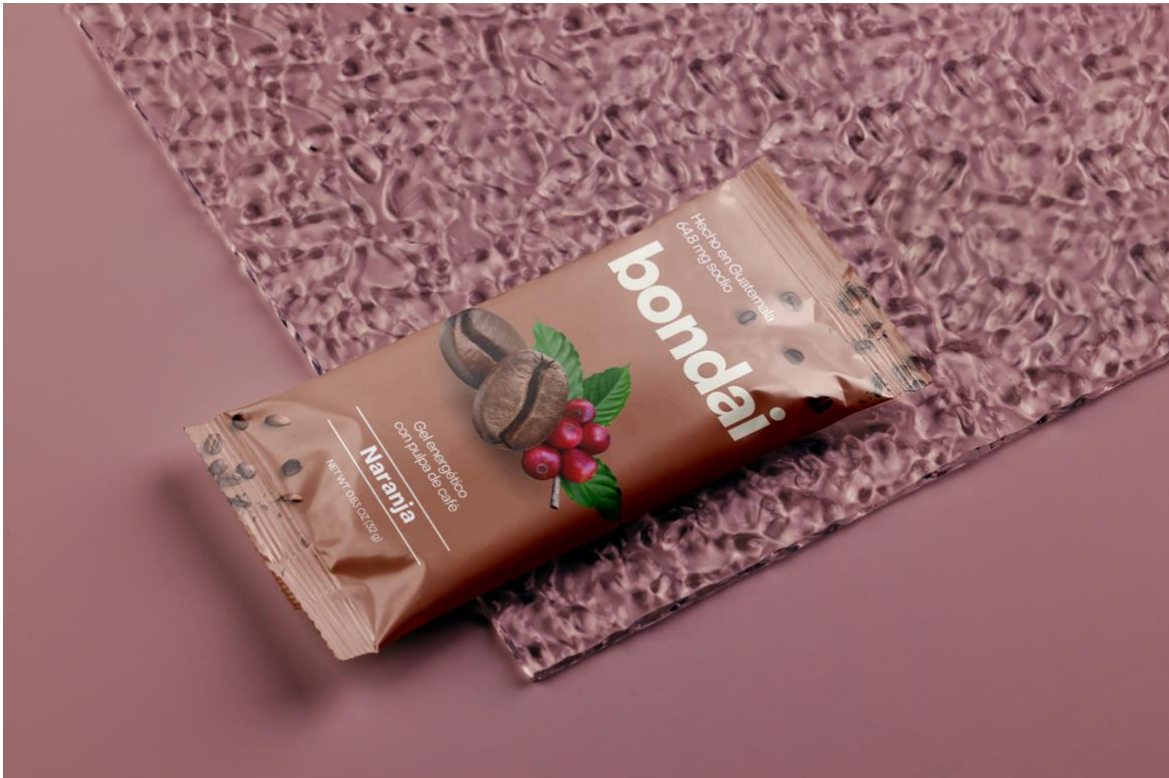


Figura 14. Diseño de empaque del gel deportivo

Fuente: elaboración propia

VIII. CONCLUSIONES

1. En Guatemala, los geles deportivos están disponibles en tiendas como GNC, destacando la marca GU como la más vendida, con carbohidratos y sodio. También se encuentran productos de Dextro Energy y en redes sociales se comercializan geles de SIS y *Precision Fuel*.
2. La encuesta reveló que la mayoría de los atletas de la Federación Nacional de Fútbol de Guatemala y Unifut Antigua no conoce ni utiliza geles deportivos, aunque reconocen su potencial para mejorar el rendimiento.
3. El gel formulado utiliza una proporción 1:0.8 de glucosa a fructosa, que optimiza la absorción de carbohidratos y la entrega de energía durante el ejercicio, superando la eficiencia de la relación 2:1 más tradicional
4. El gel logró contribuir con la percepción de energía durante el entreno futbolístico.
5. El gel deportivo a base de pulpa de café tuvo aceptación alta. El atributo más aceptado fue la textura y el menos aceptado el aroma.

IX. RECOMENDACIONES

1. Realizar pruebas aceleradas de vida útil para garantizar que el gel mantenga su eficacia y seguridad durante el periodo de comercialización. Esto incluye evaluar la degradación de los ingredientes activos y la calidad del producto a lo largo del tiempo (Wang et al., 2021).
2. Realizar paneles sensoriales con una variedad de sabores, ampliar la gama de sabores en futuros paneles sensoriales para identificar opciones que maximicen la aceptación y satisfacción de los atletas (Murray et al., 2022).
3. Realizar determinación de sodio por medio de espectrofotometría de absorción atómica (AAS) ya que este cuantifica la cantidad de luz absorbida por átomos de sodio en estado gaseoso y es altamente preciso y sensible (Welz y Sperling, 2007).
4. Aumentar cantidad de saborizante en la formulación de gel dado a que los panelistas no lo lograron distinguir.
5. Reducir la cantidad de fibra en la formulación ya que podría ralentizar la absorción de los carbohidratos y podría causar malestares gastrointestinales. Se reduciría filtrando la pulpa de café para eliminar la mayor parte de la fibra.
6. Agregar cafeína para obtener su efecto adicional a la energía provocada por los carbohidratos.
7. Evaluar el rendimiento de los atletas posteriormente a haber reducido la fibra presente en el gel deportivo
8. Realizar estudio financiero con el fin de evaluar viabilidad del producto en el mercado

X. REFERENCIAS

- Aconsa. (2021, marzo 22). *pH en alimentos: su importancia en la seguridad alimentaria*. Aconsa. Obtenido abril 7, 2024, de <https://aconsa-lab.com/ph-en-alimentos-importancia/>
- Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. (2021, noviembre 9). *Gencat. Vida útil*. Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. Obtenido abril 7, 2024, de <https://acsa.gencat.cat/es/detall/article/Vida-util>
- ALANUR. (2021, octubre 5). *¿Por qué los atletas consumen suplementos? – ALANUR*. Alianza Latinoamericana de Nutrición Responsable. Obtenido abril 4, 2024, de <https://alanurla.org/por-que-los-atletas-consumen-suplementos/>
- Anacafé. (2019, marzo). *Guía de variedades de café*. Anacafé. Obtenido abril 2, 2024, de <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>
- Anacafé. (2020, marzo 9). *Guía de variedades de café*. Anacafé. Obtenido marzo 12, 2024, de <https://www.anacafe.org/uploads/file/8ee92f426ab648318001477e70d0bbe1/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9-2020.pdf>
- Anacafé. (2022, noviembre 4). *Café de Guatemala: cifras históricas y nuevas estrategias marcan la cosecha 2021-2022*. Anacafé. Obtenido marzo 28, 2024, de <https://www.anacafe.org/cierre-cosecha-2021-2022/>
- Anacafé. (2023, marzo 1). *Compostaje de la pulpa de café*. Anacafé. Obtenido marzo 13, 2024, de <https://www.anacafe.org/uploads/file/7b99975ee9d0478db47df904a1282888/Boletin-Compostaje-Marzo-2023.pdf>
- Anacafé. (2024, enero 10). *Café de Guatemala: evolucionando hacia una caficultura humana, dinámica, rentable y sostenible*. Anacafé. Obtenido marzo 13, 2024, de <https://www.anacafe.org/cierre-cosecha-2022-2023/>

- Aristizábal-Marulanda, V., y Cardona Alzate, C. A. (2017). *Handbook of Coffee Processing By-Products*. Science Direct. <https://www.sciencedirect.com/book/9780128112908/handbook-of-coffee-processing-by-products>
- Ballesteros, Y. (2021, junio 24). *Residuos de la producción de café: una alternativa sostenible*. Perfect Daily Grind. Obtenido marzo 13, 2024, de <https://perfectdailygrind.com/es/2021/06/24/residuos-de-la-produccion-de-cafe-una-alternativa-sostenible/>
- Belchior, V. (2019, febrero 21). *What Is a Coffee Bean? The Anatomy of The Coffee Cherry*. Perfect Daily Grind. Obtenido marzo 19, 2024, de <https://perfectdailygrind.com/2019/02/what-is-a-coffee-bean-the-anatomy-of-the-coffee-cherry/>
- Bull, K. (2022, Agosto 2). *Energy Gels: The Science Explained* -. Science In Sport. Obtenido abril 5, 2024, de <https://www.scienceinsport.com/sports-nutrition/energy-gels-the-science-explained/>
- Bull, K. (2023, septiembre 29). *Geles energéticos: la ciencia explicada* -. Science In Sport. Obtenido septiembre 12, 2024, de <https://www.scienceinsport.com/sports-nutrition/es/energy-gels-the-science-explained/>
- Café Arabo. (2020). *Etapas del Proceso de Producción del Café*. Café Arabo. Obtenido febrero 27, 2024, de <https://cafearabo.com/etapas-proceso-produccion-cafe/>
- Café La Manchuria. (2022). *Té De Pulpa De Café*. Café La Manchuria. Obtenido abril 15, 2024, de <https://cafelamanchuria.com/product/te-de-pulpa-de-cafe/>
- Cardona, J. (2012, junio 3). <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/8334d7f1-db4b-431c-a526-80d0978acc8/content#:~:text=Ilustraci%C3%B3n%201%20Frutos%20y%20Flores,seg%C3%BAn%20la%20variedad%20de%20caf%C3%A9>. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Obtenido marzo 12, 2024, de <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/8334d7f1-db4b-431c-a526-80d0978acc8/content>

- Castellano, N. (2020, noviembre 30). *Guía Para el Secado de Café*. Perfect Daily Grind. Obtenido abril 21, 2024, de <https://perfectdailygrind.com/es/2020/11/30/guia-para-el-secado-de-cafe/>
- CDAG. (2020, abril 23). *Tipos de fútbol federado que se practican en Guatemala*. CDAG. Obtenido marzo 20, 2024, de <https://cdag.com.gt/2020/04/23/tipos-de-futbol-federado-que-se-practican-en-guatemala/>
- Cherry & Leaf. (2020, Agosto 26). *Revealing the Secret of a Coffee Cherry*. Cherry & Leaf. Obtenido marzo 19, 2024, de https://www.cherryndleaf.com/index.php?route=product/blog&path=95&blog_id=1&page=5
- Cleveland Clinic. (2020, Enero 1). *Energy Gels: How They Can Help You Fuel a Long Workout*. Cleveland Clinic Health Essentials. Obtenido marzo 18, 2024, de <https://health.clevelandclinic.org/energy-gels-how-they-can-help-you-fuel-a-long-workout>
- De la Cruz Torres, V. E. (2023, octubre 16). *El aprovechamiento de residuos de café como solución sostenible - Derecho del Medio Ambiente*. Derecho del Medio Ambiente. Obtenido marzo 13, 2024, de <https://medioambiente.uexternado.edu.co/el-aprovechamiento-de-residuos-de-cafe-como-solucion-sostenible/>
- Del Lago Orgánico. (2024). *Harina de Café Gluten Free*. Del Lago Orgánico. Obtenido abril 15, 2024, de <https://www.organicodelago.com/productos/harina-de-cafe-gluten-free>
- Dextro energy. (2021). Dextro energy - Dextro. Obtenido septiembre, 2024, de <https://dextroenergy.mx>
- El Somelier. (2020, agosto 17). *La recolección del café*. Bonka. Obtenido febrero 27, 2024, de <https://www.bonka.es/amor-por-el-cafe/recoleccion-cafe>
- Feller, M., y Ajmera, R. (2022, enero 11). 9. Obtenido marzo 18, 2024, de <https://www.healthline.com/nutrition/top-evidence-based-health-benefits-of-coffee>
- Feller, M., y Marengo, K. (2023, noviembre 16). *Coffee health benefits: Diabetes, heart health, liver cancer, and more*. *Medical News Today*. Obtenido marzo 18, 2024, de <https://www.medicalnewstoday.com/articles/270202>

- Flórez Flórez, J., Merchán Osorio, R. D., Caro Cely, W. F., Martínez Galán, C. A., y Barbosa Reyes, J. A. (2024). *Efectos del monohidrato de creatina sobre la fuerza explosiva en futbolistas categoría sub 15 del club patriotas boyacá*. Revista Actividad Física y Desarrollo Humano. Obtenido de octubre, 2024, de <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/afdh/article/view/3145/7263>
- Flores Morales, M. (n.d.). *Aprovechamiento de la pulpa del café — Proinnova*. Proinnova Universidad de Costa Rica. Obtenido marzo 15, 2024, de <https://www.proinnova.ucr.ac.cr/aprovechamiento-de-la-pulpa-del-cafe>
- Fórum Cultural del Café. (2020, abril 7). *Variedades comerciales de café (I): Principales cafés arábicas – Fórum Cultural del Café*. Fórum Cultural del Café. Obtenido marzo 12, 2024, de <https://forumdelcafe.com/variedades-comerciales-cafe-i-principales-cafes-arabicas/>
- Gamez, M. J. (2022, mayo 24). *Naciones Unidas*. Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible. Obtenido marzo 20, 2024, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Garrido, C. C., Gómez-Urquiza, J. L., Cañadas-De la Fuente, G. A., y Fernández-Castillo, R. (2015, agosto). *Uso, efectos y conocimientos de los suplementos nutricionales para el deporte en estudiantes universitarios*. SciELO España. Obtenido octubre 18, 2024, de https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112015000800047&script=sci_arttext
- Global-Business, Ó. (septiembre de 2017). El estudio de mercado. Obtenido de <https://operagb.com/wp-content/uploads/2017/09/8448169298.pdf>
- GNC. (2024, marzo). *GU™ Energy Gel con Cafeína 32 g – GNC Guatemala*. GNC Guatemala. Obtenido marzo 18, 2024, de <https://gnc.com.gt/products/gu-energy-gel-32grms-con-cafeina-1>
- Gu Energy. (2024). *Gu Energy*. Energy Gels. Obtenido septiembre, 2024, de https://guenergy.com/collections/gels?srsltid=AfmBOoq6lhF8X954nQCDAxVLdUwHbbqDooqJJWyIVOh-tXMQ_9WZadp

- Grains Council. (2019). *Determination of chlorides by Volhard method (AOAC 943.01)*. Recuperado de <https://grains.org/lta/wp-content/uploads/sites/6/2019/12/DDGS-Manual-Capitulo-05.pdf>
- IICA. (2020). *Guía Práctica de Caficultura*. IICA. Obtenido febrero 27, 2024, de <https://iica.int/sites/default/files/2020-11/impresion%20GPCAFI%2010.2020.pdf>
- INCAP. (2020, marzo 3). *Análisis sensorial para control de calidad de los alimentos*. INCAP. Obtenido abril 7, 2024, de <https://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>
- ITW Reagents. (2018, enero 22). *Determinación de Nitrógeno por el Método Kjeldahl*. ITW Reagents. Obtenido abril 6, 2024, de https://www.itwreagents.com/uploads/20180122/A173_ES.pdf
- Jeukendrup, A. (2014, Mayo 3). *A Step Towards Personalized Sports Nutrition: Carbohydrate Intake During Exercise*. NCBI. Obtenido marzo 18, 2024, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4008807/>
- Jeukendrup, A. (2024, Enero 11). *The optimal ratio of carbohydrates*. Mysportscience. Obtenido abril 21, 2024, de <https://www.mysportscience.com/post/the-optimal-ratio-of-carbohydrates>
- Jimenez, V. H. (2021). *Recuento de aerobios mesofilos* [Clase Teórica de Microbiología de alimentos Universidad del Valle de Guatemala].
- Jiménez, V. H. (2021). *Recuento de coliformes totales en muestras de alimentos por el metodo de vertido en placa* [Clase teórica de microbiología Universidad del Valle de Guatemala].
- Latimer, G. W. (Ed.). (2022). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Oxford University Press.
- López, J. L., Rodríguez, C., Bektrán, J., Ibarra, I., y Marín, R. (2017). Evaluación in situ, una estrategia para la formación de profesores. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*. Obtenido de <http://www.rexe.cl/ojournal/index.php/rexe/article/view/456>

- Mayoakat. (2024). *Licor de Pulpa de Café*. Mayoakat. Obtenido abril 15, 2024, de <https://Mayoakat.com/tienda/regalos/regalos-para-papa/licor-de-pulpa-de-cafe/>
- McCleary, B. V. (2023, Mayo 2). *Measurement of Dietary Fiber: Which AOAC Official Method of Analysis SM to Use*. Oxford. Obtenido abril 7, 2024, de https://watermark.silverchair.com/qsad051.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAA1UwggNRBkgqhkiG9w0BBwagggNCMIIDPgIBADCCAzcGCSqGSIb3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQMG8buH076Ina5xJDzAgEQgIIDCDGZE4k0qYLLm4jgS7zCmDOtIT0wP_159-XpB-Kgnr4UcBNC
- Mendenhall, W. (2006). *Introducción a la Probabilidad Estadística*. Obtenido de abril, 2024, de <https://www.fcfm.buap.mx/jzacarias/cursos/estad2/libros/book5e2.pdf>
- Mettler Toledo. (2017, marzo 5). *Medición de la densidad: todo lo que es preciso saber | METTLER TOLEDO*. Mettler Toledo. Obtenido abril 7, 2024, de https://www.mt.com/es/es/home/applications/Application_Browse_Laboratory_Analytics/Density/density-measurement.html
- Mettler Toledo. (2024, febrero 12). *Brix: Los conocimientos esenciales*. Mettler Toledo. Obtenido abril 7, 2024, de <https://www.mt.com/int/es/home/perm-lp/product-organizations/ana/brix-meters.html>
- Millard-Stafford, M., Snow, T. K., Jones, M. L. y Suh, H. (2021). *The Beverage Hydration Index: Influence of Electrolytes, Carbohydrate and Protein*. Georgia Institute of Technology. Obtenido septiembre, 2024, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8465972/pdf/nutrients-13-02933.pdf>
- MTPak Coffee. (2023, Marzo 14). *Biodegradable coffee bags*. MTPak Coffee. Obtenido abril 21, 2024, de <https://mtpak.coffee/biodegradable-coffee-bags/>
- Monterroso, M. A. (2024, agosto). *Entrevista sobre experiencia en selección nacional [Seleccionada Nacional de Fútbol]*. Ciudad de Guatemala, Guatemala.

- Muszalski, C. (2021, noviembre 15). *Cafeína antes de entrenar | Beneficios y efectos secundarios*. MYPROTEIN. Obtenido abril 4, 2024, de <https://www.myprotein.es/thezone/suplementos/cafeina-antes-de-entrenar/#beneficios>
- Olé Capilar. (2020). *Tratamiento pulpa de café y cacao*. Olé Capilar. Obtenido abril 15, 2024, de <https://olecapilar.com/producto/tratamiento-pulpa-de-cafe-cacao/>
- Parlamento Europeo. (2023, mayo 24). *Parlamento Europeo*. Economía circular: definición, importancia y beneficios | Temas | Parlamento Europeo. Obtenido abril 6, 2024, de <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>
- Precision Hydration. (2024). *PF 30 Energy Gel by Precision Fuel & Hydration*. Precision Hydration. Obtenido Septiembre, 2024, de <https://www.precisionhydration.com/us/en/products/pf-30-gel/>
- Paz Pierri, A. M. (2021). *Curso de Análisis Químico de Alimentos* [Práctica de laboratorio]. Guatemala, Guatemala.
- Quintero Quintano, G. M. (2023, noviembre). Evaluación de las características gelificantes de la pulpa de café (*Coffea arábica*) y agente espesante extraído de la misma en la producción de conservas. *ZAMORANO*.
- Science In Sport. (2024). *Energy Gels | SIS Energy Gels*. Science In Sport. Obtenido septiembre, 2024, de <https://www.scienceinsport.com/eu/shop-sis/go-range/go-gels>
- Seattle Gummy Company. (2024). *Energy Gummies & Chews | Seattle Gummy Mocca Shots 12-Pack*. Seattle Gummy Company. Obtenido septiembre 12, 2024, de <https://seattlegummy.com/product/mocca-shots/>
- Starke, L. (2022, April 12). *How To Use Carbohydrates for Energy: Glucose, Fructose and Maltodextrin* -. Science In Sport. Obtenido septiembre 14, 2024, de <https://www.scienceinsport.com/sports-nutrition/how-to-use-carbohydrates-for-energy-glucose-fructose-and-maltodextrin/>

Reichembach, L. H., y De Oliveira Petkowicz, C. L. (2020). Science Direct. Obtenido abril 5, 2024, de [https://pdf.sciencedirectassets.com/271345/1-s2.0-S0144861720X00142/1-s2.0-S0144861720306470/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEIj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQc394j7HbB%2Bd4SIWP95w3IJftYwviOJ0WSopk3MqttGjwIgb5X7uGgch84](https://pdf.sciencedirectassets.com/271345/1-s2.0-S0144861720X00142/1-s2.0-S0144861720306470/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEIj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQc394j7HbB%2Bd4SIWP95w3IJftYwviOJ0WSopk3MqttGjwIgb5X7uGgch84)

Rendimiento y resistencia. (2021, mayo 4). *Cómo hacer geles energéticos caseros y naturales (con comida real)*. Rendimiento y Resistencia. Obtenido marzo 13, 2024, de <https://www.rendimientoyresistencia.com/hacer-geles-energeticos-caseros-naturales-comida-real/>

Roig, S. (2023, octubre 5). *Una breve historia del café*. Historia National Geographic. Obtenido marzo 28, 2024, de https://historia.nationalgeographic.com.es/a/breve-historia-cafe_20279

RTCA. (2017, noviembre 9). *Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad*. RTCA 67.01.60:10. Obtenido abril 2, 2024, de <https://www.mspas.gob.gt/normativas-vigentes-control-alimentos?task=download.send&id=1318&catid=287&m=0>

Running Warehouse Europe. (2024). *Gel Energético GU Energy, 7 Sabores*. Running Warehouse Europe. Obtenido abril 19, 2024, de https://www.runningwarehouse.eu/Gel_Energetico_GU_Energy_7_Sabores/descpage-GUEGB-ES.html

Sigma-Aldrich. (2021, junio 12). *Análisis Microbiológico*. Sigma-Aldrich. Obtenido abril 7, 2024, de <https://www.sigmaaldrich.com/GT/es/applications/food-and-beverage-testing-and-manufacturing/microbiological-analysis-for-food-and-beverage>

Solórzano, A. (2024, agosto). *Entrevista sobre experiencia en selección nacional* [Seleccionada Nacional de Fútbol]. Ciudad de Guatemala, Guatemala.

UAEH. (2008). *Actividad de Agua*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido abril 7, 2024, de

<https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/20375/quimica-alimentos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Universidad de Murcia. (2019, febrero 15). *Determinación de Grasa total - Unidad de Innovación*.

Universidad de Murcia. Obtenido abril 6, 2024, de

<https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de-cursos/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas/determinacion-de-grasa-total>

WADA. (2024). *World Anti-Doping Agency*. Raising the game for clean sport | World Anti-Doping Agency. Obtenido April 28, 2024, de <https://www.wada-ama.org/en>

Waltman, D. (2016). *Georgia Poultry Laboratory Network*. Salmonella métodos de detección.

Obtenido April 21, 2024, de https://avinews.com/wp-content/uploads/2016/11/salmonella_2.pdf

Welz, B., y Sperling, M. (2007). *Atomic Absorption Spectrometry*. John Wiley & Sons.


XI. ANEXOS



Sección 1: Cuadros


Atributo	Valor	Desviación
pH	5.29 ± 0.03	0.01
	5.27 ± 0.03	
	5.29 ± 0.03	
Grados Brix	47.00 ±	0.03
	47.08±	
	48.99±	
Viscosidad (cP)	14.53 ±	0.00
	14.53 ±	
	14.54 ±	
Densidad (g/ml)	1.32 ±	0.00
	1.33 ±	


	1.33 ±	
Actividad de agua	0.65 ±	0.00
	0.66 ±	
	0.66 ±	

Cuadro 5. Parámetros fisicoquímicos de gel deportivo

Guatemala: Tienda GNC					
Marca	Carbohidratos totales	Cafeína	Sodio	Precio	Imagen
GU Sabor: <i>Lemon Sublime, Strawberry Banana</i> 32 gramos Porción: 1 sobre	23 g (8%) Azúcares 7 g	0 mg	125 mg	Q 16.75	

<p>GU</p> <p>Sabor: <i>Vainilla Orange</i></p> <p>32 gramos</p> <p>Porción: 1 sobre</p>	<p>21 g (8%)</p> <p>Azúcares 6 g</p>	<p>35 mg</p>	<p>125 mg</p>	<p>Q 20.75</p>	
<p>Dextro Energy</p> <p>Sabor: <i>Lemon</i></p> <p>60 ml</p> <p>Porción: 1 sobre</p>	<p>28 g</p>	<p>18 mg</p>		<p>Q 24.50</p>	
<p>Redes Sociales</p>					
<p>Marca</p>	<p>Carbohidratos totales</p>	<p>Cafeína</p>	<p>Sodio</p>	<p>Precio</p>	<p>Imagen</p>

<p>SIS</p> <p>60 ml</p> <p>Sabores:</p> <p><i>Strawberry & Lime.</i></p> <p><i>Pineapple</i></p> <p><i>Strawberry & Lime</i></p> <p><i>Electrolyte;</i></p> <p><i>Double Espresso;</i></p> <p><i>Cola;</i></p> <p><i>Orange;</i></p> <p><i>Lemon & Lime</i></p>	<p>22 g</p>	<p>0 mg</p>	<p>118 mg</p>	<p>Q 21.00 y</p> <p>Q 26.50 con cafeína</p>	
---	-------------	-------------	---------------	---	---



<p><i>Precision Fuel</i></p> <p>Sabor: Sabor neutro con y sin cafeína</p>	<p>30 g</p>	<p>100 mg</p>	<p>0 mg</p>	<p>Q 29.50</p>	
---	-------------	---------------	-------------	----------------	---

Amazon

Marca	Carbohidratos totales	Cafeína	Sodio	Precio	Imagen
<p>Mocca Shots</p> <p>sabores:</p> <p><i>Dutch Chocolate,</i></p> <p><i>Salted Caramel Chocolate,</i></p> <p><i>Dark Chocolate Orange, Dark Chocolate Raspberry,</i></p>	<p>6 g (2%)</p>	<p>100 mg</p>	<p>5 mg</p>	<p>\$32.40 = Q 252.7</p>	

<i>Mint Chocolate</i>					
Porción: 1 gomita					

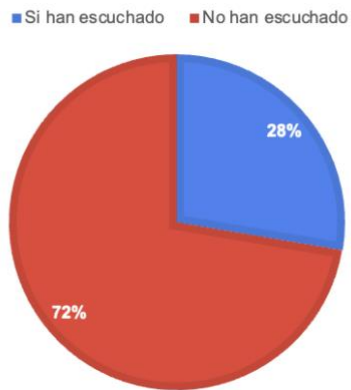
Cuadro 6. Investigación de mercado

Proporción de gomas	Imagen
Carragenina 1.5% Pectina cítrica 1.5%	
Carragenina 1.5% Pectina cítrica 1.0%	

<p>Carragenina 1.0%</p> <p>Pectina cítrica 0.5%</p>	
---	--

Cuadro 7. Comparación proporción de gomas

Sección 2: gráficos



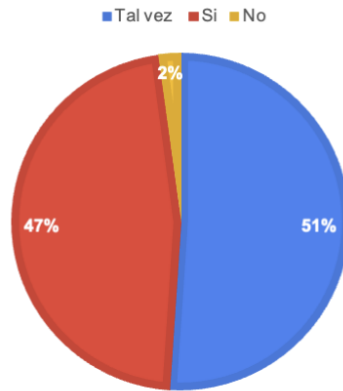
Gráfica 3 educación sobre geles deportivos

Pregunta: ¿Ha escuchado sobre geles deportivos?

Fuente: elaboración propia

Gráfico 4. Contribución de gel deportivo

Pregunta: ¿Considera que un gel deportivo realmente contribuye al rendimiento durante la actividad física?



Fuente: elaboración propia

Gráfico 7. Participación en panel sensorial

Pregunta: ¿Le gustaría degustar y participar en un panel sensorial del gel un deportivo?



Fuente: elaboración propia

Sección 3: figuras



Figura 15. Recepción de material prima



Figura 16. Despulpado



Figura 17. Medición de pH del gel



Figura 18. Medición de viscosidad del producto final

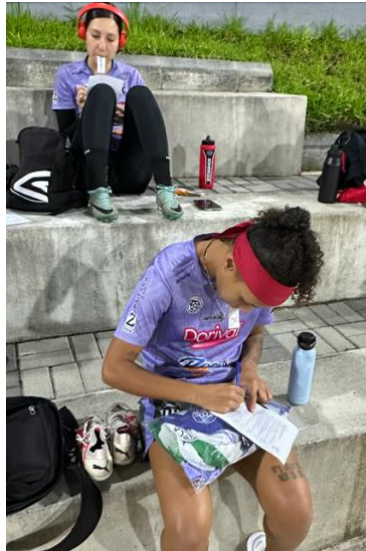


Figura 19. Panel sensorial realizado en entrenamiento del equipo Unifut Antigua



Figura 20. Boleta otorgada para panel sensorial

Consentimiento de participación en tesis

Por: Natalia Carolina Herrera Mejía

Estudiante de Ingeniería en Ciencia de los Alimentos



Junio 10, 2024

Por este medio declaro que me encuentro de acuerdo a participar y apoyar en la tesis "**Formulación de un gel deportivo a partir de pulpa de café Arábica para atletas de alto rendimiento**". El apoyo a esta tesis incluye dar mi opinión honesta, así también como degustar las muestras finales de la investigación al participar en un panel sensorial.

Yo _____ me encuentro informado/a y estoy de acuerdo con lo anterior descrito.

Fecha

Firma

Figura 21. Consentimiento informado de participación

GEL DEPORTIVO

A base de pulpa de café
Sabor Naranja



INGREDIENTES

Dextrosa, fructosa, pulpa de café, agua, saborizante naranja, pectina cítrica y carragenina como espesantes, bicarbonato de sodio, cloruro de sodio, ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio como conservantes, saborizante naranja.

MODO DE EMPLEO

Consumir un sachet de gel deportivo antes o cada hora durante la actividad física

POBLACIÓN OBJETIVO

Deportistas de alto rendimiento que realicen actividad física de una duración prolongada que requieran de energía de manera rápida

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

pH	5.28 +/- 0.01
Grados Brix (°)	47.02 +/- 0.36
Densidad (g/ml)	1.33 +/- 0.03
Viscosidad (cP)	14.53 +/- 0.08
Actividad de agua	0.65 +/- 0.003

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Grosor del sobre	0.00334 pulgadas
Alto del sobre	4.7 pulgadas
Ancho del sobre	1.96 pulgadas
material del sobre	Lámina pura

CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

- Color: Marrón oscuro
- Olor: Naranja madura
- Sabor: Naranja madura
- Apariencia: Líquido viscoso

INSTRUCCIONES DE ALMACENAMIENTO

- En un lugar fresco y seco.

Figura 22. Ficha técnica del producto