

Aprovechamiento de coproductos del café (*Coffea arabica*) mediante la fabricación de bebida a base de pulpa de café como alternativa a bebida deportiva para jóvenes de las universidades privadas del sur de Cali.

Palabras clave: bebida funcional, subproductos del café, cafeína, hidratación deportiva, economía circular, análisis sensorial, pulpa de café, bebidas hipertónicas

Nombre estudiante: Daniel Caicedo Jaramillo

Identificación C.C.: 1112984713

Programa académico: Gastronomía y artes culinarias

Correo electrónico: danielcj@javerianacali.edu.co

Resumen

El presente trabajo desarrolla una bebida deportiva funcional a partir de pulpa de café (*Coffea arabica*), con el objetivo de ofrecer una alternativa natural e innovadora que contribuya a la hidratación post-ejercicio, al tiempo que se promueve el aprovechamiento de coproductos agroindustriales. La pulpa de café, rica en cafeína, polifenoles y minerales esenciales como potasio y sodio, fue combinada con maracuyá, panela y sal para formular un prototipo de bebida hipertónica dirigida a jóvenes deportistas universitarios.

Se empleó un diseño experimental que incluyó la comparación de métodos de extracción (caliente vs. en frío), evaluación sensorial y análisis teórico de la composición mineral. La extracción en frío resultó en un perfil organoléptico más aceptable. Las pruebas sensoriales realizadas con 31 participantes mostraron una alta aceptación del producto, destacándose el equilibrio entre dulzor, acidez y salinidad.

Aunque no se realizaron análisis fisicoquímicos de laboratorio, se estimó la composición nutricional del producto en función de sus ingredientes. Los resultados sugieren que esta bebida puede contribuir a la recuperación de líquidos y electrolitos tras el ejercicio, siendo una opción viable dentro del mercado de bebidas funcionales. Este trabajo propone una solución sustentable en el marco de la economía circular alimentaria, aunque se recomienda su validación futura mediante estudios de composición real, viabilidad comercial e impacto ambiental cuantificado.

Tabla de contenido

Resumen.....	1
Planteamiento del problema y justificación de la propuesta	4
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos	6
Metodología	7

Marco teórico y estado del arte.....	8
Café, sus componentes y el desperdicio	8
Composición de la pulpa de café	9
Contenido de azúcar de bebidas energizantes.....	10
Materiales y métodos	20
Extracción en frío de pulpa de café	20
Preparación de la pulpa de maracuyá	21
Formulación de la bebida	21
Filtrado y enfriamiento	21
Formula final de la bebida	22
Encuestas de aceptabilidad.....	22
Resultados	23
Composición esperada de la bebida.....	23
Clasificación de la bebida	24
Momento recomendado de consumo	24
Pruebas experimentales.....	25
Evaluación sensorial.....	25
Probabilidad de recomendación	26
Resultados de la encuesta de percepción de marca.....	26
Discusión.....	27
Cumplimiento de criterios de hidratación	27
Impacto de los ajustes en la formulación	28
Comparación con bibliografía	28
Conclusiones y perspectivas futuras	29
Bibliografía	29
Anexos	32
Anexo 1. Resultados de la encuesta de percepción sensorial	32
Anexo 2. Resultados de la encuesta de percepción de marca	34

Planteamiento del problema y justificación de la propuesta

Según Statista, en el año 2021 Colombia contaba con 840,110 hectáreas dedicadas al cultivo de café, lo que se tradujo en la producción de 12,6 millones de sacos de 60 kilos de café verde (756.000.000 kilos). (Statista, 2024) (Federación nacional de cafeteros, 2022). Este café, tras perder peso debido a la deshidratación, implica que el peso de la cereza recién cosechada es significativamente mayor. La cereza de café está compuesta aproximadamente por 45,7% de grano (endospermo), 12% de cáscara (pericarpio), 29% de pulpa (mesocarpio externo), 6 a 8% de mucílago, 6,1% de pergamino y 1,2% de película plateada (Rodrigues da Silva et al., 2022). Durante el proceso de beneficio húmedo, el más común en Colombia, se descartan todas las partes de la cereza excepto el grano. Este subproducto, conocido como pulpa, puede causar contaminación ambiental si no se maneja adecuadamente (Patil et al., 2022) (Cañas et al., 2021) (Hoseini et al., 2021).

Con el objetivo de mitigar la contaminación y el impacto negativo que esta tiene en las comunidades que viven cerca a las zonas productoras, se ha investigado la pulpa de café y se ha descubierto que posee propiedades que la hacen atractiva como insumo en la industria alimentaria. En primer lugar, tiene un contenido de cafeína de $18,4 \pm 3,2$ g/kg (Serna-Jiménez et al., 2023), la cual es el componente activo de las bebidas energéticas consumidas por los deportistas (Hoffman, 2010). Además, la pulpa contiene antioxidantes, lo que la convierte en una materia prima valiosa para el desarrollo de productos alimenticios que promuevan el bienestar. Según Cañas et al. "la pulpa de café podría validarse como una nueva fibra dietética antioxidante, con efectos hipoglucemiantes y buenas

características fisicoquímicas y propiedades tecno-funcionales, lo que permitiría su incorporación a alimentos con potenciales beneficios para la salud.” (Cañas et al., 2021)

A su vez, se han propuesto diversas formas de aprovechar este subproducto. Entre estas propuestas encontramos la obtención de alcoholes mediante la fermentación de la pulpa (Yadira et al., 2014) (Orrego et al., 2018), la producción de bebidas probióticas a partir de extracto de pulpa y kéfir (Patil et al., 2022), el uso del mucilago tratado como materia prima para bebidas (Sierra-López et al., 2023). También se han explorado las posibilidades de aprovechar el contenido de fibra y compuestos fenólicos presentes en la pulpa (Cañas et al., 2021), así como la elaboración de una bebida funcional a partir de cáscara (Heeger et al., 2017).

Además, se ha investigado la posibilidad de utilizar la pulpa de café como fertilizante orgánico, para la recuperación de suelos, en el control biológico y como alimento para animales (Marín-Tello Carmen et al., 2020).

Sin embargo, a pesar de las diversas propuestas para el aprovechamiento de la pulpa de café, aún no se ha desarrollado un producto final en forma de bebida deportiva que, además de ser sensorialmente atractiva para los jóvenes, esté específicamente dirigida a este grupo. Esto es relevante, ya que los jóvenes constituyen el segmento de mayor consumo de bebidas energizantes (Hoffman, 2010).

Además, muchas de estas bebidas comerciales contienen niveles excesivos de azúcar. De hecho, la concentración de azúcar en una sola porción puede superar hasta dos o tres veces la cantidad diaria recomendada (Rath, 2012).

Este proyecto propone el desarrollo de una bebida deportiva a base de pulpa de café, formulada para ofrecer una experiencia sensorial agradable sin recurrir a altos niveles de

azúcar, a diferencia de las bebidas energizantes tradicionales. Se plantea como una opción funcional para la hidratación de los deportistas, ya que el consumo exclusivo de bebidas energéticas sin una adecuada ingesta de agua puede llevar a la deshidratación (Costantino et al., 2023).

Objetivo general

Desarrollar una bebida deportiva a partir de la pulpa de café, con el fin de mejorar la hidratación y aportar antioxidantes a los deportistas de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, al tiempo que se contribuye a la reducción del impacto ambiental generado por el desecho de la pulpa.

Objetivos específicos

- **Investigar** los usos de la pulpa de café en la industria alimentaria y su potencial aplicación en bebidas deportivas.
- **Desarrollar** una bebida funcional a base de pulpa de café, incorporando ingredientes que favorezcan la hidratación y el aporte de antioxidantes.
- **Optimizar** las características sensoriales de la bebida en términos de atributos visuales, olfativos y gustativos mediante pruebas experimentales.
- **Evaluar y validar** la aceptación del producto final a través de pruebas sensoriales con deportistas de universidades privadas del sur de Cali.

Metodología

- **Objetivo 1: Investigación sobre los usos de la pulpa de café en la industria alimentaria.**

Se realizó una búsqueda bibliográfica en diversas fuentes de información, priorizando estudios y artículos científicos relacionados con aplicaciones gastronómicas de la pulpa de café. Se seleccionaron aquellos que presentaran un respaldo académico y relevancia en el ámbito alimentario.

- **Objetivo 2: Desarrollo de una bebida funcional a base de pulpa de café para deportistas.**

Se investigaron las propiedades nutricionales de la pulpa de café y su compatibilidad con otros ingredientes beneficiosos para el rendimiento deportivo. Además, se analizaron referencias sobre bebidas deportivas y funcionales en el ámbito deportivo. A partir de esta información, se formularon prototipos iniciales de la bebida.

- **Objetivo 3: Optimización sensorial de la bebida en términos de atributos visuales, olfativos y gustativos.**

Se realizaron pruebas experimentales con variaciones en la formulación para ajustar el perfil organoléptico del producto. Estas pruebas incluyeron ajustes en proporciones de ingredientes y técnicas de preparación con el fin de mejorar la aceptación sensorial de la bebida.

- **Objetivo 4: Evaluación y validación del producto final.**

Se llevó a cabo una evaluación sensorial con un grupo de prueba para medir la aceptación del producto en términos de sabor, aroma, textura y apariencia. Con base

en los resultados obtenidos, se realizaron los ajustes finales para estandarizar la formulación.

Marco teórico y estado del arte

Café, sus componentes y el desperdicio

El género *Coffea L.* contiene las tres especies utilizadas en la producción de la bebida café: *Café. arabica* (*C. arábica*), *C. canephora* (*C. canephora*) y café liberiano, *Liberica*, o café excelsa (*C. liberica*). De estas tres, *C. arabica* es, con diferencia, la especie comercial más importante (Davis Fls et al., 2006). Este proyecto se centrará específicamente en esta especie, ya que es la más cultivada en Colombia y representa las 840,110 hectáreas dedicadas al cultivo de café, lo que se tradujo en la producción de 12,6 millones de sacos de 60 kilos de café verde (756.000.000 kilos). (Statista, 2024) (Federación nacional de cafeteros, 2022)

De igual manera, como todas las especies de café, *C. arabica* produce una cereza, que “hace referencia al fruto del cafeto. Esta está compuesta por alrededor de 45,7% grano (endoesperma), 12% cáscara (pericarpio), 29% pulpa (mesocarpio externo), 6 a 8% mucilago, 6.1% pergamino y 1.2%, película plateada.” (Rodrigues da Silva et al., 2022) La pulpa, obtenida al separar el grano de la cereza mediante una máquina despulpadora, ha sido objeto de investigación debido a los problemas ambientales que puede causar si no se maneja adecuadamente s (Patil et al., 2022) (Cañas et al., 2021) (Hoseini et al., 2021). La contaminación resultante puede afectar ríos y lagos cercanos, reduciendo la cantidad de

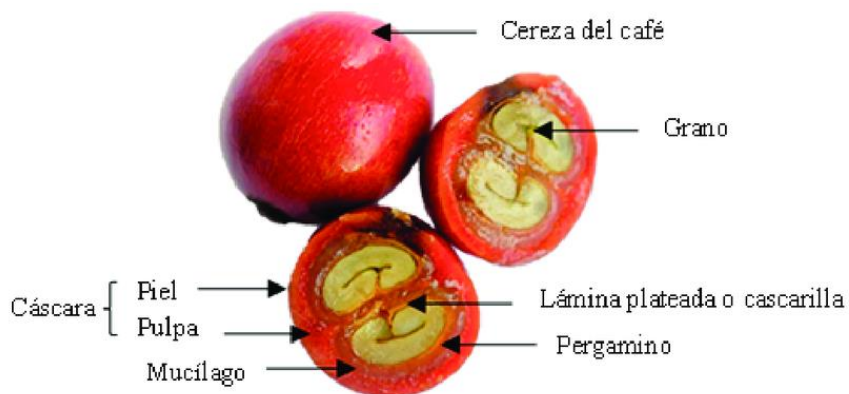
oxígeno, alterando los niveles de pH y bloqueando la luz solar. En el suelo, afecta la microflora, lo que tiene un impacto significativo en la flora y fauna. Además, su descomposición libera gases como metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), que contribuyen al calentamiento global. También genera malos olores y atrae insectos que están asociados a problemas de salud (Marín-Tello Carmen et al., 2020).

Composición de la pulpa de café

Frente a estas problemáticas, se han investigado los diferentes subproductos del café, que para poder entenderlos debemos primero entender lo que compone una cereza de café. Como se ve evidencia en la figura 1, una cereza de café está compuesta por el grano, la cáscara, la lámina plateada y el pergamino. A su vez, la cáscara está compuesta por piel, pulpa y mucilago. Si la cereza se deja secar al sol completa, es conocido como beneficio natural; si se usa una maquina despulpadora para separar el grano junto con el mucilago de todo lo demás y luego se deja secar al sol, se conoce como beneficio amielado; y si el grano con mucilago se deja fermentar, luego se lava y finalmente se seca al sol, se conoce como beneficio húmedo. Tanto en el beneficio amielado como el húmedo se obtiene el subproducto pulpa; que se compone por la pulpa y la piel de la cereza. De aquí en adelante cuando se haga mención al uso de la pulpa, estaremos hablando de estas dos partes.

Figura 1

Cereza de café y sus partes.



Nota. Anatomía de la cereza del café. Fuente (Salomé-Martínez & Jaramillo-Gamboa, 2023).

Sobre la pulpa, se ha encontrado que contiene taninos, sustancias pépticas, azúcares, cafeína (18.4 ± 3.2 g/kg), ácido clorogénico y ácido cafeico. Además, se ha identificado la presencia de minerales como calcio, fósforo, hierro, sodio, potasio y zinc (Braham & Bressani, 1979)(Serna-Jiménez et al., 2023), así como compuestos fenólicos (Bondam et al., 2022). Esto abre una oportunidad de utilizar la pulpa como insumo en las industrias alimentaria y farmacéutica.

Contenido de azúcar de bebidas energizantes

Por otro lado, las grandes cantidades de azúcar presentes en las bebidas energizantes que ofrece el mercado representan una problemática significativa. Una sola bebida puede contener hasta tres veces la cantidad diaria recomendada de azúcar, alcanzando los 54 gramos por porción (Rath, 2012). Este exceso tiene serias implicaciones para la salud de los consumidores, ya que el consumo elevado prolongado de azúcar está asociado con el aumento de peso y el riesgo de desarrollar enfermedades como el síndrome metabólico, la diabetes tipo 2, enfermedades cardíacas (Hu & Malik, 2010) y obesidad (Gillespie et al., 2023). A su vez, el consumo excesivo de la cafeína y por ende de estas bebidas, está relacionado con efectos adversos que incluyen ansiedad, insomnio, inquietud, náuseas,

vómitos, convulsiones y taquicardia que pueden provocar un paro cardíaco (Bendich & Bales, 2022).

Figura 2

Tabla nutricional de bebida red bull.

Nutrition Facts	
Serving size	1 can
Amount per serving	
Calories	110
	<small>% DV*</small>
Total Fat 0g	0%
Sodium 105mg	4%
Total Carbohydrate 29g	10%
Total Sugars 26g	
Includes 26g Added Sugars	53%
Protein 0g	
Niacin 100%	• Vitamin B6 250%
Vitamin B12 80%	• Pantothenic Acid 50%
<small>Not a significant source of saturated fat, trans fat, cholesterol, dietary fiber, vitamin D, iron and potassium.</small>	
<small>*% DV = % Daily Value</small>	
Caffeine content: 80 mg/8.4 fl oz.	
Not recommended for children, pregnant or nursing women and persons sensitive to caffeine.	
<small>Ingredients: Carbonated Water, Sugar, Glucose, Citric Acid, Taurine, Natural and Artificial Flavors, Sodium Bicarbonate (Baking Soda), Magnesium Carbonate, Colors, Caffeine, Niacinamide, Pyridoxine HCl (Vitamin B6), Calcium Pantothenate, Vitamin B12.</small>	

Nota. Tabla nutricional de la bebida Red Bull vendida en la página de Amazon. Fuente (Red Bull, 2024).

Figura 3

Tabla nutricional de bebida Monster.

MONSTER GREEN 16 FL. OZ.

Nutrition Facts	
Serving size	1 can
Amount per serving	
Calories	230
<small>% Daily Value*</small>	
Total Fat 0g	0%
Sodium 370mg	16%
Total Carbohydrate 58g	21%
Total Sugars 54g	
Includes 54g Added Sugars 108%	
Protein 0g	

Nota. Tabla nutricional de la bebida Monster vendida en la página de Amazon. Fuente (Monster Energy, 2024).

Ahora bien, la FDA recomienda un consumo diario máximo de azúcar de 50 gramos. Este límite se sobrepasa al tomar tan solo dos latas de red bull, o una sola de la bebida Monster, como se evidencia en las tablas nutricionales (figuras 2 y 3), donde la bebida Red Bull tienen un contenido de azúcar de 26 gramos y la Monster un contenido de 54 gramos por lata.

Son de estas problemáticas presentadas anteriormente que se encuentra la necesidad de buscar diferentes usos a la pulpa en la industria alimentaria y de buscar soluciones alternativas a las bebidas tradicionales ofertadas en el mercado.

Es así como, centrando nuestro foco en la pulpa de café y sus posibles usos en la industria alimentaria, encontramos estudios que son relevantes pues nos dan una mirada a

componentes de interés para esta industria, o directamente proponen productos a partir de esta.

El proyecto realizado por Yadav et al. propuso tres bebidas alcohólicas a base de tres diferentes subproductos del café: mucilago, grano con mucilago y pulpa.

Posteriormente se realizaron pruebas sensoriales para determinar la calidad total de cada una de estas bebidas, como lo muestra la **figura 4**.

Figura 4

Gráfica de los puntajes de las bebidas generadas a base de coproductos.

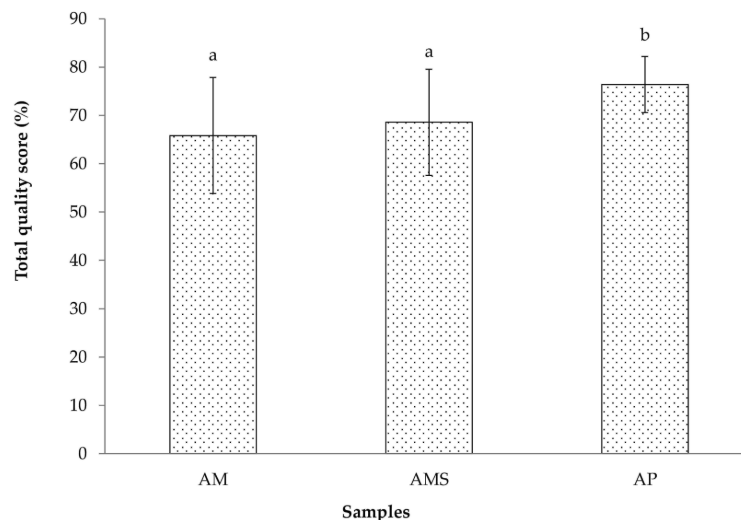


Figure 3. Total quality score for coffee-based alcoholic beverages. Error bars show standard deviation and error bars bearing different superscript differs ($p < 0.05$) with one-way ANOVA.

Nota. Gráfica del puntaje resultante del análisis organoléptico de las tres bebidas, a base de mucilago, mucilago y grano y pulpa de café. Fuente: (Yadav et al., 2021)

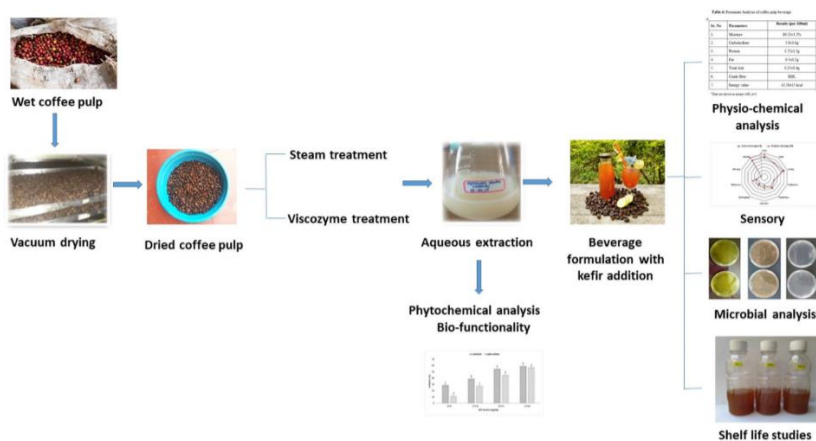
La figura muestra el puntaje total de cada una de las bebidas después de someterlas a un análisis, siendo el puntaje final el eje Y, en el eje X encontramos las bebidas; AM corresponde a la bebida a base de mucílago, AMS a mucílago con grano, y AP a pulpa

(Yadav et al., 2021). Ahora bien, esta investigación examinó las cualidades de estas bebidas sin realizar ajustes que podrían mejorar el resultado final, como lo podría ser la adición de diferentes ingredientes durante el proceso. Esto mismo se menciona en las conclusiones, "se necesitan más investigaciones para garantizar la calidad de las bebidas alcohólicas producidas a partir de residuos de café."

Por otro lado, también se han desarrollado bebidas a partir de pulpa y kéfir, las cuales presentan diversos beneficios para la salud y se proponen como una posible solución a los problemas ambientales (Patil et al., 2022) Este proyecto basado en kéfir y pulpa es especialmente interesante, ya que presenta un método para conservar la pulpa (secado al vacío) y la extracción acuosa mediante dos tipos de tratamientos diferentes, como puede apreciarse en la **figura 5**.

Figura 5

Diagrama de proceso de fabricación de bebida a base de pulpa y kéfir.



Nota. Diagrama de proceso de fabricación de bebida de pulpa de café y kéfir. Fuente: (Patil et al., 2022)

Esto es relevante para la industrialización del proceso, ya que se requiere una forma efectiva de conservar la pulpa antes de obtener los diferentes compuestos, en este caso en forma líquida, para la creación de la bebida. Sin embargo, aunque la bebida final fue evaluada organolépticamente por un grupo de panelistas, no se definieron grupos objetivos a quienes ofrecerla ni se realizaron ajustes para hacerla más atractiva al público.

Igualmente, se ha desarrollado una bebida a partir de la cáscara del café, en la que se evaluó su capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles (representado en los ejes Y de las figuras 6 y 7). Como se evidencia en la gráfica, el proyecto incluyó seis variedades diferentes de café (el eje X de ambas gráficas), en la que bourbon presenta la mayor capacidad antioxidante y mayor contenido de polifenoles de entre las seis cáscaras evaluadas.

Figura 6

Cantidad de polifenoles en las seis muestras de pulpa de café.

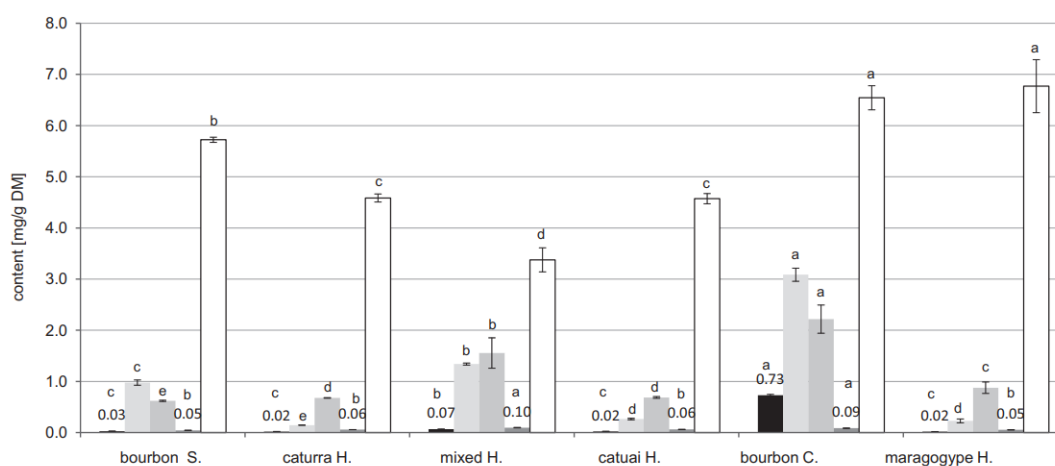


Fig. 3. Content of individual polyphenols (gallic acid ■, protocatechuic acid ■, chlorogenic acid ■, rutin ■) and caffeine □ of six samples of dried coffee cherry pulp determined by HPLC. Results are expressed as mean \pm SD, $n = 3$, different letters above the bars of the same colour denote significant difference in the content of individual compound between the samples at $p < 0.05$. Due to the very low bars representing gallic acid and rutin content the values were given.

Nota. Contenido individual de polifenoles (ácido gálico, ácido protocatequiico, ácido clorogénico, rutina) y cafeína en las seis muestras de pulpa de café. Fuente (Heeger et al., 2017).

Figura 7

Capacidad antioxidante de las seis muestras de pulpa de café.

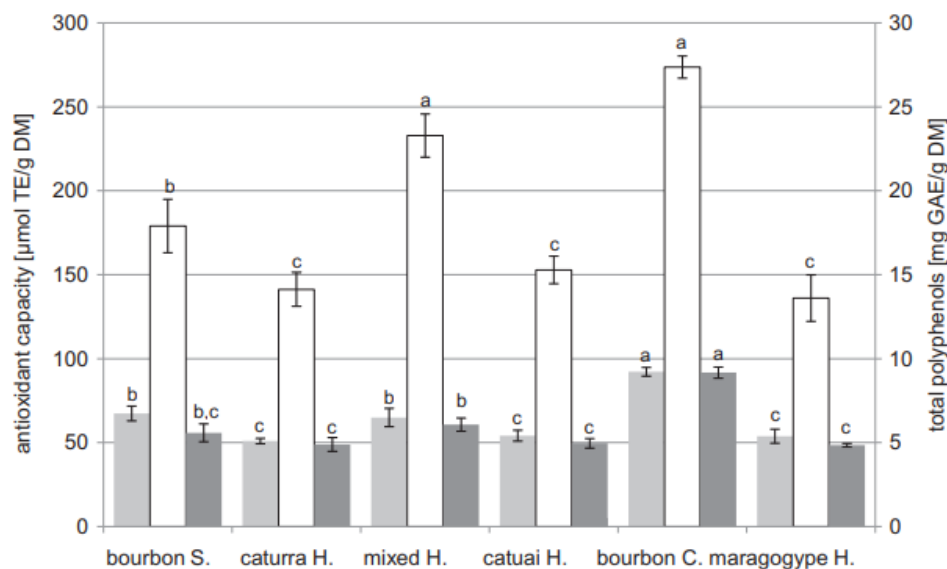


Fig. 2. Antioxidant capacity of six samples of dried coffee cherry pulp evaluated by ABTS ■, ORAC □ and total polyphenols ■ assays. Results are expressed as mean ± SD, n = 3. Different letters above the bars of the same colour denote significant difference between the samples at $p < 0.05$. S. – Salvador, H. – Honduras, C.- Congo.

Nota. Capacidad antioxidante de las seis muestras de pulpa de café seca y cantidad total de polifenoles. Fuente: (Heeger et al., 2017)

Esto es relevante, ya que demuestra la posibilidad de crear productos funcionales a partir de coproductos del café: “La pulpa de la cereza del café, un subproducto infrutilizado de la producción de café se puede valorizar mediante la producción de una bebida antioxidante funcional que contiene cafeína y polifenoles.” (Heeger et al., 2017). Sin embargo, como señalan Heeger et al. en sus conclusiones, es necesario evaluar la aceptación del consumidor de este tipo de bebidas.”

Adicionalmente, encontramos un estudio que evaluó los diferentes compuestos de la pulpa de café, donde se destaca especialmente en el contenido de cafeína.

Figura 8

Compuestos encontrados en la pulpa de café.

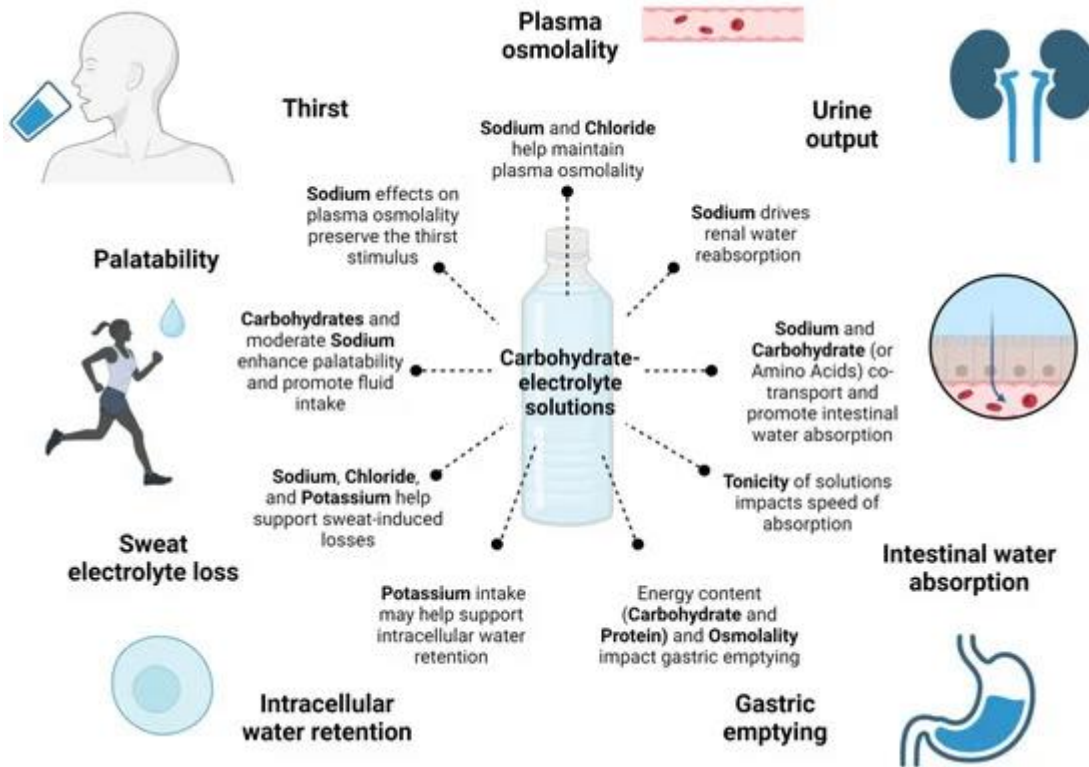
Parameter	Coffee pulp waste
Moisture (%)	83.6 ± 0.6
pH	3.3 ± 0.0
Conductivity (µS/cm)	1089.0 ± 1.0
Caffeine (g/kg d.b.)	18.4 ± 3.2
Total polyphenols (g/kg d.b.)	14.9 ± 2.6
Cr (mg/kg d.b.)	n.d.
Ni (mg/kg d.b.)	6.0 ± 0.1
Cd (mg/kg d.b.)	3.0 ± 0.1
Pb (mg/kg d.b.)	14.0 ± 1.0
Zn (mg/kg d.b.)	7.0 ± 0.1

Nota. Compuestos presentes en la pulpa de café, incluidos cafeína y total de polifenoles.

Fuente: (Serna-Jiménez et al., 2023)

Como se evidencia en la tabla, se encontró una concentración de 18.4 ± 3.2 g/kg de cafeína, lo cual representa una oportunidad para utilizar la pulpa como insumo base para la elaboración de alimentos que utilizan este compuesto para generar la sensación de energía y pérdida del sueño; como lo son las bebidas energizantes. A su vez, hay presencia de minerales como el níquel, cadmio, plomo y zinc.

Figura 10



Nota. Se presenta un esquema que resume los principales efectos de los aspectos composicionales de las CES en la promoción de resultados relacionados con la hidratación durante el ejercicio. (Pérez-Castillo et al., 2024)

Por otro lado, las bebidas deportivas se caracterizan por su contenido de electrolitos y carbohidratos, ya que estos contribuyen a la rehidratación del organismo. Como se evidencia en el esquema de la figura 10, el sodio es el electrolito más importante, pues facilita la retención de líquidos y ayuda a restablecer el equilibrio hídrico. Le sigue el potasio, esencial para la regulación del balance de líquidos en el cuerpo, aunque su impacto en la hidratación es menor en comparación con el sodio. Por su parte, los carbohidratos desempeñan un papel clave al proporcionar energía y reducir la oxidación de glucosa en el

hígado, lo que favorece el rendimiento físico y la recuperación. (Parodi A., 2018) (Shirreffs, 2009) (Pérez-Castillo et al., 2024)

Figura 9

	Carbohydrate (%)	Sodium (mmol/l)	Potassium (mmol/l)	Osmolality (mosmol/kg)
Gatorade	6	20	3	280
Isostar	7	30	*	289
Lucozade Sport	6.4	22	3	285
Powerade	6	23	2	280
Orange juice	10	4	45	660
Apple juice	13	1	26	*
Tomato juice	3	10	7	*
Cola	11	3	1	700
Oral rehydration solution	2	45	20	250
Bottled water	0	0	0	9
Milk	5	26	37	288

Nota. Tabla de la composición de bebidas deportivas seleccionadas en el Reino Unido y otras bebidas. El contenido de carbohidratos se toma de las etiquetas de las bebidas. Los demás datos provienen de muestras analizadas en el laboratorio. (Shirreffs, 2009)

A su vez, Shirreffs evaluó las bebidas deportivas comerciales y otras bebidas en el Reino Unido, como se muestra en la Figura 9. En esta tabla se observa que las bebidas deportivas presentan un alto contenido de sodio, así como una menor

concentración de carbohidratos y una osmolaridad más baja en comparación con otras bebidas, como los jugos de frutas. Esto se debe a que una menor osmolaridad favorece la disponibilidad de agua en el organismo, optimizando la hidratación.

(Shirreffs, 2009)

En conclusión, la pulpa de café representa una fuente prometedora de compuestos de interés para la industria, ya que contiene pectina y compuestos bioactivos con aplicaciones en los sectores alimentario y farmacéutico (Serna-Jiménez et al., 2023). Además, este subproducto ofrece una oportunidad para su aprovechamiento en la formulación de una bebida deportiva, dado que sus polifenoles aportan beneficios antioxidantes para el organismo y su contenido de cafeína actúa como un estimulante natural. Asimismo, su combinación con bebidas deportivas permite el desarrollo de una alternativa funcional que no solo favorezca la recuperación de líquidos y electrolitos, sino que también brinde un efecto energizante. Para ello, la formulación debe incluir componentes clave como sodio, potasio y carbohidratos, garantizando así un equilibrio óptimo entre hidratación y estimulación.

Materiales y métodos

Extracción en frío de pulpa de café

Inicialmente, se llevó a cabo una extracción a **95°C durante 5.5 minutos**, pero el resultado fue un extracto con un sabor amargo y notas pirolíticas no deseadas. Para mitigar este efecto, se optó por una extracción en frío.

Se preparó una infusión de pulpa de café en frío, utilizando una relación de **1:10** (1 g de pulpa por cada 10 mL de agua). La mezcla se dejó en refrigeración a **4°C durante 24 horas** en un recipiente hermético. Finalmente, el extracto fue filtrado para eliminar residuos sólidos y obtener un líquido homogéneo.

Preparación de la pulpa de maracuyá

La pulpa de maracuyá fue sometida a un tratamiento térmico suave para facilitar la separación de las semillas. Para ello, se calentó la pulpa con una pequeña cantidad de agua a **fuego bajo durante 5 minutos**, removiendo constantemente. Luego, la mezcla fue pasada por un colador para separar las semillas, conservando únicamente la parte líquida y fibrosa de la pulpa.

Formulación de la bebida

El extracto de pulpa de café obtenido previamente se combinó con la pulpa de maracuyá en una proporción homogénea. A esta mezcla se le añadió **panela y sal**, llevándola a calor moderado hasta la disolución completa de la panela.

Filtrado y enfriamiento

Una vez obtenida una mezcla homogénea, el líquido fue filtrado mediante un **colador de tela** para eliminar impurezas y obtener una bebida con mejor textura. Finalmente, la preparación se dejó enfriar a temperatura ambiente antes de su almacenamiento y posterior análisis.

Formula final de la bebida

La siguiente tabla muestra las cantidades utilizadas de cada insumo para la elaboración de la bebida de 500ml.

Ingrediente	Cantidad	Unidades
Concentrado Pulpa	326	ml
Agua	108	ml
Pulpa maracuyá	41	g
Panela	24	g
Sal	0.5	g

Encuestas de aceptabilidad

Para evaluar el nivel de aceptación de la bebida, se realizó una prueba sensorial con **tres grupos de deportistas**, sumando un total de **30 participantes**. A cada persona se le entregó una muestra de **50 mL** y se le indicó que evaluara la bebida.

Para la recolección de datos, los participantes completaron una encuesta en la que expresaron su percepción en términos de **sabor, aroma y apariencia**, así como su valoración general del producto. La encuesta se aplicó utilizando una **escala Likert**.

Figura 10

Minerals	<i>Passiflora</i> species
	<i>P. edulis</i> Sims fo. <i>edulis</i> ¹
Ca	20.00 ± 0.12 (1.54%)
K	1,600 ± 16.0 (34.04%)
Na	5.30 ± 0.04 (0.23%)
Mg	120 ± 0.95 (28.57%)
Fe	2.90 ± 0.02 (16.11%)
Cu	0.20 ± 0.01 (22.22%)
P	150 ± 1.70 (12.00%)
Zn	2.10 ± 0.05 (19.09%)
Mn	0.40 ± 0.01 (17.39%)
B	0.20 ± 0.01
N	1,100 ± 8.0
S	90.00 ± 0.85

Nota. Contenido mineral de la pasiflora edulis sims en 100 gramos de pulpa.

Resultados

Composición esperada de la bebida

Debido a que no se realizó un análisis de laboratorio, se determinaron las concentraciones aproximadas de minerales y electrolitos presentes en la bebida con base en los insumos utilizados. La siguiente tabla muestra las cantidades esperadas de los principales nutrientes en 100 mL de producto final:

Nutriente	Cantidad (mg)
Sodio	173.50
Potasio	2225.17
Calcio	103.22
Magnesio	107.30
Hierro	674.19
Cobre	333.96
Fósforo	153.54
Zinc	230.55
Manganeso	237.72

Estos valores sugieren que la bebida cuenta con una composición rica en electrolitos esenciales para la recuperación muscular y la hidratación, especialmente en potasio y sodio, fundamentales en la reposición de líquidos y el equilibrio electrolítico en deportistas.

Clasificación de la bebida

Debido a su alta concentración de electrolitos, la bebida es clasificada como **hipertónica**, es decir, con mayor concentración de solutos que los fluidos corporales, lo que la hace adecuada para recuperación post-ejercicio, ya que contiene una mayor cantidad de solutos en comparación con los fluidos corporales. Esto significa que no es la opción ideal para hidratación rápida durante el ejercicio, pero sí es altamente efectiva para la recuperación post-entrenamiento, ayudando a reponer electrolitos y minerales perdidos.

Momento recomendado de consumo

Dado que las bebidas hipertónicas favorecen la recuperación muscular y la reposición de minerales, su consumo es más recomendable **después del ejercicio**, especialmente tras

actividades intensas y prolongadas. No se recomienda su ingesta durante el ejercicio, ya que su alta concentración de solutos podría provocar deshidratación al extraer agua de las células en lugar de facilitar su absorción.

Pruebas experimentales

Se realizaron diversas pruebas para optimizar la formulación del producto. Se compararon dos métodos de extracción de la pulpa de café:

1. **Extracción en caliente (95°C por 5.5 minutos):** Resultó en un extracto amargo con notas pirolíticas, lo que generó una sensación desagradable en boca.
2. **Extracción en frío (4°C por 24 horas):** Produjo un sabor más balanceado, con un perfil fuerte pero agradable, lo que mejoró la aceptación sensorial del producto.

Además, se realizaron ajustes en la formulación, reduciendo la cantidad de sal y eliminando el limón para evitar un exceso de acidez en la bebida.

Evaluación sensorial

Para determinar la aceptación del producto, se realizaron pruebas con 30 deportistas, quienes consumieron una muestra de 50 mL y completaron una encuesta basada en la escala Likert. Los principales hallazgos fueron:

- **Apariencia visual:** La mayoría de los participantes calificaron la bebida de manera positiva, aunque algunos mencionaron que el color podría mejorar.
- **Aroma:** Fue bien recibido, destacándose las notas cítricas y naturales.

- **Sabor:** La evaluación fue predominantemente positiva, resaltando su equilibrio entre acidez, dulzura y salinidad.
- **Aspectos destacados:** Los participantes mencionaron como puntos positivos el sabor natural, el balance de ingredientes y la sensación refrescante.
- **Aspectos a mejorar:** Algunas personas sugirieron una reducción en la acidez y la salinidad, y otras indicaron que preferirían un mayor dulzor.

Probabilidad de recomendación

La mayoría de los participantes indicaron una alta probabilidad de recomendar la bebida a amigos o compañeros de entrenamiento, con valores en la escala de 7 a 10 en la mayoría de los casos.

En general, los resultados muestran que la bebida es bien aceptada por deportistas y tiene potencial competitivo en el mercado de bebidas funcionales.

Resultados de la encuesta de percepción de marca

Como parte del proceso de validación de la propuesta, se aplicó una encuesta a jóvenes universitarios físicamente activos con el fin de conocer sus percepciones y expectativas frente a una bebida deportiva a base de pulpa de café. Los resultados permitieron identificar patrones clave en cuanto a preferencias de nombre, colores, envase, valores asociados y disposición de pago. En cuanto al nombre del producto, *Hydrapulp* fue el más elegido, seguido por *Pulpactive* y *Pulpade*, lo cual sugiere una inclinación hacia términos que combinan hidratación, pulpa y dinamismo. Respecto a los colores, los más asociados con una bebida natural y energética fueron el verde, azul, amarillo y rojo, destacándose la

preferencia por tonalidades vibrantes y naturales que generen impacto visual y transmitan frescura.

En relación con el envase, la botella plástica fue la opción más valorada por su practicidad, aunque también se reconoció el atractivo de presentaciones en vidrio o lata en contextos más sostenibles o premium. Los valores que los encuestados desearían ver reflejados en la marca fueron principalmente **rendimiento, bienestar, naturalidad y sostenibilidad**, seguidos por innovación y autenticidad. Finalmente, la mayoría de los participantes manifestó estar dispuesta a pagar entre \$5.000 y \$7.500 COP por una bebida de 500 ml, con una minoría dispuesta a pagar hasta \$12.000 en caso de percibir beneficios adicionales. Estos hallazgos refuerzan la pertinencia de la propuesta y brindan lineamientos claros para el diseño final del producto y su comunicación.

Discusión

Cumplimiento de criterios de hidratación

La composición teórica de la bebida sugiere que contiene electrolitos esenciales para la hidratación y recuperación muscular, destacándose el potasio y el sodio como principales contribuyentes al equilibrio electrolítico. Sin embargo, es importante señalar que no se realizaron análisis de laboratorio para confirmar estos valores; las concentraciones presentadas se basan únicamente en la composición de los ingredientes utilizados. En futuras investigaciones, sería recomendable realizar pruebas específicas que validen la presencia y cantidad exacta de estos minerales en la bebida final.

Impacto de los ajustes en la formulación

El método de extracción tuvo un impacto significativo en las características sensoriales del producto. La extracción en caliente resultó en una bebida con un color más oscuro, presencia de partículas en suspensión y un sabor marcadamente amargo. En contraste, la extracción en frío generó un producto más limpio, tanto en apariencia como en sabor, con notas más equilibradas y una mayor aceptación sensorial. Además, la reducción de sal y la eliminación del limón ayudaron a mejorar la percepción general del producto, logrando un balance más armonioso entre acidez, dulzura y salinidad.

Comparación con bibliografía

La pulpa de café ha sido utilizada en diversas investigaciones para la elaboración de bebidas funcionales. Sin embargo, no se encontraron referencias en la literatura que emplearan el método de extracción en frío para su procesamiento. Este enfoque podría representar una innovación en el desarrollo de bebidas a base de pulpa de café, aportando una alternativa con mejor perfil sensorial y potencial funcional para consumidores activos.

En conclusión, Kofuel presenta una formulación prometedora como bebida deportiva natural para deportistas. No obstante, se requieren estudios adicionales para validar sus propiedades fisicoquímicas y su efectividad en la reposición de electrolitos durante la actividad física.

Conclusiones y perspectivas futuras

Este proyecto se enfoca en el desarrollo y evaluación sensorial de una bebida deportiva a base de pulpa de café, por lo que ciertos aspectos, aunque relevantes, no forman parte de su alcance. No se realizó un análisis químico detallado de la bebida para determinar con precisión la concentración de minerales y electrolitos, ya que el objetivo principal no es la caracterización fisicoquímica, sino la formulación y aceptación del producto. Sin embargo, se presentan valores teóricos basados en la composición de los ingredientes utilizados, y se sugiere que futuras investigaciones profundicen en este aspecto.

Asimismo, no se llevó a cabo una comparación detallada con otras bebidas comerciales, ya que el enfoque del estudio no es el posicionamiento competitivo en el mercado, sino la viabilidad de la formulación en términos sensoriales y funcionales. De igual manera, este trabajo no contempla un análisis de impacto ambiental cuantitativo ni un estudio de viabilidad económica, dado que su alcance se limita al desarrollo del producto y su aceptación por parte de consumidores potenciales. Estos elementos pueden ser explorados en estudios posteriores que evalúen la factibilidad de escalamiento y comercialización del producto.

Bibliografía

- Bendich, A., & Bales, C. W. (2022). *Nutrition and Health Series Editors*. <http://www.springer.com/series/7659>
- Bondam, A. F., Diolinda da Silveira, D., Pozzada dos Santos, J., & Hoffmann, J. F. (2022). Phenolic compounds from coffee by-products: Extraction and application in the food and pharmaceutical industries. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 123, pp. 172–186). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.03.013>

- Braham, J. Edgar., & Bressani, Ricardo. (1979). *Coffee pulp : composition, technology, and utilization*. International Development Research Centre.
- Cañas, S., Rebollo-Hernanz, M., Cano-Muñoz, P., Aguilera, Y., Benítez, V., Braojos, C., Gila-Díaz, A., Rodríguez-Rodríguez, P., Cobeta, I. M., Pablo, Á. L. L. de, González, M. del C., Arribas, S. M., & Martín-Cabrejas, M. A. (2021). *Critical Evaluation of Coffee Pulp as an Innovative Antioxidant Dietary Fiber Ingredient: Nutritional Value, Functional Properties, and Acute and Sub-Chronic Toxicity*. 65. https://doi.org/10.3390/foods_2020-07623
- Costantino, A., Maiese, A., Lazzari, J., Casula, C., Turillazzi, E., Frati, P., & Fineschi, V. (2023). The Dark Side of Energy Drinks: A Comprehensive Review of Their Impact on the Human Body. In *Nutrients* (Vol. 15, Issue 18). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/nu15183922>
- Davis Fls, A. P., Govaerts, R., Fls, D. M. B., & Stoffelen, P. (2006). An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). In *Botanical Journal of the Linnean Society* (Vol. 152). <https://academic.oup.com/botlinnean/article/152/4/465/2420564>
- Federación nacional de cafeteros. (2022). *Federación de cafeteros*. Producción de Café de Colombia Tierra 2021 En 12,6 Millones de Sacos. <https://federaciondecafeteros.org/wp/listado-noticias/produccion-de-cafe-de-colombia-cierra-2021-en-126-millones-de-sacos/>
- Gillespie, K. M., Kemps, E., White, M. J., & Bartlett, S. E. (2023). The Impact of Free Sugar on Human Health—A Narrative Review. In *Nutrients* (Vol. 15, Issue 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu15040889>
- Heeger, A., Kosińska-Cagnazzo, A., Cantergiani, E., & Andlauer, W. (2017). Bioactives of coffee cherry pulp and its utilisation for production of Cáscara beverage. *Food Chemistry*, 221, 969–975. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.067>
- Hoffman, J. R. (2010). *Caffeine and Energy Drinks*. <http://journals.lww.com/nsca-scj>
- Hoseini, M., Cocco, S., Casucci, C., Cardelli, V., & Corti, G. (2021). Coffee by-products derived resources. A review. In *Biomass and Bioenergy* (Vol. 148). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106009>
- Hu, F. B., & Malik, V. S. (2010). Sugar-sweetened beverages and risk of obesity and type 2 diabetes: Epidemiologic evidence. *Physiology and Behavior*, 100(1), 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2010.01.036>
- Marín-Tello Carmen, Zelada-Castillo Lorena, Vásquez-Arqueros Alexander, Vieira Amandio, & Siche Raúl. (2020). *Coffee Pulp An Industrial By-product with Uses in Agriculture, Nutrition and Biotechnology*.
- Monster Energy. (2024). *Monster Energy Original - Bebida energizante de 16 onzas, verde, paquete de 15*. https://www.amazon.com/-/es/Monster-Energy-Original-energizante-16-onzas/dp/B0BJX5VNVF/ref=sr_1_1?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91& dib=eyJ2IjojMSJ9.aTylL85BU_8g_cUAKlJly7WisJHBctrXmxFQxqYVtWo2_NRa1UrLdt1lnCOlJQ8oLexKfCGPMzUKvtIVSvHZBMAimQkQCkuIme8Sqe3I4FQJzatwT4hpj8dBna0pMaqwXWuBlrMOJazdV7dnOGU48MUfDFWPNigDxzqU-F_si86kW0_iLTw_3xA_q3sEhIiAdrThw183_sM2HsYTeSqf77cmwenjVIFiRxTnh5MONSTQ UKXIO2lPrsLb8phCAyYvixS9uId1uRMFRReGvRpm128IUOgZT3AXVJQ4f1_DfDOA.HFE_

G9CCmaweDxRoo3GvMHqZjTuw919SoHJMqQ32KVw&dib_tag=se&keywords=monster &qid=1725482676&sr=8-1

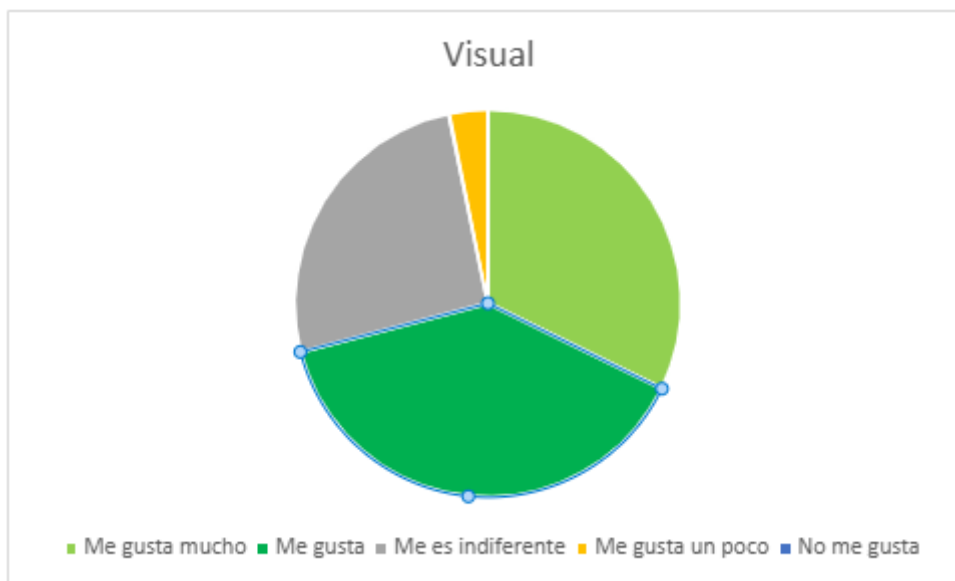
- Orrego, D., Zapata-Zapata, A. D., & Kim, D. (2018). Optimization and scale-up of coffee mucilage fermentation for ethanol production. *Energies*, *11*(4). <https://doi.org/10.3390/en11040786>
- Parodi A. (2018). COMPOSICIÓN DE LAS BEBIDAS DEPORTIVAS: EFECTOS SOBRE LA HIDRATACIÓN Y EL RENDIMIENTO. *Revista Universitaria de La Educación Física y El Deporte*, *11*. <https://doi.org/10.28997/ruefd.v0i11.3>
- Patil, S., Pimpley, V., Warudkar, K., & Murthy, P. S. (2022). Valorisation of Coffee Pulp for Development of Innovative Probiotic Beverage Using Kefir: Physicochemical, Antioxidant, Sensory Analysis and Shelf Life Studies. *Waste and Biomass Valorization*, *13*(2), 905–916. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01554-3>
- Pérez-Castillo, Í. M., Williams, J. A., López-Chicharro, J., Mihic, N., Rueda, R., Bouzamondo, H., & Horswill, C. A. (2024). Compositional Aspects of Beverages Designed to Promote Hydration Before, During, and After Exercise: Concepts Revisited. In *Nutrients* (Vol. 16, Issue 1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/nu16010017>
- Rath, M. (2012). Energy drinks: What is all the hype? The dangers of energy drink consumption. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*, *24*(2), 70–76. <https://doi.org/10.1111/j.1745-7599.2011.00689.x>
- Red Bull. (2024). *Red Bull Bebida energética, 8.4 onzas líquidas, 24 latas, 4 unidades (paquete de 6)*. https://www.amazon.com/ENERGY+DRINK-ENERGY+DRINKS-ENERGY-RED+BULL-REDBULL/dp/B000MTST70?maas=maas_adg_F8B9B37988ABCBD7BAEC35037B2EA3E5_afap_abs&ref_=aa_maas&tag=maas
- Rodrigues da Silva, M., Sanchez Bragagnolo, F., Lajarim Carneiro, R., de Oliveira Carvalho Pereira, I., Aquino Ribeiro, J. A., Martins Rodrigues, C., Jolley, R. E., Fedrizzi, B., & Soleo Funari, C. (2022). Metabolite characterization of fifteen by-products of the coffee production chain: From farm to factory. *Food Chemistry*, *369*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130753>
- Salomé-Martínez, S., & Jaramillo-Gamboa, R. A. (2023). Análisis de aceptabilidad y percepción del consumidor de aplicaciones alimentarias de subproductos de café. *Informador Técnico*, *87*(1), 40–52. <https://doi.org/10.23850/22565035.5192>
- Serna-Jiménez, J. A., Torres-Valenzuela, L. S., Sanín Villarreal, A., Roldan, C., Martín, M. A., Siles, J. A., & Chica, A. F. (2023). Advanced extraction of caffeine and polyphenols from coffee pulp: Comparison of conventional and ultrasound-assisted methods. *LWT*, *177*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114571>
- Shirreffs, S. M. (2009). Hydration in sport and exercise: Water, sports drinks and other drinks. In *Nutrition Bulletin* (Vol. 34, Issue 4, pp. 374–379). <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2009.01790.x>
- Sierra-López, L. D., Hernandez-Tenorio, F., Marín-Palacio, L. D., & Giraldo-Estrada, C. (2023). Coffee mucilage clarification: A promising raw material for the food industry. *Food and Humanity*, *1*, 689–695. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.07.019>

- Statista. (2024). *Superficie de cultivo de café en Colombia entre 2002 y 2022*.
<https://es.statista.com/estadisticas/1290172/superficie-de-cultivo-de-cafe-en-colombia/>
- Yadav, K. C., Subba, R., Shiwakoti, L. D., Dhungana, P. K., Bajagain, R., Chaudhary, D. K., Pant, B. R., Bajgai, T. R., Lamichhane, J., Timilsina, S., Upadhyaya, J., & Dahal, R. H. (2021). Utilizing coffee pulp and mucilage for producing alcohol-based beverage. *Fermentation*, 7(2).
<https://doi.org/10.3390/fermentation7020053>
- Yadira, P. S. B., Sergio, S. T., Fernando, S. E. L., Sebastian, P. J., & Eapen, D. (2014). Bioethanol production from coffee mucilage. *Energy Procedia*, 57, 950–956.
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.077>

Anexos

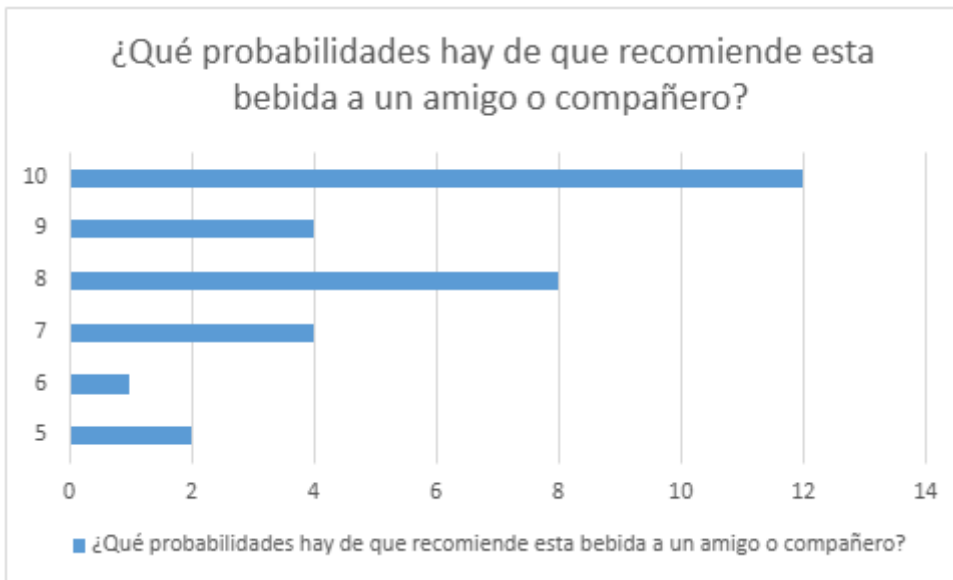
Anexo 1. Resultados de la encuesta de percepción sensorial

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la encuesta de percepción sensorial aplicada a un grupo de 31 personas dentro del público objetivo (jóvenes universitarios físicamente activos) en los aspectos: visual, olfativo y gustativo.





La probabilidad de recomendación de la bebida estuvo por encima de 5, con un NPS final de 42.

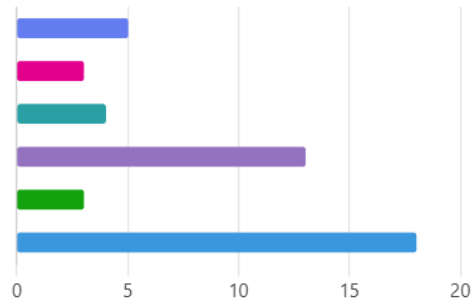


Anexo 2. Resultados de la encuesta de percepción de marca

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a jóvenes universitarios físicamente activos, con el objetivo de identificar sus preferencias en cuanto al nombre, colores, tipo de envase, valores asociados y disposición de pago para una bebida deportiva a base de pulpa de café. Esta información fue utilizada para orientar el diseño del producto y su propuesta de valor.

7. ¿Qué nombre le gusta más para la bebida?
Puede seleccionar hasta tres opciones.

● Pulp Fresh	5
● Pulperade	3
● Pulpade	4
● Pulpactive	13
● Freshpulp	3
● Hydrapulp	18



8. ¿Qué colores asocias con una bebida hidratante natural y energética?

[Más detalles](#)

26
Respuestas

Respuestas más recientes

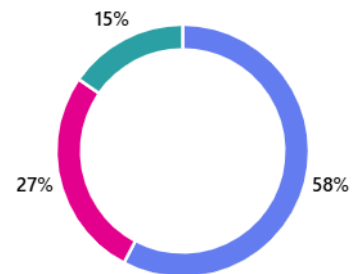
- "Verde y amarillo"
- "Verde clarito"
- "Blanco"
- ...

7 encuestados (27%) respondieron **Amarillo** para esta pregunta.



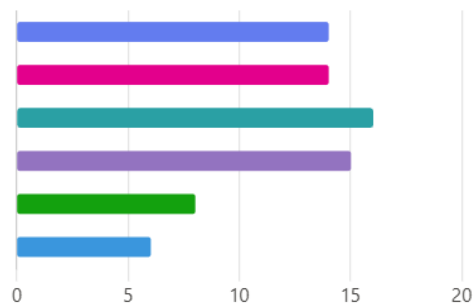
9. ¿Qué tipo de envase prefieres para este tipo de bebidas?

● Botella plástica	15
● Botella de vidrio	7
● Lata de aluminio	4



10. ¿Qué valores te gustaría que representara esta marca?
 Selecciona hasta tres opciones.

● Sostenibilidad	14
● Naturalidad	14
● Bienestar	16
● Rendimiento	15
● Innovación	8
● Autenticidad	6



11. ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por esta bebida deportiva de 500 ml?

● Menos de \$5,000	5
● \$5,000 - \$7,500	17
● \$8,000 - \$12,000	4
● Más de \$12,000	0

