

Desarrollo De Ayuda Ergogénica Con Adición De Cepas Probióticas Y Zinc Para Deportistas De Resistencia

Development Of Ergogenic Aid With The Addition Of Probiotic Strains And Zinc For Endurance Athletes

Osorio Chica Isabella¹, Muñoz Román Katherin Cristina², Vallejo Salazar Laura Sofia³, Valencia Naranjo Alejandra^{4*}

¹Universidad CES, Facultad de Ciencias de la Nutrición y los Alimentos, Programa Maestría en Nutrición Deportiva. Grupo de Investigación Nutral - Calle 10A #22 – 04, Tel: 6044440555 ext. 1957, Medellín-Antioquia. Colombia. ✉

Correo electrónico: osorio.isabella@uces.edu.co ORCID:  <https://orcid.org/0000-0001-9505-0593>; ✉ Correo

electrónico: munoz.katherin@uces.edu.co ORCID:  <https://orcid.org/0009-0009-2546-2168>; ✉ Correo electrónico:

vallejos.laura@uces.edu.co ORCID:  <https://orcid.org/0009-0000-9427-2231>; ✉ Correo electrónico:

avalencian@ces.edu.co ORCID:  <https://orcid.org/0000-0002-7515-0594>

Recibido: marzo 26 de 2025; Aprobado: mayo 12 de 2025; junio 28 de 2025

RESUMEN

La suplementación con probióticos específicos, como *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus helveticus* y *Lactobacillus casei* Shirota, ha demostrado disminuir la frecuencia, gravedad y duración de las infecciones del tracto respiratorio superior (ITRS), que afectan del 35% al 65% de los deportistas de resistencia durante su carrera deportiva, inducidas por el ejercicio extenuante, el estrés del tracto digestivo y la alteración de la microbiota intestinal. El alto costo, la dosis efectiva, la estabilidad y la viabilidad de los probióticos limitan su uso en deportistas. Por lo tanto, el objetivo fue diseñar un prototipo de ayuda ergogénica a base de cepas probióticas específicas y zinc, dirigido a deportistas de resistencia. Metodología: se llevó a cabo una revisión

83

Osorio Chica Isabella¹, Muñoz Román Katherin Cristina², Vallejo Salazar Laura Sofia³, Valencia Naranjo Alejandra⁴

documental y encuestas con expertos para el desarrollo de las formulaciones y selección del prototipo, este fue sometido a pruebas de actividad probiótica y análisis nutricional y sensorial por parte de la población objetivo. Los resultados expresados por medio de estadísticas descriptivas y análisis bivariados según el valor p ($>0,05$), revelaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas en los atributos de apariencia, olor y sabor entre las fórmulas seleccionadas. Finalmente, se obtuvo un alimento funcional en polvo, excelente fuente de zinc (56,4% del VRN-N) y con $1,45 \times 10^6$ UFC de diferentes cepas probióticas, con buena aceptación sensorial e intención de compra por la población objetivo.

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia
Alejandra Valencia Naranjo E-mail:
avalencian@ces.edu.co



Palabras clave: Alimentos Funcionales, Deporte, Probiótico, Rendimiento Atlético, Sistema Inmunológico.

ABSTRACT

Supplementation with specific probiotics, such as *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus helveticus*, and *Lactobacillus casei* Shirota, has been shown to decrease the frequency, severity, and duration of Upper Respiratory Tract Infections (URTIs). URTIs affect 35% to 65% of endurance athletes during their sports career, induced by strenuous exercise, digestive tract stress, and altered gut microbiota. The high cost, effective dose, stability, and viability of probiotics limit their use in athletes. Therefore, the objective was to design a prototype ergogenic aid based on specific probiotic strains and zinc, aimed at endurance athletes. Methodology: A documentary review and expert surveys were carried out for the development of the formulations and selection of the prototype. This prototype

84

**Osorio Chica Isabella¹, Muñoz Román Katherin Cristina², Vallejo Salazar Laura Sofia³,
Valencia Naranjo Alejandra⁴**

was subjected to probiotic activity tests, and nutritional and sensory analysis by the target population. The results, expressed through descriptive statistics and bivariate analyses based on the p -value ($p > 0.05$), revealed that there were no statistically significant differences in the attributes of appearance, odor, and taste among the selected formulas. Finally, a powdered functional food was obtained, an excellent source of zinc (56.4% of the NRV-N / 56.4% of the Nutrient Reference Value - Needs) and containing 1.45×10^6 CFU of different probiotic strains, with good sensory acceptance and purchase intention by the target population.

Key words: Athletic Performance, Immune System, Functional Food, Probiotic, Sport.

INTRODUCCIÓN

El síndrome de sobre entrenamiento es una condición en los atletas de etiología multifactorial que compromete el rendimiento deportivo debido al desequilibrio entre la ingesta alimentaria, higiene del sueño, entorno psicosocial y entrenamiento físico (Cadegiani F & Kater, 2019). Este desequilibrio, aumenta la probabilidad de desarrollar lesiones y altera el rendimiento deportivo, ya que el atleta disminuye la tolerancia a las cargas de entrenamiento, intensidad del esfuerzo, fuerza y resistencia muscular (Sanchez & García, 2017; Clarck & March, 2022).

Este síndrome puede afectar entre el 20% y el 60% de los atletas durante su carrera deportiva, principalmente aquellos que, de forma crónica, no logran cubrir sus requerimientos de macro y micronutrientes, presentan alteración del sueño y extensas jornadas de entrenamiento y competencia en condiciones ambientales extremas. Estas situaciones favorecen la respuesta del organismo frente al estrés fisiológico crónico, activando el eje simpático adrenomedular y el eje hipotálamo pituitario suprarrenal, liberando hormonas catabólicas y citocinas proinflamatorias, que contribuyen a la exacerbación de la depresión

inmunológica en el atleta; aumentando la incidencia de síntomas gastrointestinales e infecciones del tracto respiratorio superior (ITRS) (Weakley, *et al.*, 2022; Purvis, *et al.*; 2010; Jäger, *et al.*, 2019).

Las infecciones del tracto respiratorio superior (ITRS) son aquellas patologías que afectan la vía aérea superior del organismo como, sinusitis, rinitis aguda, faringitis, otitis aguda y epiglotitis. Según estudios, del 35% al 65% de los deportistas experimentan síntomas asociados como odinofagia, rinorrea, disnea, tos, fiebre y letargo (Bañuelos, 2010).

Además, en competencias de resistencia o ultra resistencia, se incrementan las tasas de infección posterior a la carrera por la elevada exposición a patógenos, la disminución de la Inmunoglobulina A (IgA) salival, el descenso de la inmunidad celular mediada por los linfocitos T tipo 1 y la supresión de glucocorticoides y linfocitos T (Cicchella, *et al.*, 2021; Simpson, *et al.*, 2020; Martin, *et al.*; 2009).

Disminuir y modular la incidencia, gravedad y duración de las infecciones del tracto respiratorio superior en atletas es uno de los efectos benéficos que más se ha investigado en la suplementación con probióticos definidos como,

microorganismos vivos que al administrarse por vía oral y en cantidades específicas incrementan la cantidad de bacterias benéficas en el intestino, modulando la función inmunológica y confiriendo beneficios potenciales a la salud intestinal. Los probióticos se encuentran comercialmente en forma de cápsulas, tabletas, polvo, líquidos o adicionados en alimentos como yogur (Hill, *et al.*, 2014; Burke, *et al.*, 2018).

Por otro lado, esta suplementación también favorece las adaptaciones fisiológicas del ejercicio, acelera la recuperación post entrenamiento, disminuye los niveles de biomarcadores relacionados al daño músculo esquelético y optimiza el funcionamiento del sistema inmune (Delgado, 2020; Aguilar, *et al.*, 2021). Sin embargo, los efectos, la dosis y el método de administración dependen del género, especie y cepa de cada probiótico; por ejemplo, las cepas *Lactobacillus casei* Shirota ($6,5 \times 10^9$ Unidades Formadoras de Colonias (UFC) dos veces al día), *Bifidobacterium animalis* (2×10^{10} UFC) y *Lactobacillus helveticus* (2×10^{10} UFC) han demostrado reducir los episodios, duración y gravedad de las infecciones del tracto respiratorio superior (ITRS) inducidas por el ejercicio extenuante,

el estrés del tracto digestivo y la alteración de la microbiota intestinal (Gleeson, *et al.*, 2016 ; Michalickova, *et al.*, 2016 ; Strasser, *et al.*, 2016 ; Roberts, *et al.*, 2016 ; Vaisberg, *et al.*, 2019)

En la industria alimentaria, el desarrollo, enriquecimiento y consumo de suplementos dietéticos y alimentos con probióticos ha presentado avances significativos debido a la selección y caracterización de cultivos específicos, no obstante, la fabricación de estos productos puede estar limitada por la dosis, viabilidad y función de las cepas probióticas utilizadas (Taverniti, *et al.*, 2011; NIH, 2016). Por ello, múltiples investigaciones indican que en el mercado algunos suplementos dietarios no contienen las dosis necesarias de microorganismos para generar efectos benéficos, creando suplementos y alimentos funcionales sin tener presente la dosis mínima, vida útil, temperatura necesaria y matrices óptimas para que los probióticos sean resistentes a

los cambios de temperatura del entorno y los fluidos fisiológicos del organismo al consumirlos (Jäger, *et al.*, 2019; Nereyda, 2021).

Adicionalmente, la suplementación con zinc podría disminuir hasta un 42% la duración de los síntomas del resfriado común, síndrome de infección leve del tracto respiratorio superior, el cual puede presentarse por la exposición a diferentes virus o por la deficiencia de este oligoelemento. (Weyh, *et al.*, 2022).

En este sentido, se plantea desarrollar un prototipo de ayuda ergogénica con cepas probióticas específicas y zinc dirigido a deportistas de resistencia, que cumpla con las concentraciones y requisitos establecidos para ser un alimento con probióticos y excelente fuente de zinc de acuerdo a las directrices del Ministerio de Protección Social de la República de Colombia dada la Resolución N°810 del 2021 para el etiquetado de alimentos.

MATERIALES Y MÉTODO

Esta investigación se desarrolló en el Centro de Estudios Avanzados en Nutrición y Alimentación de la Universidad CES en Medellín Colombia, entre agosto del 2024 y enero del 2025. Para el desarrollo del

prototipo de ayuda ergogénica dirigido a deportistas de resistencia, se llevaron a cabo tres etapas: fase de revisión inicial documental con expertos y población objetivo, formulación y desarrollo del

prototipo, y validación nutricional y sensorial del prototipo.

PRIMERA FASE (REVISIÓN INICIAL DOCUMENTAL, CON EXPERTOS Y POBLACIÓN OBJETIVO)

En esta fase se revisó cómo es el desarrollo y consumo de suplementos o alimentos con probióticos en la población deportista por medio de una revisión bibliográfica, y encuestas con expertos y población objetivo. Inicialmente, para la revisión documental se llevó a cabo una búsqueda en bases de datos académicas como PubMed, ScienceDirect y Google Scholar, utilizando palabras clave como “Endurance, Immune System, Functional Food, Probiotics, Sport”; incluyendo estudios publicados entre el año 2010 y 2025 en inglés y español, que abordaron la relación entre el consumo de probióticos y la función inmune en deportistas de resistencia. Se excluyeron aquellos artículos que no definían la población o que estaban relacionados al control de enfermedades crónicas no transmisibles mediante el uso de probióticos en el manejo dieto terapéutico.

Se aplicó una primera encuesta, elaborada en la plataforma Google Forms, a nutricionistas expertos en el área de nutrición deportiva, donde se indagó por

tipos de ayudas ergogénicas, probióticos, deterioro del sistema inmune en deportistas, ingredientes y presentación. Estos expertos fueron contactados por correo electrónico, WhatsApp y redes sociales como Instagram.

Para definir la presentación ideal del prototipo, se realizaron dos encuestas en Google Forms, dirigidas a deportistas de resistencia y personas físicamente activas contactadas a través de redes sociales. El primer formulario evaluó el consumo de probióticos en atletas de alto rendimiento, incluyendo preguntas sobre suplementación, enfermedades respiratorias, rendimiento deportivo, uso de ayudas ergogénicas y presentación del producto.

El segundo formulario se centró en identificar las necesidades y preferencias de los consumidores en cuanto a características organolépticas como consistencia y sabor. Los datos de las encuestas fueron registrados y analizados en Microsoft Excel Office 2021 mediante un análisis descriptivo (frecuencias absolutas y relativas).

SEGUNDA FASE (FORMULACIÓN Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO)

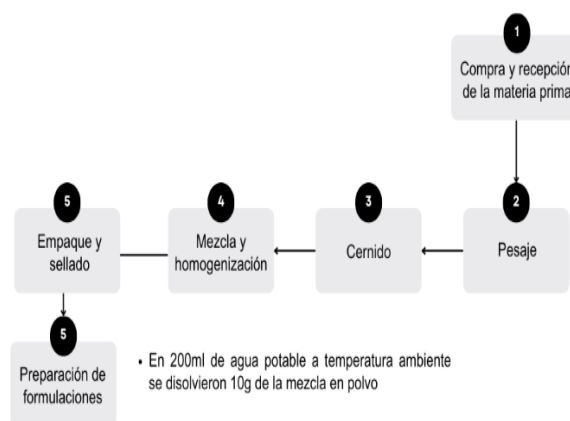
Relacionando los hallazgos de la primera fase y el objetivo de la investigación, se llevó a cabo la fase de formulación y desarrollo de un alimento probiótico en polvo a base fruta y adicionado con zinc.

A partir de los resultados obtenidos, se seleccionó una lista de ingredientes: Probióticos (PROBIOESSENS[®]), con un contenido de Lactobacillus Casei R215 ND (15,75mg), Lactobacillus Rhamnosus R11 ND (13,50mg), Bifidobacterium animalis lactis ssp Lafti b49 (2,25mg) y Lactobacillus helveticus Lafti L10 ND(13,50mg) en cada sobre. Citrato de Zinc (Madretierra), Carboximetilcelulosa (CMC) (Bellchem), Fosfato Tricálcico (Bellchem), Endulzante con sucralosa (Zoet), Polvo de fruta de sabor frutos rojos y naranja (Alsec), Maltodextrina e Inulina (Tecnas), teniendo en cuenta las necesidades nutricionales de los deportistas de resistencia.

Posterior a esto, se realizó la compra y recepción de la materia prima en CESNUTRAL, se establecieron doce formulaciones, buscando que cumplieran las UFC de probióticos y la VRN- N del Zinc para declarar un alimento como probiótico y excelente fuente de zinc según la Resolución N°810 del 2021 para el etiquetado de alimentos en Colombia (Minsalud, 2021).

De igual forma, se revisó que las concentraciones para el uso del CMC y el Fosfato Tricálcico estuvieran dentro de las dosis permitidas del CODEX STAN 192 - 1995 (Codex, 1995). Las doce formulaciones fueron constantes en el aporte de probióticos, zinc, carboximetilcelulosa, fosfato tricálcico y endulzante con sucralosa; la principal variable entre ellas fue la cantidad de polvo de fruta (sabor frutos rojos o naranja) y la cantidad y tipo de carbohidrato utilizado (Inulina o maltodextrina), los cuales fueron seleccionados por el aporte nutricional y las diferencias sensoriales que aportaba cada ingrediente en las formulaciones (ver tabla 1).

Figura 1. Flujograma de proceso y preparación de la mezcla en polvo



En la figura 1 se puede observar el flujograma de proceso, que incluyo pesaje,

cernido y mezcla para homogenizar el tamaño de las partículas de cada ingrediente, ninguna materia prima fue sometida a un proceso adicional, se utilizaron directamente como se obtuvieron de los proveedores. Se estableció una porción de 10 g de la mezcla en polvo, los

cuales fueron disueltos en 200 ml de agua para su evaluación sensorial por parte del grupo investigador, con el objetivo de seleccionar las muestras más adecuadas para continuar con el proceso de empaque, sellado y validación nutricional y sensorial con consumidores.

Tabla 1. Formulaciones planteadas para el desarrollo del producto en polvo

Formulaciones												
Ingredientes (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Probióticos	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Citrato de Zinc	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Carboximetilcelulosa	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Fosfato tricálcico	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Endulzante con sucralosa	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Polvo de fruta FR	45,0	0,0	45,0	0,0	36,0	0,0	36,0	0,0	55,0	0,0	55,0	0,0
Polvo de fruta NR	0,0	45,0	0,0	45,0	0,0	36,0	0,0	36,0	0,0	55,0	0,0	55,0
Inulina	0,0	0,0	42,0	42,0	0,0	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0	32,0	32,0
Maltodextrina	42,0	42,0	0,0	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0	32,0	32,0	0,0	0,0
Total (g)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Polvo de fruta FR (sabor frutos rojos). Polvo de fruta NR (sabor naranja)												

Las fórmulas once y doce fueron seleccionadas por cumplir con las características sensoriales esperadas en. Luego se procedió a elaborar 190 muestras, cada una de 5,0 g, de las cuales 100 muestras fueron de la formulación 11 (sabor frutos rojos) y 90 de la formulación 12 (sabor naranja) (ver tabla 1). Las muestras fueron empacadas en bolsas metalizadas con interior de polietileno con alto recubrimiento, se sellaron con una maquina selladora de pedal. Una vez finalizado el proceso; 30 muestras de cada sabor se enviaron a las ciudades de Bogotá, Medellín y Pasto, con el fin de realizar una prueba de Likert (Maguira, A, 2016) con los deportistas de resistencia contactados en cada una de las ciudades mencionadas. Adicionalmente, las 10 muestras restantes de la formulación 11 fueron enviadas al Centro de la Ciencia y la Investigación Farmacéutica (CECIF) para la prueba de actividad probiótica.

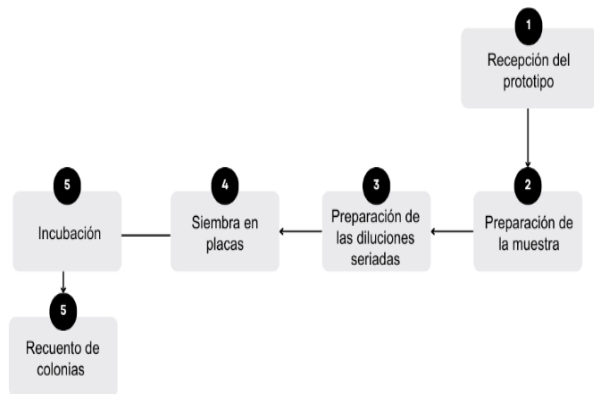
TERCERA FASE (VALIDACIÓN NUTRICIONAL Y SENSORIAL DEL PROTOTIPO)

Validación nutricional

Probióticos. El procedimiento para determinar el contenido de probióticos constó de cinco fases, la primera fue la preparación de la muestra, en donde

inicialmente se pesó asépticamente 1,0 g de muestra de polvo probiótico, se transfirió la muestra a un tubo con 9,0 ml de solución salina estéril (dilución 10^{-1}) y se homogeneizó en el vórtex durante 1 minuto. Para la segunda fase, se preparó diluciones seriadas en donde se prepararon 3 tubos con 9,0 ml de solución salina estéril. De la dilución 10^{-1} , se transfirió 1,0 ml al segundo tubo (dilución 10^{-2}), se mezcló bien y se repitió el proceso hasta llegar a la dilución 10^{-3} , posteriormente se agitó cada tubo durante 10 segundos antes de la siguiente dilución. En la tercera fase, se preparó una placa de Petri con agar MRS solidificado, que fue dividida en seis partes iguales marcadas al reverso, para cada dilución (10^{-1} a 10^{-3}), se sembró en una parte de la placa 0,01ml de cada dilución a su sección correspondiente. Para la fase cuatro, se incubó la placa en posición invertida, en donde se tuvo en cuenta la temperatura (37°C), atmosfera (anaeróbica) y el tiempo (48 – 72 horas). En la fase cinco se hizo el recuento de colonias, posterior a la incubación se realizó el factor de dilución correspondiente. Finalmente se obtuvo el contenido de probióticos de UFC/g presentes en la muestra.

Figura 2. Flujograma de procedimiento para determinar el contenido de probióticos



Aporte nutricional. Para estimar el aporte de macro y micronutrientes en las formulaciones seleccionadas, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Identificación de la composición nutricional de los ingredientes:

Se recopiló la información nutricional de cada ingrediente a partir de fichas técnicas y etiquetados nutricionales, considerando su contenido de energía, macronutrientes (proteínas, grasas y carbohidratos), y micronutrientes (potasio, sodio, calcio, magnesio, zinc, selenio y vitamina C) por cada 100 g de producto.

2. Cálculo del aporte nutricional por formulación:

Se determinó el porcentaje de cada ingrediente dentro de la formulación, y con base en estos valores se calculó el aporte de cada nutriente en 10 g de muestra en polvo que fue la porción establecida. Después, se sumaron los valores individuales de cada ingrediente y se obtuvo el aporte total de la formulación.

3. Comparación con los Valores de Referencia de Nutrientes (VRN-N):

Se calculó el porcentaje de cubrimiento de los requerimientos de los nutrientes evaluados, comparando el aporte de cada nutriente con los VRN-N establecidos en la Resolución 810 de 2021, encargada de regular los requisitos de etiquetado nutricional en Colombia. De esta forma, cada nutriente se pudo clasificar dentro de una categoría de alimentos, donde se considera buena fuente para un alimento líquido, cuando es $\geq$ al 10% para proteína y fibra y $\geq 7,5\%$ para vitaminas y minerales; y Excelente fuente cuando es $\geq 20\%$ del VRN-N para fibra y $\geq 15\%$ para vitaminas y minerales en alimentos líquidos por porción (Minsalud, 2021)

$$\% \text{Cubrimiento} = \frac{\text{Aporte del nutriente en la porción del producto}}{\text{Valor de referencia nutricional (VRN)}} \times 100$$

Validación sensorial. Se realizó una evaluación hedónica de tipo descriptivo, para la cual se seleccionaron previamente las formulaciones número 11 y 12, por cumplir con las características sensoriales esperadas por parte del grupo de investigación.

La evaluación tuvo como objetivo determinar la aceptabilidad y el nivel de agrado de las formulaciones seleccionadas

92

mediante una encuesta diseñada en la plataforma de Google Forms que estaba compuesta por 9 preguntas orientadas al análisis de características organolépticas como apariencia, sabor, olor, color y textura. La encuesta requirió una escala de Likert de 5 puntos, en donde 1 correspondía a -no me gusta nada- y 5 -me gusta mucho- (Maguira, 2016). Finalmente, se incluyó una pregunta referente a la presentación del producto y otra pregunta referente a la intención de compra.

La población estuvo conformada por deportistas de resistencia mayores de 18 años, participantes en disciplinas como atletismo, triatlón y natación. Dentro de los criterios de inclusión y exclusión, los participantes debían ser personas sanas, sin enfermedades crónicas ni alergias alimentarias. Los participantes fueron seleccionados dentro de las ciudades de Medellín, Bogotá y Pasto, convocados mediante clubes deportivos o por contactos propios del grupo de investigación dentro de los lugares mencionados. Para la aplicación de la prueba se consolidaron diferentes sesiones presenciales en donde a cada participante se le ofrecieron las dos formulaciones seleccionadas e identificadas cada una con un código de tres dígitos, en orden aleatorio para minimizar sesgos.

Ambas muestras se prepararon disolviendo 5 g de mezcla en 100 ml de agua potable a temperatura ambiente y mezclando hasta su completa homogeneización. Al finalizar la degustación de cada muestra, los participantes accedieron a un enlace de Google Forms para completar la respectiva encuesta, garantizando confidencialidad y anonimato en las respuestas de acuerdo al consentimiento informado presente en la misma, en la parte inicial del cuestionario.

Para el análisis de la información recolectada, se tomó la base de datos obtenida desde la plataforma Google Forms, y mediante el programa Microsoft Excel Office 2021, se realizó la limpieza y organización de resultados, y con ayuda del software JAMOV versión 2.3.28, se hizo el análisis de datos por medio de estadísticas descriptivas (frecuencias absolutas y relativas) y análisis bivariados con la prueba Chi Cuadrado y Test de Fisher, de acuerdo al resultado de las frecuencias esperadas, para determinar diferencias estadísticamente significativas con un valor de p establecido $< 0,05$.

CONSIDERACIONES ETICAS. Este estudio fue clasificado como una investigación “con riesgo mínimo” y fue avalado mediante el Acta No 250 del Comité Institucional de Ética de

Investigación en Humanos de la Universidad CES. Considerando los procedimientos realizados en el proyecto, se considera a este con riesgo mínimo tal y como lo estipula el artículo 11 de la resolución No 008430 de 1993. Se desarrollaron encuestas a nutricionistas expertos en el área de nutrición deportiva, por lo cual la población abordada se clasifica como no vulnerable según resolución No 008430 de 1993. Además, la población objetivo de este proyecto fueron deportistas de resistencia mayores de 18 años, de las ciudades de Bogotá, Medellín y

Pasto, a quienes se les realizaron encuestas y pruebas de análisis sensorial y aceptación de producto bajo un consentimiento informado. La información obtenida de la población de estudio se utilizó únicamente para fines académicos. Contiene la información necesaria y/o referenciada para la reproducibilidad de los diseños experimentales. Si existen apartados bien diferenciados, deben indicarse mediante encabezamientos pertinentes (ejemplo: muestreo, preparación de la muestra, etc).

REVISIÓN INICIAL DOCUMENTAL, CON EXPERTOS Y POBLACIÓN

Encuesta de profesionales: La encuesta de conocimientos fue aplicada a seis nutricionistas especializados en suplementación deportiva y probióticos, ésta indicó que todos los profesionales encuestados recomiendan el consumo de probióticos, refieren su uso en etapas de reposición después de periodo de antibióticos, candidiasis, pérdida de peso, o cuando los pacientes cursan con síndrome de colon irritable, disbiosis, SIBO, estreñimiento crónico, diarreas frecuentes, infecciones, gripes/resfriados, estrés

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

prolongado y previo a viajes y competencias por fuera de la ciudad.

En cuanto al etiquetado nutricional de los probióticos, algunas de las cepas a tener en cuenta de acuerdo con los profesionales fueron: “*Lactobacillus reuteri*, *Lactobaculogum* y *bifidobacterias*” porque según los expertos encuestados “tienen mayores estudios en reducir inflamación, mejorar permeabilidad gastrointestinal”. Además, mencionan que el producto debería contar con varias cepas de *lactobacillus* y *bifidobacterias*. Entre ellas “*Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus longum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*

y *Lactobacillus Acydophilus*, entre otras". Adicionalmente, consideran pertinente el consumo de probióticos en un deportista de resistencia, debido a un aumento de la permeabilidad intestinal y estrés oxidativo, siendo prevalentes los síntomas respiratorios y gastrointestinales, por lo tanto, pueden aportar a la salud del atleta ya que por la naturaleza de su deporte se presentan diferentes procesos fisiológicos a los que están expuestos.

Al momento de prescribir un probiótico el 50% de los nutricionistas consideró importante evaluar la combinación de probióticos con otros ingredientes (macronutrientes y micronutrientes) y el 50% restante, la presentación y las propiedades organolépticas, ninguno tuvo en cuenta el costo. Con respecto a la frecuencia de aparición de las enfermedades del tracto respiratorio superior, no se reportaron respuestas para las opciones de "nunca" y "poco frecuente", mientras que el 83,3% refiere que es muy frecuente su aparición y el 16,7% respondió que es ocasionalmente.

Encuesta a deportistas y personas físicamente activas: Para optimizar el funcionamiento del sistema inmune, prevenir y controlar infecciones respiratorias en los deportistas de resistencia, el 83,3%

de los encuestados indicaron necesaria la utilización de ayudas ergogénicas para este fin, el 16,7% respondió "algunas veces" y ninguno tuvo una respuesta negativa frente a su uso. El 50% seleccionó "polvo para disolver" como la presentación más apropiada, el 33,3% "bebida deportiva", el 16,7% eligió "capsula", ninguno de los encuestados prefirió "producto lácteo". El 66,7% de los participantes afirman que "es necesario el uso de probióticos dentro del desarrollo de un alimento o producto que pueda servir como ayuda ergogénica destinada a deportistas de resistencia", mientras que el 33,3% respondió negativamente.

En cuanto a la encuesta de preferencias en relación al sabor del producto, el 38,5% de los encuestados prefieren el sabor frutos rojos, el 23,1% frutos amarillos, el 15,4% lo prefiere sin sabor, el 15,4 naranja y el 7,7% sabor fresa. La consistencia preferida por el 76,9% de los encuestados fue "liquido ligero", el 15,4% eligió "cremoso" y el 7,7% "liquido concentrado".

VALIDACIÓN NUTRICIONAL Y SENSORIAL DEL PROTOTIPO

Actividad probiótica: El estudio actual establece la metodología y los cimientos para crear probióticos especializados para

atletas de resistencia y guiar la investigación futura sobre su efecto en el rendimiento y la prevención de ITRS.

La evaluación de capacidad probiótica realizada en el CECIF para las muestras del alimento en polvo, se realizó en agar MRS (Man, Rogosa y Sharpe), un medio de cultivo utilizado en la industria alimentaria para el recuento de lactobacilos y bacterias ácido lácticas (Mulaw et al., 2019). Esta prueba permitió determinar el contenido de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) totales en el prototipo final. Se encontró un valor de $[1,45 \times 10]^6$ UFC por cada gramo de muestra, con una desviación estándar de $[7,07 \times 10]^4$ UFC.

Este resultado se comparó con la cantidad de UFC sugerida para los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, según la especie y cepa, establecida en $[1 \times 10]^9$ y $[1 \times 10]^10$ UFC por diversos estudios, los cuales respaldan la eficacia de estas cantidades para disminuir la gravedad y la frecuencia de las infecciones del tracto respiratorio superior en atletas (Lagowska et al., 2021). Este análisis, permite concluir que el alimento en polvo desarrollado no alcanzó las UFC sugeridas por la evidencia científica. Sin embargo, en el capítulo V de la Resolución N°810 de 2021, se establecen

los requisitos para declarar un producto probiótico en Colombia, destacando que “el alimento debe contener un número mayor o igual a $[1 \times 10]^6$ UFC/g en el producto terminado hasta el final de la vida útil” (Minsalud, 2021); declaración que cumple parcialmente el alimento desarrollado al terminar su proceso de elaboración, ya que no se realizó el recuento de microorganismos al final de la vida útil del alimento en polvo.

No obstante, es necesario realizar un recuento de probióticos de 14 días a 16 semanas para determinar la vida útil del producto, asegurando que la concentración de microorganismos vivos se corresponda con el tiempo en que se evalúan sus efectos en estudios con deportistas (Jäger, et al., 2019).

Por otro lado, es fundamental resaltar que los probióticos son susceptibles a tratamientos tecnológicos, almacenamiento y condiciones gastrointestinales durante su proceso de elaboración y consumo, por lo cual es necesario aplicar diversas tecnologías que favorezcan su estabilidad y viabilidad, con el fin de optimizar la supervivencia de estos microorganismos ante los factores ambientales y fisiológicos

a los que están expuestos (Rodríguez, et al., 2016).

Por ejemplo, para incrementar la concentración de las cepas probióticas utilizadas en este estudio, se sugiere para próximas investigaciones, implementar el método de encapsulación, definido como “un proceso de atrapamiento de una sustancia, bacteria o compuestos bioactivos dentro de otra, que produce partículas con un diámetro de nanómetro (nm) a micrómetro (µm)”. Este método tiene aplicación en diferentes áreas, como en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria (Agripoulou, et al., 2023).

Específicamente, en la industria alimentaria, es considerado un método prometedor que se implementa en el desarrollo de productos alimentarios para proteger compuestos bioactivos de factores ambientales, oxidación y degradación. Además, permite enmascarar sabores y olores, mejorar la estabilidad del producto, la vida útil e intervenir en el diseño y desarrollo de productos con características específicas en su perfil organoléptico (Agripoulou, et al., 2023). Teniendo en cuenta esto, la encapsulación de probióticos plantea ser un método ideal para disminuir los efectos del calor, el pH, la actividad del agua, el oxígeno y los componentes del tracto

gastrointestinal que reducen la efectividad, estabilidad y biodisponibilidad de la inclusión de probióticos en alimentos (Desobry, et al., 2023).

Adicionalmente, las tecnologías avanzadas como la coencapsulación de probióticos y prebióticos, promete ser una estrategia más eficaz para preservar la viabilidad y estabilidad de los microorganismos vivos. Algunos estudios reportan como la inclusión de prebióticos como la inulina, facilita la administración oral y la liberación de algunas cepas probióticas en el sistema gastrointestinal (Poletto, et al., 2019).

Validación nutricional: Los datos obtenidos en el cálculo final del aporte nutricional por formulación en 10g de muestra preparada en 200ml de agua (ver tabla 2), se compararon con los valores diarios de referencia de nutrientes – necesidades (VRN –N) para la población mayor de 4 años y adultos, dados por la Resolución 810 del 2021 la cual rige el rotulado y etiquetado nutricional en Colombia (Minsalud, 2021).

Se pudo identificar que ambos sabores presentan un perfil nutricional casi idéntico, con ligeras variaciones en algunos nutrientes. El polvo de frutos rojos aportó 22 kcal, mientras que el polvo de

naranja aportó 21 kcal por porción, lo que equivale al 1,1% del VRN-N diario de energía para los dos sabores, posicionando al producto como una alternativa de bajo aporte calórico. Los carbohidratos, constituyeron el principal macronutriente, con 5,1 g/porción que componen la formulación, representando el 1,7% del VRN-N para los sabores de frutos rojos y naranja, a diferencia del contenido de proteínas y grasas que fue mínimo, con valores inferiores al 0,3% del VRN-N (ver tabla 2).

Para los deportes de resistencia, las recomendaciones sugieren una ingesta alta de carbohidratos simples para mantener la homeostasis de la glucosa y una ingesta baja de fibra antes del ejercicio para reducir el malestar gastrointestinal (Hernández et al., 2023; Oliveros et al., 2012). Sin embargo, los carbohidratos no digeribles como la fibra son de mayor interés cuando se considera a la microbiota intestinal (MI), encargada de producir acetato, butirato y propionato, mejor conocidos como los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), a partir de la fibra dietética como la inulina. Los múltiples mecanismos por los cuales los AGCC influyen en el rendimiento deportivo se basan en que estos pueden oxidarse en el músculo esquelético, aumentar la

biodisponibilidad de la glucosa, el glucógeno y los ácidos grasos durante el ejercicio, son utilizados como combustible por los colonocitos, contribuyen al aumento del flujo sanguíneo, y la preservación de la masa muscular (Hughes et al., 2021).

Los atletas deben esforzarse por lograr una ingesta adecuada de fibra dietética. El Instituto de Medicina de los Estados Unidos de América refiere que la ingesta recomendada de fibra dietética es de 14 g por cada 1000 kcal (Almeida et al., 2014). Aunque puede estar justificado reducir su consumo en días previos a competencia si el deportista ha presentado sensibilidad a la misma. Los principales efectos secundarios de las fibras solubles tipo inulina se producen a nivel intestinal, pudiendo incluir diarrea osmótica, dolor abdominal y flatulencias cuando la dosis supera los 20 y 30 g/día, estos efectos suelen desaparecer conforme el organismo se adapta a la ingesta diaria de inulina. La dosis recomendada es de 5-8 g/día, por lo que se recomienda iniciar con 2-5 g/día para promover la tolerancia intestinal. Se sugiere que el momento ideal de consumo este alejado de las comidas previas y durante el entrenamiento o competencias para evitar síntomas gastrointestinales (Morillo, 2013).

La inulina fue un ingrediente clave para el producto en estudio, su contenido para las dos formulaciones fue de 2,9 g de fibra por porción, alcanzando el 10,4% del VRN-N, posicionando a la formulación en estudio como una “buena fuente de fibra” de acuerdo con la normativa vigente (Minsalud, 2021), En este sentido, la maltodextrina como ingrediente, hubiese incrementado el aporte calórico sin aportar fibra prebiótica a la formulación.

Los probióticos y prebióticos, comercializados principalmente como ingredientes alimentarios y/o suplementos, se consideran nichos de mercado altamente rentables y una alternativa para influir de forma benéfica en la ecología microbiana intestinal (Ruiz et al., 2015). En la industria alimentaria, la inulina ha sido utilizada como sustituto del azúcar, reemplazante de las grasas, y agente texturizador o estabilizador de espuma y emulsiones. Usualmente es incorporada a los productos lácteos fermentados, jaleas, postres, helados y productos de panadería (Castellanos et al., 2017). La industria se ha interesado cada vez más en mejorar el perfil nutricional del helado. Una de las formas en que se ha concretado esto es incluyendo la inulina como ingrediente prebiótico.

Campos y Días (2016), evaluaron la aplicación de inulina de dalia y de achicoria en el desarrollo de productos alimenticios, obteniendo como resultado que las adiciones no aportaron ningún efecto negativo y mantuvieron las características de textura a pesar de la disminución de grasa. Para el helado, se encontró que los mejores valores de aceptación fueron con adición de inulina al 30% (Gonzales et al., 2017). Por su parte, Barrionuevo & Carrasco formularon un helado dietético sabor arándano (reducido en calorías, valor glucídico y lipídico) prebiótico con inulina. Tras evaluarlo sensorialmente y analizar su composición fisicoquímica, el helado brindó una textura suave, y buenas características a nivel nutricional y sensorial (Barrionuevo et al., 2011).

Otro estudio desarrollado a partir del zumo de frutos de *Opuntia stricta*, rico en betanina (pigmento en la remolacha), tuvo como objetivo crear un producto en polvo que, además de proporcionar coloración, aporte beneficios para la salud. Para el secado de los zumos, se evaluaron encapsulantes alternativos como carbohidratos prebióticos (inulina) y agentes tradicionales como maltodextrina y jarabe de glucosa. Los resultados mostraron que el uso de inulina permitió obtener un colorante con

propiedades antioxidantes y un valor agregado significativo, al estimular el crecimiento y la actividad de bacterias benéficas para la MI. Posicionando al producto como un nutraceutico innovador que beneficia la salud del consumidor (Lozano *et al.*, 2010).

Adicionalmente, un estudio denominado aplicación de probióticos a jugos naturales enriquecidos con inulina, quiso desarrollar una bebida funcional a base de zanahoria (*Daucus carota* L.) con adición de la cepa probiótica *Lactobacillus paracasei* (BGP1) e inulina. Finalmente, el jugo de zanahoria utilizado como matriz base, apporto características naturales y atractivas demostrando que la inulina no solo mejoró las características fisicoquímicas del producto, sino que también actuó como un agente clave para incrementar la viabilidad de la cepa probiótica durante el almacenamiento y frente al tratamiento gastrointestinal simulado. Se posicionó a estas bebidas como una alternativa saludable e innovadora frente a los productos lácteos tradicionales, y se destaca la relevancia de la inulina como ingrediente esencial en el diseño de productos funcionales, no solo por sus propiedades tecnológicas, sino por su

capacidad para potenciar la estabilidad y eficacia de los probióticos (Degreef, 2023).

En lo que refiere al contenido de los micronutrientes (vitaminas y minerales) en el producto desarrollado, en su mayoría están presentes en cantidades bajas, representando porcentajes incluso inferiores al 0,5% en relación con el VRN-N para minerales como el potasio, sodio, calcio y magnesio. La vitamina C tuvo una concentración un poco más alta, alcanzando un aporte del 7,2% del VRN-N, sin embargo, este porcentaje no alcanza una concentración significativa para representar una buena fuente. A diferencia del selenio, que con un porcentaje del 10,0 % supera el 7,5 % del VRN-N para ser una buena fuente de este mineral para un producto líquido. (Minsalud, 2021).

En contraste a lo anterior, el porcentaje de cubrimiento para el contenido de zinc fue del 56,4 % del VRN-N, lo que permitió clasificar al producto como una “excelente fuente” de este mineral, superando el umbral del 15 % por porción de alimento líquido establecido en los criterios de la resolución 810 del 2021 (Minsalud, 2021). La suplementación con zinc puede ser beneficiosa para los deportistas, especialmente en la prevención y manejo de infecciones del tracto respiratorio

superior (ITRS). La Comisión Australiana de Deportes (ASC) respalda que el zinc reduce la duración de los síntomas del resfriado común hasta en un 42 %, evidenciando su impacto positivo en la salud inmunológica de esta población (Weyh *et al.*, 2022).

Los deportistas tienen mayores necesidades de zinc debido al estrés físico y al aumento del metabolismo mineral asociado al ejercicio. Se estima que pueden requerir hasta un 70% más de la cantidad diaria recomendada para la población general, situándose entre 12 y 15 mg/día para hombres y mujeres, respectivamente. Este requerimiento se ve reflejado en el alto desgaste generado por el estrés oxidativo inducido por el ejercicio intenso, donde el zinc juega un papel crucial como cofactor de enzimas antioxidantes, como el superóxido dismutasa (SOD). Estas enzimas ayudan a mitigar el estrés oxidativo, favoreciendo la recuperación y reduciendo la inflamación y el daño muscular. Sin embargo, es importante tener en cuenta que dosis superiores a los valores recomendados pueden provocar efectos adversos similares a la sobredosificación farmacológica, como interferencias en la absorción de otros micronutrientes como el cobre, náuseas, vómito y toxicidad (Rico *et al.*, 2011; Maynar *et al.*, 2024).

Las vitaminas y los minerales son esenciales para procesos metabólicos clave como el funcionamiento inmunológico, la adaptación hematológica, el metabolismo energético, y la reparación muscular. Los atletas suelen tener un mayor riesgo de deficiencias debido a que sus requerimientos usualmente superan las recomendaciones de ingesta dietética (IDR) (McKay *et al.*, 2023). El Colegio Americano de Medicina del Deporte, menciona que los deportistas que consigan cubrir sus requerimientos energéticos en base a una dieta equilibrada no necesitarán suplementos vitamínicos (Domínguez, 2012). Una alimentación suficiente es la mejor alternativa para satisfacer estas necesidades, sin embargo, en casos de deficiencia, los suplementos pueden ser necesarios.

Después de realizar ejercicio físico intenso, se experimenta una fase de inmunosupresión transitoria conocida como la “ventana abierta inmunológica.” Durante esta fase, que puede durar entre 3 y 72 horas, la función de las células inmunes (como linfocitos y células Natural Killer NK) disminuye, aumentando la susceptibilidad a infecciones respiratorias. Esto puede afectar significativamente el rendimiento deportivo al disminuir la capacidad aeróbica y

provocar fatiga, tos, congestión y malestar general, afectando tanto el entrenamiento

como la participación en competencias (Gleeson, 2016).

Tabla 2. Caracterización nutricional proximal de las formulaciones de alimento en polvo con probióticos, sabor frutos rojos y naranja por 10g en 200ml de agua.

NUTRIENTES	VRN-N	Frutos Rojos		Naranja	
		Contenido (200ml)	% Cubrimiento	Contenido (200ml)	% Cubrimiento
Calorías (Kcal)	2000	22	1,1	21	1,1
Proteínas (g)	50	0,1	0,2	0,0	0,0
Grasas totales (g)	66	0,0	0,0	0,0	0,0
Carbohidratos (g)	300	5,1	1,7	5,1	1,7
Azúcares totales (g)	N/A	1,5	N/A	1,5	N/A
Azucare añadidos (g)	50	0,5	1,0	0,7	1,4
Fibra (h)	28	2,9	10,4	2,9	10,4
Potasio (mg)	4700	1,9	0,0	19,3	0,4
Sodio (mg)	2000	3,9	0,2	3,6	0,2
Calcio (mg)	1000	3,7	0,4	0,1	0,0
Magnesio (mg)	310	0,0	0,0	1,1	0,4
Zinc (mg)	11	6,2	56,4	6,2	56,4
Selenio (mcg)	70	7,0	10,0	7,0	10,0
Vitamina C	83	6,0	7,2	6,0	7,2

VRN-N= Valores diario de referencia de nutrientes – necesidades para la población mayor de 4 años y adultos dado por la resolución 810 del 2021

Validación sensorial: El análisis indicó que, en los atributos de apariencia, olor y sabor, los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos fórmulas y la mayoría de las respuestas se centraron en que estos atributos les gustaban o le gustaban mucho (ver tabla 3).

En cuanto al atributo de la intensidad del sabor dulce, hubo una similitud en la escala de “tal cual como me gusta”, para la fórmula 383 correspondiente a 61 personas que representan el 67,8% y para la fórmula 389,

65 personas representando el 72,2%. Para “menos dulce de lo que me gusta” 19 personas (21,1%) de la fórmula 383 y 11 personas (12,2%) de la fórmula 389 seleccionaron esta escala. La opción “mucho más dulce de lo que me gusta” cuenta con 10 personas (11,1%) para la fórmula 383 y 11 personas (12,2%) para la fórmula 389 (ver tabla 3).

La preferencia por el sabor dulce es innata, visible desde la etapa prenatal y la primera infancia, respuesta biológica temprana que puede ser la causa de la predilección por el

dulce en la vida adulta (Gonzalez *et al.*, 2023).

De acuerdo a la intensidad del sabor, la mayoría de las respuestas se centraron en intensidad media e intenso para las dos fórmulas, mientras que la intensidad muy baja, baja, y muy intenso tienen el menor número de respuestas. Con relación a la textura, la muestra 383 tuvo una aceptación del 63,3% correspondiente a 57 personas y para la muestra 389, el 50% que corresponde a 45 personas. La escala “no me gusta” fue seleccionada por una persona y finalmente la escala “no me gusta nada” no fue seleccionada. Para la consistencia del prototipo, la escala “fluido” fue seleccionada por la mayoría de participantes, 84 personas (93,3%) para la fórmula 383 y 83 (92,2%) para la fórmula 389 (ver tabla 3).

La mayoría de encuestados prefieren el producto en polvo para preparar, 63 participantes (70%) para la fórmula 383 y 60 participantes (30%) de la fórmula 389. La minoría lo prefiere líquido (listo para consumir) 27 personas siendo el 30% y 30 personas correspondiente al 33,3%. En relación a los productos alimenticios en polvo, estudios afirman que estos son más representativos y de mayor consumo en el mercado ya que solo requieren la adición de

agua para su preparación, siendo su impacto social positivo frente al consumidor, principalmente en aquellas personas que disponen de poco tiempo (Pacheco *et al.*, 2008). Además de presentar buenas características de capacidad de absorción de agua (CAA) y solubilidad (García *et al.*, 2021).

Finalmente, se encontró que la muestra 383 tiene una intención de compra del 97,8%, 88 personas marcaron SI a esta opción. La muestra 389 tuvo una intención de compra del 100% de los participantes correspondiente a 90 encuestados. En ninguno de los atributos se presentó una diferencia estadísticamente significativa según el valor p (ver tabla 3).

Aunque el producto contiene probióticos en su formulación, futuras reformulaciones podrían enfocarse en optimizar la concentración de probióticos y garantizar que las cantidades por porción sean consistentes con la evidencia científica. Además, para determinar su impacto en la salud digestiva e inmunológica, serán necesarias investigaciones adicionales para evaluar estabilidad en el tiempo y su efectividad en ensayos clínicos.

El producto final presentó muy buena aceptación sensorial e intención de compra

por parte de la población objetivo, lo que sugiere que podría representar una alternativa atractiva dentro de la alimentación de los atletas. Se recomienda la realización de pruebas de estabilidad (físicoquímicas, microbiológicas y sensoriales) en condiciones aceleradas y reales, para determinar la vida útil del

producto. Asimismo, futuros estudios longitudinales permitirán evaluar la efectividad de las cepas probióticas específicas en el contexto del rendimiento deportivo y la salud inmunológica, particularmente en la prevención y control de infecciones del tracto respiratorio superior.

Tabla 3. Resultados evaluación sensorial con consumidores

Atributo	Escala	383	389	Valor p
Apariencia	No me gusta nada	2 (2,2%)	0	0,507*
	No me gusta	3 (3,3%)	3 (3,3%)	
	Ni me gusta ni me disgusta	14 (25,6%)	18 (20%)	
	Me gusta	32 (35,5%)	25 (27,8%)	
	Me gusta mucho	32 (35,5%)	44 (48,9%)	
Olor	No me gusta nada	2 (2,2%)	1 (1,1%)	0,763
	No me gusta	5 (5,6%)	2 (2,2%)	
	Ni me gusta ni me disgusta	11 (12,2%)	13 (14,4%)	
	Me gusta	30 (33,3%)	32 (35,6%)	
	Me gusta mucho	42 (46,7%)	42 (46,7%)	
Sabor	No me gusta nada	0	0	0,257*
	No me gusta	3 (3,3%)	1 (1,1%)	
	Ni me gusta ni me disgusta	19 (21,2%)	18 (20%)	
	Me gusta	32 (35,6%)	23 (25,6%)	
	Me gusta mucho	36 (40%)	48 (53,3%)	
Dulce	Menos dulce de lo que me gusta	19 (21,1%)	11 (12,2%)	0,603
	Tal cual como me gusta	61 (67,8%)	65 (72,2%)	
	Mucho más dulce de lo que me gusta	10 (11,1%)	11 (12,2%)	
Intensidad sabor general	Intensidad muy baja	3 (3,3%)	2 (2,2%)	0,266*
	Intensidad baja	6 (6,7%)	14 (15,6%)	
	Intensidad media	34 (37,8%)	38 (42,2%)	
	Intenso	39 (43,3%)	29 (32,2%)	
	Muy intenso	8 (8,9%)	7 (7,8%)	
Textura	No me gusta nada	0	0	0,199*
	No me gusta	1 (1,1%)	1 (1,1%)	
	Ni me gusta ni me disgusta	10 (11,1%)	10 (11,1%)	
	Me gusta	22 (24,4%)	34 (37,8%)	
	Me gusta mucho	57 (63,3%)	45 (50%)	
Consistencia	Viscosa	6 (6,7%)	7 (7,8%)	0,773
	Fluido	84 (93,3%)	83 (92,2%)	

Presentación	En polvo (para preparar)	63 (70%)	60 (66,7%)	0,747
	Líquido (listo para consumir)	27 (30%)	30 (33,3%)	
Compra	Si	88 (97,8%)	90 (100%)	0,407
	No	2 (2,2%)	0	
Frecuencia absoluta (%).Valor de p determinado por pruebas: Chi cuadrado o *Test Exacto de Fisher				

CONCLUSIONES

Para concluir, el alimento desarrollado a base de polvo de fruta con probióticos, inulina y zinc es un producto excelente fuente de zinc y buena fuente de fibra. La formulación incluye las cepas *Lactobacillus Casei* R215 ND, *Lactobacillus Rhamnosus* R11 ND, *Bifidobacterium animalis lactis* ssp Lafti b49 y *Lactobacillus helveticus* Lafti L10 ND, las cuales han sido estudiadas en la literatura científica por sus efectos potenciales en la microbiota intestinal.

Aunque el producto contiene probióticos en su formulación, futuras reformulaciones podrían enfocarse en optimizar la concentración de probióticos con el fin de garantizar que las cantidades por porción sean consistentes con la evidencia científica. Además, para determinar su impacto en la salud digestiva e inmunológica de los atletas, serán necesarias investigaciones adicionales que evalúen su estabilidad a lo largo del tiempo y su efectividad en ensayos clínicos.

Adicionalmente, el producto final presentó muy buena aceptación sensorial e intención de compra por parte de la población objetivo, lo que sugiere que podría representar una alternativa atractiva dentro de la alimentación de los atletas de resistencia.

Finalmente, se recomienda la realización de pruebas de estabilidad (físicoquímicas, microbiológicas y sensoriales) en condiciones aceleradas y reales, con el fin de establecer la vida útil del producto. Asimismo, futuros estudios longitudinales permitirán evaluar la efectividad de las cepas probióticas específicas en el contexto del rendimiento deportivo y la salud inmunológica, particularmente en la prevención y control de infecciones del tracto respiratorio superior.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar M, Giménez-Blasi N, Latorre-Rodríguez J, Martínez-Bebíá M, Bach-Faig A, Mariscal-Arcas M. Papel de la alimentación en la respuesta a infecciones respiratorias altas en atletas de élite. (2021) Archivos Latinoamericanos de Nutrición Vol. 71 N° (1). Pag 61-78 https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/147463/1/Papel_de_la_alimentaci%C3%B3n_en_la_respuesta_a_infecciones_respiratorias_altas_en_atletas_de_elite.pdf

Almeida, S., Aguilar, T., Hervert, D. La fibra y sus beneficios a la salud. (2014). Anales Venezolanos de Nutrición. Vol (27): pag 7376. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079807522014000100011&lng=es.

Barrionuevo, M., Carrasco, J., Cravero, B., Ramón, A. Formulación de un helado dietético sabor arándano con características prebióticas. (2011). Diaeta. 29(134): pag 23-28. https://cdn.blueberriesconsulting.com/2020/09/pdf_000067.pdf

Delgado, M. Estudio de los efectos de la suplementación con probióticos sobre el sistema inmunitario en deportistas de alto rendimiento. Revisión bibliográfica. (2020). Disponible en: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/120594/6/mdelgadoovTFM0620memoria.pdf>

[9/120594/6/mdelgadoovTFM0620memoria.pdf](https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/120594/6/mdelgadoovTFM0620memoria.pdf)

Desobry, S., Gaiani, C., Encapsulación de compuestos bioactivos mediante técnicas competitivas emergentes: Electropulverización, nanosecado por pulverización y secado por pulverización electrostático. (2023) microorganism. Vol 11(12) <https://doi.org/10.3390/microorganisms11122896>

Cadegiani, F., & Kater, C. Novel causes and consequences of overtraining syndrome: The Eros-Disruptors Study. (2019). BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. (11): 21. <https://bmcsportsscimedrehabil.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13102-019-0132-x>

Castellanos, L., Murillo, K., Ortega, D., Velásquez, I., Ramírez, J. Empleo de inulina en matrices alimentarias. (2017). Disponible en: <https://repositorio.usc.edu.co/server/api/core/bitstreams/872f4e79-07a0-470a-908a-17a59ab86790/content>

Clark, A., & Mach, N. Exercise-induced stress behavior, gut-microbiota-brain axis and Diet: A systematic review for athletes. (2016). Journal of the International Society of Sports Nutrition. (13): 1.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1186/s12970-016-0155-6>

Cicchella A, Stefanellu C, Massaro M. Upper Respiratory Tract Infections in Sport and the Immune System Response A Review. (2021) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/biology10050362>

Cortina, C. Tesis Maestría en ciencias del deporte ENED: el sobre-entrenamiento. (2011). Disponible en: <https://volizaragoza.files.wordpress.com/2011/01/el-sobreentrenamiento.pdf>

Degreef, A. Aplicación de probióticos a jugos naturales enriquecidos con inulina. (2023). Disponible en: <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/0b0ca838-46cc-42d6-b38f-384bbc384097/content>

Domínguez, R. Vitaminas y rendimiento deportivo: una revisión bibliográfica. (2012). Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd170/vitaminas-y-rendimiento-deportivo.htm>

El papel de los minerales en el funcionamiento óptimo del sistema inmunológico. 2022. Nutrients. Vol 14 (3) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nu14030644>

García Caracterización de un polvo instantáneo con fibra de yuca (Manihot esculenta C.) para preparación de una bebida láctea enriquecida. (2021) Prospectiva. Volumen (19): pag 7 [fhttp://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/2344](http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/2344)

Gleeson, M. Efectos del ejercicio en la función inmunitaria. (2016). Sports Science Exchange. 28(151). Pags. 1-7. <https://www.gssiweb.org/latam/sports-science-exchange/art%C3%ADculo/sse-151-efectos-del-ejercicio-en-la-funci%C3%B3n-inmunitaria>

Gonzales, S., Velásquez, I., Ramírez, J. Empleo de inulina en helados. (2017). Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/318909184 Empleo de Inulina en helado](https://www.researchgate.net/publication/318909184_Empleo_de_Inulina_en_helado)

Hernández, A & Córdoba, D. Guía de suplementación para profesionales de la salud y deporte: suplementos con nivel de evidencia fuerte. (2023). Revista De Nutrición Clínica Y Metabolismo, Vol. 6(4), 78–99. <https://doi.org/10.35454/rncm.v6n4.508>

Hughes, R., Holscher, H. Fueling Gut Microbes: A Review of the Interaction

between Diet, Exercise, and the Gut Microbiota in Athletes. (2021). Advances in Nutrition. Volume (12): Pag 2190-2215. <https://doi.org/10.1093/advances/nmab077>

Jäger R, Mohr AE, Carpenter KC, Kerkick CM, Purpura M, Moussa A. et al. International society of sports nutrition position stand: Probiotics. Journal of the International Society of Sports Nutrition. (2019). Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12970-019-0329-2>

Lagowska, K & Bajerska J. Suplementación con probióticos, función inmune y respiratoria en deportistas: revisión sistemática y metaanálisis de ensayos controlados aleatorizados. Journal of Athletic Training. (2021). Disponible en: <https://doi.org/10.4085/592-20>

Lozano, M., Obón, J., Castellar, M., Díaz, M. Micro encapsulados funcionales de frutos de Opuntia stricta. (2010). Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jm-Obon/publication/268347712_Microencapsulados_funcionales_de_frutos_de_Opuntia_stricta/publication/268347712_Microencapsulados_funcionales_de_frutos_de_Opuntia_stricta/s?c=1&h=1

Maynar, M., Grijota, F., Toro, V. Elementos minerales traza esenciales y ejercicio físico. (2024). Disponible en:

<https://dehesa.unex.es/flexpaper/template.html?path=https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/20966/5/978-84-9127-230-4.pdf#page=160>

Ministerio de salud y protección social. (2021). Resolución Número 810 de 2021. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=113678>

McKay, A., Sim, M., Peeling P. Consideraciones De Micronutrientes Para Las Deportistas. (2023). Sports Science Exchange. 36(238). Pag 1-6. [https://www.gssiweb.org/docs/librariesprovider9/sse-pdfs/sse_238-consideraciones_de_micronutrientes_para_las_deportistas-\(2\).pdf?sfvrsn=2](https://www.gssiweb.org/docs/librariesprovider9/sse-pdfs/sse_238-consideraciones_de_micronutrientes_para_las_deportistas-(2).pdf?sfvrsn=2)

Morillo, M. La protección del consumidor europeo en el ámbito de los alimentos funcionales. (2013). Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/4063>

Nereyda N, Chirino E, Palomeque D. Tendencias en el uso y consumo de productos probióticos.(2021) Disponible en: <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/4352?show=full> Consultado: 2023 Nov 15

Olivos, C., Dra., Cuevas, A., Álvarez, V., Jorquera, C. Nutrición Para el

- Entrenamiento y la Competición. (2012).
Revista Médica Clínica Las Condes. 23(3).
Pags 253-261.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864012703085>
- Purvis, D., Gonsalves, S., Deuster, P.
Physiological and psychological fatigue in
extreme conditions: Overtraining and elite
athletes. (2010). PM&R. (2): 442-450.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1016/j.pmrj.2010.03.025>
- Rico, J., Pérez, M. La Actividad Física Y El
Zinc: Una Revisión. (2011). Archivos De
Medicina Del Deporte. XXVIII(141). Págs.
36-44.
https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Revision_Zinc_36_141.pdf
- Rodríguez R, Yeimy Alejandra, Rojas G,
Andrés Felipe, & Rodríguez B, Sneyder.
(2016). Encapsulación de probióticos para
aplicaciones alimenticias. Biosalud, 15(2),
106-115.
<https://doi.org/10.17151/biosa.2016.15.2.10>
- Ruiz, R., Bedani, R., Isay. S. Evidencia
científica de los efectos sobre la salud
atribuidos al consumo de probióticos y
prebióticos: una actualización de las
perspectivas actuales y los desafíos
futuros. (2015). British Journal of Nutrition.
114(12): pag 1993–2015.
<https://doi.org/10.1017/S0007114515003864>
- Sánchez, F., & García, A. Sobre
entrenamiento y Deporte desde una
perspectiva psicológica: estado de la
Cuestión. (2017). Revista de Psicología
Aplicada al Deporte y el Ejercicio Físico.
(2): 1-12.
<https://www.revistapsicologiaaplicadadeporteyejercicio.org/art/rpadef2017a8>
- Simpson RJ, Campbell JP, GleesonM,
Krüger K. Can exercise affect immune
function to increase susceptibility to
infection? Exercise Immunology Review.
(2020) Disponible en:
<https://researchonline.ljmu.ac.uk/id/eprint/12547/>
- TheAustralianInstituteOfSportAIS.
Suplementos: Probióticos Grupo A. (2024)
Disponible en:
https://www.ais.gov.au/nutrition/supplements/group_a#probiotics