

## Caracterización fisicoquímica, nutricional y sensorial de dos complementos alimenticios biofortificados

María Carolina Molina Castillo<sup>1</sup> , Nathalia Varela García<sup>1</sup> , Faiber Jaramillo Yepes<sup>1</sup> ,  
Alejandra Valencia Naranjo<sup>1</sup> , Santiago Gómez Velásquez<sup>1</sup> , María Alejandra Agudelo Martínez<sup>1</sup> .

**Resumen:** Caracterización fisicoquímica, nutricional y sensorial de dos complementos alimenticios biofortificados. **Introducción:** Las ciencias de la nutrición y los alimentos innovan en la industria elaborando productos con compuestos nutricionales que contribuyan a la resolución de problemáticas en salud pública. Pero, además de las características nutricionales, son importantes las características sensoriales, siendo un factor determinante en la aceptación de estos productos. **Objetivo:** Evaluar características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales de dos complementos alimenticios, tipo sopa y bebida achocolatada, desarrollados con biofortificación. **Materiales y métodos:** Se consideraron 3 fases, fase 1, preparación de dos tipos complementos alimenticios (4 formulaciones), usando la liofilización para la deshidratación de algunas materias primas, complementada con otras técnicas de procesamiento y cocción. Fase 2, evaluación sensorial por panel de expertos a través de prueba descriptiva cuantitativa y hedónica, y fase 3, caracterización bromatológica. El análisis de la información se realizó con el *software Jamovi 2.3.21*, mediante análisis descriptivo e inferencial. **Resultados:** El análisis sensorial evidenció que los alimentos que contiene corazón de res en un 5% fueron los más aceptados por los panelistas en todos los atributos sensoriales en ambos complementos. La caracterización bromatológica mostró que el complemento tipo bebida achocolatada con corazón es excelente fuente de proteína, zinc y calcio y buena fuente de hierro y vitamina E, mientras que, el complemento tipo sopa con corazón es excelente fuente de proteína, zinc, hierro, tiamina, omega 3, vitamina E y buena fuente de calcio de acuerdo con la normatividad colombiana de rotulado y etiquetado nutricional. **Conclusiones:** Ambos complementos con corazón mostraron una aceptación sensorial satisfactoria, presentaron una importante concentración de nutrientes, que, por su fuente natural y animal, son considerados de alta biodisponibilidad. **Arch Latinoam Nutr 2024; 74(1): 10-21.**

**Palabras clave:** complemento alimenticio, análisis fisicoquímico, evaluación sensorial, biofortificación, desarrollo de producto.

**Abstract:** Physicochemical, nutritional, and sensory characterization of two biofortified food supplements. **Introduction:** Nutrition and food sciences innovate in the industry by elaborating products with nutritional compounds that contribute to the resolution of public health problems. But, in addition to nutritional characteristics, sensory characteristics are important, being a determining factor in the acceptance of these products. **Objective:** To evaluate physicochemical, nutritional and sensory characteristics of two food supplements, soup and chocolate drink, developed with biofortification. **Materials and methods:** Three phases were considered: phase 1, preparation of two types of food supplements (4 formulations), using freeze-drying for dehydration of some raw materials, complemented with other processing and cooking techniques. Phase 2, sensory evaluation by expert panel through quantitative descriptive and hedonic test, and phase 3, bromatological characterization. The analysis of the information was carried out with Jamovi 2.3.21. software through descriptive and inferential analysis. **Results:** The sensory analysis showed that foods containing 5% beef heart were the most accepted by the panelists in all sensory attributes in both supplements. The bromatological characterization showed that the chocolate drink type supplement with heart is an excellent source of protein, zinc and calcium and a good source of iron and vitamin E, while the soup type supplement with heart is an excellent source of protein, zinc, iron, thiamine, omega 3, vitamin E and a good source of calcium in accordance with Colombian regulations on nutritional labeling and labeling. **Conclusions:** Both supplements with heart showed a satisfactory sensory acceptance, presented an important concentration of nutrients, which, due to their natural and animal source, are considered of high bioavailability. **Arch Latinoam Nutr 2024; 74(1): 10-21.**

**Keywords:** Food supplement, physicochemical analysis, sensory evaluation, biofortification, product development.

### Introducción

Las ciencias de la nutrición y los alimentos se han caracterizado a lo largo de los años por investigar, innovar e intervenir en diferentes áreas, como

<sup>1</sup>Universidad Ces, Medellín, Colombia.

Autor para la correspondencia: Alejandra Valencia Naranjo, e-mail: [avalencian@ces.edu.co](mailto:avalencian@ces.edu.co)



la industria y tecnología de los alimentos en donde se busca elaborar productos o complementos alimenticios que tengan compuestos nutricionales que contribuyan a la resolución de las problemáticas en salud pública como la desnutrición, la inseguridad alimentaria, el hambre oculta, entre otras (1). Para ello, se utilizan materias primas que proporcionen cantidades de nutrientes que se han evidenciado en déficit para la población colombiana como el hierro, la vitamina A y el zinc (2). Según la Resolución 810 de 2021 del Ministerio de Salud y Protección Social de la República de Colombia, un alimento se considera fuente de un macronutriente (Proteína, Carbohidratos, Grasa total) cuando este cubre el 10% o más del requerimiento de la población objetivo, cuando supera el 20% se consideraría excelente fuente; mientras que para los micronutrientes (vitaminas y minerales) el alimento debe aportar el 15% o más del requerimiento para considerarse fuente y 30% o más para considerarse excelente fuente del micronutriente (3).

Además de las características nutricionales, es importante tener en cuenta el contexto alimentario, las características fisicoquímicas y sensoriales de los alimentos. La evaluación sensorial es uno de los factores determinantes en el desarrollo de productos, ya que permite conocer las necesidades, opiniones y tendencias de la población a la cual estará dirigida el producto (4). Por otro lado, se han llevado a cabo estudios que resaltan la importancia del contexto alimentario para el diseño y desarrollo de complementos alimenticios; como en el caso de Chile, donde se realizó una investigación sobre los problemas en alimentación y nutrición de la comunidad de Mapuche, en la que se destaca que los programas alimentarios solo tienen en cuenta los factores económicos y nutricionales, sin considerar los factores sociales y culturales como características importantes en el desarrollo de complementos alimenticios (5). Por lo cual, revisando el contexto colombiano, más específicamente de la región antioqueña es relevante mencionar que, según el Perfil Alimentario y Nutricional de Antioquia, es habitual consumir sopas durante el almuerzo y bebidas como chocolate caliente y café en

las mañanas y entre comidas al menos cinco veces por semana, además, se encontró que es frecuente el consumo de carnes y leguminosas como frijoles, garbanzos y lentejas en la preparación de los alimentos (6).

A nivel gubernamental, existen estrategias para abordar la problemática de la inseguridad alimentaria y las deficiencias nutricionales, como la complementación alimenticia. Desde 1976, el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) ha estado distribuyendo alimentos de alto valor biológico con el propósito de erradicar el hambre y contribuyendo a cumplir las metas de este objetivo de desarrollo sostenible (7). El ICBF produce y distribuye un complemento alimenticio a base de harinas de cereales, almidón de maíz, leche en polvo, aceite de linaza en polvo y hierro amino quelado, el cual está dirigido a niños y niñas desde los 6 meses de edad, mujeres gestantes, mujeres lactantes y adultos mayores. A pesar de esto, el programa actualmente llega a 2.080.000 habitantes del territorio nacional, lo que no cubre a toda la población en riesgo (8). Por lo tanto, es de alta importancia trabajar en el diseño, desarrollo y producción de nuevos alimentos que tengan un impacto positivo en las problemáticas de alimentación y nutrición identificadas en el país para la población vulnerable en Colombia.

Por lo anterior, esta investigación busca evaluar las características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales de dos complementos alimenticios tipo sopa y bebida achocolatada desarrollados con biofortificación, buscando aportar evidencia que permita el desarrollo de nuevas estrategias y alternativas orientadas a mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de la región (9).

## **Materiales y métodos**

Este trabajo de investigación se realizó en el Centro de Estudios Avanzados en Nutrición y Alimentación (CESNUTRAL) de la Universidad CES entre el 1 de noviembre de 2022 y el 28 de julio de 2023, donde se desarrollaron dos complementos alimenticios biofortificados tipo sopa y bebida achocolatada para luego ser evaluados nutricional y sensorialmente. El estudio se llevó a cabo en tres fases:

### **Fase 1**

Durante la primera fase del proyecto, se desarrollaron

dos tipos de complementos alimenticios. Se tuvo en cuenta la identificación de necesidades de la población objetivo, contexto alimentario y frecuencia de consumo de alimentos.

A partir de esto se realizaron cuatro formulaciones: dos de bebida achocolatada en polvo, una con corazón (6%) y otra con hígado (6%) y dos de sopa de vegetales en polvo una con corazón (5%) y otra con hígado (5%). La elaboración fue la siguiente:

**Bebida Achocolatada en polvo:** Los ingredientes comerciales utilizados fueron leche de vaca entera en polvo, cocoa en polvo, fécula de maíz, sachá inchi en polvo y sucralosa; y en el laboratorio se procesaron los extractos cárnicos (hígado y corazón de res) los cuales fueron cocidos, luego liofilizados y pulverizados, y la fruta que fue lavada, desinfectada, pelada, troceada, liofilizada y pulverizada.

**Sopa de vegetales en polvo:** Los ingredientes comerciales utilizados fueron especias en polvo (orégano, tomillo, cúrcuma, pimienta, nuez moscada), sachá inchi en polvo, maltodextrina, almidón de papa, estabilizantes y glutamato monosódico. En el laboratorio se procesaron las legumbres (lentejas) y extractos cárnicos (hígado y corazón de res) los cuales fueron cocidos, luego liofilizados y pulverizados y las verduras y hortalizas (tomate, ahuyama, cebolla, cilantro, pimentón) fueron lavadas, desinfectadas, troceadas, cocidas, liofilizadas y pulverizadas.

**Tabla 1.** Formulaciones de bebida achocolatada en polvo con corazón o hígado de res

| Ingrediente             | Formulación con corazón de res (%) | Formulación con hígado de res (%) |
|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Leche entera en polvo   | 46                                 | 46                                |
| Cocoa en polvo          | 20,7                               | 20,7                              |
| Fécula de maíz          | 15                                 | 15                                |
| Fruta en polvo          | 9                                  | 9                                 |
| Hígado de res en polvo  | 6                                  |                                   |
| Corazón de res en polvo |                                    | 6                                 |
| Sachá inchi en polvo    | 3                                  | 3                                 |
| Sucralosa               | 0.3                                | 0.3                               |

Se usó como método de deshidratación y acondicionamiento de las materias primas la liofilización, para mejorar la concentración de los nutrientes, alargar la vida útil del producto, aumentar características organolépticas y potenciar la solubilidad (10).

Las formulaciones de la bebida achocolatada en polvo y la sopa de vegetales en polvo pueden observarse en la tabla 1 y tabla 2 respectivamente.

En la figura 1, se puede observar el flujograma de preparación de ambos complementos.

## Fase 2

En esta fase se realizó la evaluación sensorial de las 4 formulaciones, en total participaron

**Tabla 2.** Formulaciones de sopa de vegetales en polvo con corazón o hígado de res

| Ingrediente   | Formulación con corazón de res (%) | Formulación con hígado de res (%) |
|---|------------------------------------|-----------------------------------|
| Verduras y hortalizas (tomate, ahuyama, cebolla, cilantro, pimentón)            | 90                                 | 90                                |
| Mezcla de especias en polvo (orégano, tomillo, cúrcuma, pimienta, nuez moscada) | 2                                  | 2                                 |
| Hígado de res en polvo  |                                    | 5                                 |
| Corazón de res en polvo   | 5                                  |                                   |
| Sachá inchi en polvo  | 2.3                                | 2.3                               |
| Maltodextrina   | 2                                  | 2                                 |
| Almidón de papa   | 1                                  | 1                                 |
| Glutamato monosódico  | 0.5                                | 0.5                               |
| Estabilizante (goma xantana)  | 0.2                                | 0.2                               |
| Sucralosa   | 0.3                                | 0.3                               |



**Figura 1.** Flujograma de la preparación de ambos complementos alimenticios

11 panelistas entrenados del laboratorio de análisis sensorial de CESNUTRAL de la universidad CES. Estos panelistas han sido integrantes del panel de análisis sensorial cerca de 2 años, para esta prueba hubo un entrenamiento en los atributos a evaluar con 2 semanas de anterioridad, se realizó el entrenamiento con sabores básicos, olores característicos y texturas de alimentos similares. Hubo dos momentos de evaluación, primero se realizó un perfil descriptivo cuantitativo y luego se realizó una evaluación hedónica.

Para el perfil descriptivo cuantitativo se estableció un formato con una escala de 0 a 5 puntos donde 0 significaba ausencia del atributo y 5 una presencia muy marcada del mismo; se evaluaron los atributos de apariencia (textura aparente, homogeneidad, presencia de espuma, brillo, grasitud), de color (uniformidad y color en específico), de olor y sabor (intensidad olor a especias y vísceras, intensidad sabor a dulce, salado, amargo, ácido, umami, metálico, residual metálico y persistencia amarga) y por último de textura (densidad, viscosidad, granulosis, graso) (11). Los panelistas debían marcar con una X la intensidad de los atributos frente a las referencias dadas en cada uno de ellos.

La segunda prueba fue una evaluación hedónica en la que se usaron escalas de 5 niveles donde 1 era la menor aceptación y 5 la mayor aceptación. Se elaboró un formato con preguntas en el cual el panelista debía marcar con una X el nivel de aceptación en los parámetros evaluados, los cuales incluyeron apariencia general, intensidad de color, olor, sabor, consistencia, calidad general; y al final se realizó una pregunta referente a la intención de compra (11).

Para estas evaluaciones los complementos se prepararon de la siguiente manera: la sopa de vegetales en polvo (ambas formulaciones), se reconstituyó con agua (30 g de sopa en polvo\* 170 ml de agua), esta mezcla fue sometida a cocción por 10 minutos a una temperatura de 90°C y se revolvió constantemente, las muestras se sirvieron a los panelistas en vasos plásticos de 3,5 onzas, con cuchara plástica, a una temperatura aproximada de 60°C. La bebida achocolatada en polvo se reconstituyó con agua (30 g de bebida achocolatada en polvo\*170ml de agua), esta mezcla se llevó a una licuadora por 2 minutos, se sirvió en copas plásticas de 1,5 onzas a temperatura ambiente aproximada de 23°C.

Las evaluaciones se realizaron en las cabinas del laboratorio de análisis sensorial de CESNUTRAL de la universidad CES, con luz blanca y con una temperatura de 23°C.

### Fase 3

Se realizó una caracterización fisicoquímica a dos de las cuatro formulaciones, esto de acuerdo a los resultados obtenidos en las evaluaciones sensoriales, los complementos alimenticios evaluados fueron la bebida achocolatada y la sopa de vegetales en polvo elaboradas con corazón de res. Las evaluaciones se realizaron en el Centro de la Ciencia y la Investigación Farmacéutica, CECIF, siguiendo los métodos de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, siglas en inglés) o por métodos desarrollados y validados en el laboratorio. Fue evaluado la humedad (AOAC 945.15), cenizas (AOAC 935.42), grasa total (954.02), proteínas (AOAC 981.10 - 2000), azúcares totales (AOAC - Volumetría Lane - Eynon), fibra dietaria (insoluble AOAC 991.42 y soluble AOAC 993.19), minerales (Hierro, Zinc, Calcio, Sodio, por métodos AOAC - Absorción Atómica), colesterol (por Cromatografía de gases, método desarrollado en el CECIF), vitaminas (B1, B9 y E por Cromatografía líquida, método desarrollado en el CECIF) y perfil de ácidos grasos (grasa saturada, insaturada, omega 3, 6 y 9 por Cromatografía de gases, método desarrollado en el CECIF) (12).

Los carbohidratos y las calorías se determinaron por análisis proximal. Los carbohidratos por diferencia respecto a proteínas, grasas, humedad, cenizas y concentraciones de fibra dietaria, mientras que las calorías se determinaron utilizando el método de Livesey donde se multiplicó el porcentaje de carbohidratos y proteínas por 4 Kcal y el porcentaje de grasa por 9 Kcal (13). Todos los análisis se realizaron por duplicado.

#### Análisis estadístico

Posterior a la captación de los datos se procedió a digitar la información en un archivo plano de Microsoft Excel, con la finalidad de consolidar y mantener una base de datos matriz en este tipo de formato.

El análisis estadístico se realizó utilizando el *software Jamovi 2.3.21*. La distribución de las variables cuantitativas fue contrastada mediante la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk, indicando que para el estudio de las diferencias entre los puntajes de la escala descriptiva cuantitativa era preciso la aplicación de test no paramétricos. Conforme a lo anterior, se utilizó la prueba de U. de Mann Whitney para comparar los valores obtenidos para cada atributo según el tipo de extracto cárnico utilizado (Corazón o Hígado).

En cuanto a las escalas hedónicas de las cuales se derivaron variables de naturaleza cualitativa, se realizó análisis de frecuencias absolutas y relativas de las cualidades organolépticas, discriminando según el extracto cárnico; y se aplicó el Test Exacto de Fisher para observar diferencias significativas entre las proporciones observadas.

### Resultados

Caracterización sensorial (Perfil descriptivo cuantitativo)

En la bebida achocolatada se seleccionaron los atributos de "sabor metálico" en donde la mediana para el alimento con corazón de res fue 0 es decir que "no hay percepción de sabor metálico" y para el alimento con hígado fue 2 "se percibe algo de sabor metálico", "residual metálico" en donde la mediana para el alimento con corazón de res fue 0 en donde "no hay percepción de sabor residual metálico" y 1 en donde "hay algo de percepción de sabor residual metálico" para el alimento con hígado res; esto mismo ocurrió en el atributo de "persistencia amarga" en donde 0 fue "no hay percepción de persistencia amarga" para el alimento con corazón de res con respecto a el alimento con hígado de res con 1 en donde "se percibe algo de persistencia amarga", e igualmente en el atributo graso del alimento con corazón de res obtuvo una mediana de 1 "poca percepción de sabor graso" con respecto a 2 en el alimento con hígado de res "algo más graso".

En la sopa se seleccionaron los atributos de "grasitud", en donde en las medianas de los alimentos con corazón e hígado de res obtuvieron una diferencia de un punto con 2 y 3 respectivamente, lo que visibiliza una ligera percepción de grasitud aumentada en el alimento con hígado de res; lo mismo ocurrió en el atributo de olor a especias donde se percibió una ligera diferencia en el alimento con corazón de res con una mediana de 3 con respecto a 2 en el alimento con hígado de res; el

sabor dulce muestra la misma diferencia en el alimento con corazón de res con una mediana de 2 “algo dulce” con respecto a 1 “poco dulce” en el alimento con hígado de res; en el “sabor umami” que relaciona la integración de los sabores en el paladar, el alimento con corazón de res obtuvo un puntaje de 3 “se percibe sabor umami” y el alimento con hígado de 2 “se percibe algo de sabor umami”. Los resultados del perfil descriptivo cuantitativo se pueden observar en la Tabla 3.

### Caracterización sensorial (Hedónica)

Se encontró asociación estadísticamente significativa únicamente en la variable “sabor” para la sopa en donde el alimento con corazón de res obtuvo un 90,91% de aceptación satisfactoria en el atributo “me gusta” con respecto a el alimento con hígado de res con un 36,36% de aceptación para el mismo atributo. Para la bebida achocolatada en el atributo de “sabor” no hubo asociación estadísticamente significativa, sin embargo, en el alimento con corazón de res 63,64%

**Tabla 3.** Evaluación sensorial de las pruebas descriptivas cuantitativas de la bebida achocolatada y la sopa: comparación entre las muestras elaboradas con hígado y corazón de res

| BEBIDA ACHOLATADA   |             |             |         | SOPA              |             |             |         |
|---------------------|-------------|-------------|---------|-------------------|-------------|-------------|---------|
| Atributos           | Corazón     | Hígado      | Valor P | Atributos         | Corazón     | Hígado      | Valor P |
| Textura aparente    | 1 (1,0-1,5) | 1 (0,5-2,0) | 0,834   | Textura aparente  | 4 (3,5-4,0) | 4 (3,5-4,0) | 1,000   |
| Homogeneidad        | 4 (3,0-4,0) | 3 (3,0-4,5) | 0,972   | Homogeneidad      | 2 (1,0-2,5) | 3 (1,5-3,0) | 0,393   |
| Espuma              | 2 (1,0-2,0) | 2 (1,0-2,5) | 0,724   | Grasitud          | 2 (2,0-3)   | 3 (2,0-3,0) | 0,944   |
| Brillo              | 2 (2,0-3,5) | 2 (2,0-3,5) | 0,863   | Brillo            | 3 (2,5-3,5) | 2 (2,0-3,0) | 0,191   |
| Color café          | 3 (3,0-3,5) | 3 (3,0-3,5) | 0,71    | Color café        | 3 (2,5-3,5) | 2 (2,0-3,0) | 0,287   |
| Uniformidad color   | 4 (3,5-4,5) | 3 (3,0-4,0) | 0,118   | Color verde olivo | 3 (2,0-4,0) | 3 (2,0-4,0) | 0,973   |
| Olor chocolate      | 4 (3,0-4,0) | 4 (3,0-4,0) | 0,971   | Uniformidad color | 3 (1,5-3,5) | 3 (1,5-3,0) | 0,811   |
| Olor lácteo         | 1 (0,5-2,5) | 2 (0,5-3,0) | 0,973   | Olor especias     | 3 (3,0-3,5) | 2 (2,0-3,5) | 0,289   |
| Sabor dulce         | 3 (2,0-3,0) | 2 (1,5-2,5) | 0,335   | Olor a vísceras   | 2 (1,5-2,5) | 2 (1,5-3,0) | 0,410   |
| Sabor amargo        | 2 (1,0-3,0) | 2 (1,5-3,0) | 0,891   | Dulce             | 2 (1,0-2,0) | 1 (0,5-2,0) | 0,635   |
| Sabor ácido         | 0 (0,0-0,0) | 0 (0,0-0,5) | 0,651   | Salado            | 2 (1,5-3,0) | 2 (0,5-2,0) | 0,193   |
| Sabor umami         | 0 (0,0-1,5) | 1 (0,0-2,5) | 0,531   | Amargo            | 0 (0,0-1,5) | 0 (0,0-1,0) | 0,605   |
| Sabor metálico      | 0 (0,0-1,0) | 2 (0,0-2,5) | 0,297   | Ácido             | 1 (0,0-1,0) | 0 (0,0-0,5) | 0,218   |
| Residual metálico   | 0 (0,0-1,5) | 1 (0,0-3,0) | 0,169   | Umami             | 3 (2,0-4,0) | 2 (1,0-3,5) | 0,710   |
| Persistencia amarga | 0 (0,0-1,0) | 1 (0,0-2,0) | 0,422   | Metálico          | 1 (0,0-2,0) | 1 (0,0-3,0) | 0,864   |
| Densidad            | 1 (1,0-2,0) | 2 (1,0-2,0) | 0,942   | Residual metálico | 0 (0,0-1,0) | 0 (0,0-2,5) | 0,640   |
| Viscosidad          | 1 (1,0-2,0) | 1 (1,0-1,0) | 0,247   | Densidad          | 3 (3,0-3,5) | 4 (3,0-4,5) | 0,530   |
| Granulosidad        | 1 (0,5-2,0) | 0 (0,0-1,0) | 0,165   | Viscosidad        | 3 (2,0-4,0) | 3 (2,5-4,0) | 0,762   |
| Graso               | 1 (0,5-2,0) | 2 (1,0-2,5) | 0,288   | Granulosidad      | 3 (2,5-3,0) | 3 (1,5-4,0) | 0,558   |

U de Mann Whitney-No paramétrica - Mediana - RI

eligieron la opción “me gusta” y “me gusta muchísimo” con respecto a el alimento con hígado de res en donde 54,54% de las personas eligieron “me gusta” solamente.

Cabe resaltar que aunque otros atributos no hayan tenido asociaciones estadísticamente significativas, se destacan en la bebida achocolatada el atributo “olor” en donde el 63,64% eligió la opción “me gusta” y “me gusta muchísimo” para el alimento con corazón de res,

en cambio para el alimento con hígado de res sólo el 54,55% eligieron esta opción, de igual forma para este mismo atributo en la sopa 8 de 11 personas eligieron “me gusta” para el alimento con corazón de res con respecto a 6 de 11 personas que eligieron “me gusta” para el alimento con hígado de res. Los resultados de la caracterización hedónica se pueden observar en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Evaluación sensorial hedónica de la bebida achocolatada y la sopa: comparación entre las muestras elaboradas con hígado y corazón de res.

| Atributos                             | BEBIDA ACHOLATADA |           |                | SOPA       |           |                |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|----------------|------------|-----------|----------------|
|                                       | Corazón           | Hígado    | Valor <i>p</i> | Corazón    | Hígado    | Valor <i>p</i> |
| Apariencia General                    |                   |           | 0,659          |            |           | 0,738          |
| Regular                               | 0 (0,00)          | 1 (9,09)  |                | 0 (0,00)   | 0 (0,00)  |                |
| Aceptable                             | 2 (18,18)         | 4 (36,36) |                | 2 (18,18)  | 4 (36,36) |                |
| Buena                                 | 8 (72,73)         | 5 (45,45) |                | 6 (54,55)  | 5 (45,45) |                |
| Excelente                             | 1 (9,09)          | 1 (9,09)  |                | 3 (27,27)  | 2 (18,18) |                |
| Intensidad Color                      |                   |           | 0,875          |            |           | 0,238          |
| Algo menos intenso de lo que me gusta | 2 (18,18)         | 4 (36,36) |                | 1 (9,09)   | 3 (27,27) |                |
| Justo como me gusta                   | 7 (63,64)         | 6 (54,55) |                | 6 (54,55)  | 5 (45,45) |                |
| Algo más intenso de lo que me gusta   | 1 (9,09)          | 1 (9,09)  |                | 4 (36,36)  | 1 (9,09)  |                |
| Mucho más intenso de lo que gusta     | 1 (9,09)          | 0 (0,00)  |                | 0 (0,00)   | 2 (18,18) |                |
| Olor                                  |                   |           | 0,550          |            |           | 0,805          |
| Me disgusta                           | 0 (0,00)          | 0 (0,00)  |                | 1 (9,09)   | 1 (9,09)  |                |
| Ni me gusta ni me disgusta            | 4 (36,36)         | 5 (45,45) |                | 2 (18,18)  | 4 (36,36) |                |
| Me gusta                              | 6 (54,55)         | 3 (27,27) |                | 8 (72,73)  | 6 (54,55) |                |
| Me gusta muchísimo                    | 1 (9,09)          | 3 (27,27) |                | 0 (0,00)   | 0 (0,00)  |                |
| Sabor                                 |                   |           | 0,240          |            |           | 0,029          |
| Me disgusta                           | 0 (0,00)          | 3 (27,27) |                | 0 (0,00)   | 2 (18,18) |                |
| Ni me gusta ni me disgusta            | 4 (36,36)         | 2 (18,18) |                | 1 (9,09)   | 5 (45,45) |                |
| Me gusta                              | 6 (54,55)         | 6 (54,55) |                | 10 (90,91) | 4 (36,36) |                |
| Me gusta muchísimo                    | 1 (9,09)          | 0 (0,00)  |                | 0 (0,00)   | 0 (0,00)  |                |
| Consistencia                          |                   |           | 0,415          |            |           | 0,293          |
| Me disgusta                           | 0 (0,00)          | 1 (9,09)  |                | 1 (9,09)   | 3 (27,27) |                |
| Ni me gusta ni me disgusta            | 3 (27,27)         | 6 (54,55) |                | 5 (45,45)  | 2 (18,18) |                |
| Me gusta                              | 6 (54,55)         | 3 (27,27) |                | 5 (45,45)  | 6 (54,55) |                |
| Me gusta muchísimo                    | 2 (18,18)         | 1 (9,09)  |                | 0 (0,00)   | 0 (0,00)  |                |
| Calidad General                       |                   |           | 0,659          |            |           | 0,149          |
| Mala                                  | 0 (0,00)          | 1 (9,09)  |                | 0 (0,00)   | 1 (9,09)  |                |
| Regular                               | 2 (18,18)         | 4 (36,36) |                | 1 (9,09)   | 4 (36,36) |                |
| Buena                                 | 8 (72,73)         | 5 (45,45) |                | 10 (90,91) | 6 (54,55) |                |
| Excelente                             | 1 (9,09)          | 1 (9,09)  |                | 0 (0,00)   | 0 (0,00)  |                |
| Compra                                |                   |           | 1,000          |            |           | 0,183          |
| Si                                    | 5 (45,45)         | 4 (36,36) |                | 6 (54,55)  | 2 (18,18) |                |
| No                                    | 6 (54,55)         | 7 (63,64) |                | 5 (45,45)  | 9 (81,82) |                |

Frecuencia absoluta y relativa

Test exacto de Fisher -> Valor de *P*

**Caracterización fisicoquímica y nutricional**

Los datos obtenidos de la evaluación bromatológica 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 (12).

En el complemento tipo bebida achocolatada se encontró que este puede considerarse como excelente fuente de proteína, zinc,

calcio ya que cubre el 49%, 38% y 46% respectivamente de los VRN-N; y buena fuente de hierro y vitamina E donde cubre el 22% y el 17% respectivamente de los VRN-N, mientras que el complemento tipo sopa puede considerarse excelente fuente de proteína, zinc, hierro, tiamina, vitamina E cubriendo el 49%, 31%, 37%, 15% y 71% respectivamente de los VRN-N, de igual forma de omega 3 ya que aporta más de 600mg/100g del complemento; y buena fuente de calcio donde cubre el 15% del VRN-N. Los resultados de la caracterización fisicoquímica y nutricional se pueden observar en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Resultados bromatológicos y porcentaje de cubrimiento de valores de referencia de nutrientes de la bebida achocolatada y la sopa

| Nutriente                   | Bebida Achocolatada |     |               |                           | Sopa |               |                           |
|-----------------------------|---------------------|-----|---------------|---------------------------|------|---------------|---------------------------|
|                             | VRN-N               | * N | Media/DE      | %<br>Cubrimiento<br>VRN-N | * N  | Media/DE      | %<br>Cubrimiento<br>VRN-N |
| Grasas totales (g)          | 66                  | 2   | 13,91 ± 0,27  | 21                        | 2    | 13,43 ± 0,03  | 20                        |
| Calcio (mg)                 | 1000                | 2   | 461,7 ± 3,95  | 46                        | 2    | 151,16 ± 7,48 | 15                        |
| Cenizas (contenido mineral) | N/A                 | 2   | 4,90 ± 0,03   | N/A                       | 2    | 4,2 ± 0,14    | N/A                       |
| Colesterol (mg)             | 300                 | 2   | 25,62 ± 0,02  | 9                         | 2    | 6,54 ± 0,09   | 2                         |
| Hierro (mg)                 | 20                  | 2   | 4,35 ± 0,14   | 22                        | 2    | 7,4 ± 0,09    | 37                        |
| Proteína (g)                | 50                  | 2   | 24,37 ± 0     | 49                        | 2    | 24,59 ± 0,21  | 49                        |
| Sodio (mg)                  | 2000                | 2   | 280,26 ± 0,67 | 14                        | 2    | 217,05 ± 0,12 | 11                        |
| Tiamina (mg)                | 1,5                 | 2   | 0             | N/A                       | 2    | 1,82 ± 0,28   | 159                       |
| Vitamina E (mg)             | 9                   | 2   | 1,75 ± 0,03   | 17                        | 2    | 6,37 ± 0,06   | 71                        |
| Zinc (mg)                   | 11                  | 2   | 4,2 ± 0,02    | 38                        | 2    | 3,44 ± 0      | 31                        |
|                             |                     |     | Valor         |                           |      | Valor         |                           |
| Carbohidratos totales (g)   | 300                 | 2   | 37,39         | 12                        | 2    | 38,17         | 13                        |
| Calorías totales (kcal)     | 2000                | 2   | 377           | 19                        | 2    | 377           | 19                        |
| Omega 3 (g)                 | 300                 | 2   | 226,83        | 76                        | 2    | 723,95        | 121                       |

N/A = No aplica

\* Numero de replicas realizadas por el laboratorio para obtener los resultados bromatológicos.

En carbohidratos totales, calorías totales y omega 3 se reporta solo el valor directo por que se puso valores proximales

VRN - N = Valores diarios de referencia de nutrientes - necesidades para la población mayor de 4 años y adultos dados por la resolución 810 del 2022



## Discusión

La inseguridad alimentaria y las deficiencias de micronutrientes son altamente prevalentes en la región y en especial en Colombia, por lo que debe considerarse el desarrollo e innovación de complementos alimenticios como una necesidad evidente, sin embargo, estos procesos deben construirse sobre la línea de comprender las frecuencias y perfiles de consumo de alimentos en la cultura alimentaria local y regional(14); lo anterior significa que el desarrollo y formulación de un nuevo producto alimenticio sólo representa una de las etapas claves de todo el proceso, el cual, además debe ir acompañado por la comprensión de los hábitos, tendencias y prácticas alimentarias de las poblaciones a las cuales se va a dirigir este tipo de productos(15). Esto permite ampliar la información no sólo del contenido real de nutrientes, sino de las características organolépticas y de aceptabilidad, que es lo que finalmente determina si pueden considerarse como complementos alimenticios que logren contribuir a mitigar las problemáticas nutricionales de forma efectiva.

Unos ingredientes para resaltar que tienen los complementos alimenticios, son el hígado y el corazón de res los cuales fueron utilizados en una concentración del 5% y el 6% en la sopa y la bebida achocolatada respectivamente. Debido al aporte nutricional de estas vísceras se han encontrado trabajos previos que han incorporado hígado, como por ejemplo en la investigación de Macas Moreira que realizó adición de hígado de res en un chorizo tradicional, a diferentes concentraciones: 20%, 31% y 42%, para evaluar el efecto de esta adición sobre las características nutricionales y sensoriales del alimento. Registraron finalmente que la muestra que obtuvo mayor aceptabilidad en cuanto al color y sabor fue la que tenía mayor concentración, mientras que el olor fue referido en la muestra que tenía una concentración del 31% y para la textura la que más aceptación obtuvo fue la de menor concentración. En cuanto a lo bromatológico se destacaron los niveles carbohidratos (0%), grasas totales (19%), proteínas (22%) y un 8% de hierro, que convirtió al prototipo desarrollado en un producto nutricionalmente equilibrado, según las normas de Ecuador(16). En nuestro estudio se trabajaron unas muestras con hígado de res, sin mucha variación de concentración, tanto para una bebida achocolatada (6%) como para una sopa (5%), y se compararon con otras muestras a base de corazón de res en las mismas concentraciones en ambos alimentos, obteniéndose

una mayor aceptabilidad en las muestras de corazón con pequeñas diferencias en cuanto a la consistencia (Tabla 3 y Tabla 4) respecto a aquellas que contenían hígado. Y en lo que respecta al análisis nutricional (Tabla5), las muestras con corazón de res, que finalmente fueron las que se evaluaron mediante análisis bromatológico, indicaron que tienen un alto valor nutricional siendo fuentes de proteína (49%) y micronutrientes como el calcio (15% y 46%), el hierro (22% y 37%) y el zinc (31% y 38%) en la sopa y la bebida achocolatada respectivamente para la población de niños mayor de 4 años y adultos según la Resolución 810 de 2021 de Colombia (3).

En otra investigación, que igualmente trabajó con diferentes concentraciones de hígado de res (10%, 15% y 20%) en la fortificación de galletas para niños, determinó los niveles adecuados de la fortificación, satisfacción y eficiencia de las galletas, encontrando una adecuada satisfacción sensorial, en la galleta que contenía una concentración de hígado del 15%. A su vez, se observó un aumento del contenido proteico, graso y de hierro a medida que se aumentaban los niveles de fortificación (17).

En otro estudio relacionado sobre productos de molinería, se llevó a cabo la fortificación de galletas de chocolate y de néctar de mora con hierro proveniente de hemoglobina bovina en polvo. Se emplearon diferentes concentraciones en tres formulaciones distintas para cumplir con los requisitos establecidos para alimentos fortificados según la resolución 333 de 2011. En el caso de las galletas de chocolate, se aplicaron concentraciones de 6%, 7,4% y 8,6%, mientras que para las de néctar de mora se utilizaron concentraciones de 0,59%, 0,94% y 1,29% de hemoglobina bovina. En el análisis sensorial el uso de esta hemoglobina en polvo, fue favorable para las características organolépticas de la galleta y no para el néctar de mora (18). En ambos casos se observa que la fortificación de hierro con ingredientes de origen animal, como la res, tiene resultados positivos en el análisis sensorial, principalmente cuando se usan concentraciones intermedias, además, de asegurar un aporte importante de este

mineral. En nuestro estudio los resultados sensoriales mostraron mayor aceptación de la bebida achocolatada y la sopa con fortificación de corazón de res, pero además se confirmó con el análisis bromatológico que ambos productos se pueden considerar fuente de hierro y otros nutrientes.

En otra investigación donde elaboraron leche saborizada con chocolate y fortificada con hierro proveniente de hidrolizados de hemoglobina bovina, se demostró que la aceptación sensorial era satisfactoria, sin embargo, el atributo de color apenas estuvo por encima de los niveles de tolerancia(19). Nuevamente en nuestro caso, vale la pena resaltar que tanto en la bebida achocolatada como en la sopa no se presentaron anotaciones negativas frente al color al realizar el análisis sensorial.

En un artículo publicado por la revista *Nutrición Hospitalaria*, se expresó que los productos cárnicos son alimentos excepcionalmente adecuados para introducir en la dieta y que en los últimos años ha habido un notable desarrollo de productos de este grupo diseñados como potencialmente funcionales; en este artículo se proporciona una panorámica general sobre las estrategias empleadas, desde la granja hasta la mesa, para optimizar la presencia de ingredientes funcionales (proteínas, ácido linoleico conjugado, hierro, zinc, selenio, creatina, taurina, vitaminas B, D, y E, glutatión) y como limitar a aquellos que tienen implicaciones negativas para la salud. Una de ellas es la aplicación de procesos de reformulación y otros aspectos relativos al procesamiento, almacenamiento y consumo(20). Alimentos biofortificados, como la sopa y la bebida achocolatada desarrollados en esta investigación, tienen ingredientes funcionales como el corazón de res y la sachá inchi que resultan beneficiosos para la salud y potencialmente podrían disminuir los porcentajes de inseguridad alimentaria presentes en el país.

La sachá inchi, una planta oleaginosa que es una fuente rica de ácidos grasos insaturados, fundamentalmente alfa linolénico y linoleico, los cuales son esenciales para los seres

humanos y son recomendados en el consumo de una dieta habitual por estar relacionados con la prevención de enfermedades cardiovasculares (21). Investigadores ecuatorianos, evaluaron tres niveles consistentes de sachá inchi para sustituir el porcentaje en peso de grasa de cerdo, utilizada para mejorar la calidad nutricional de la hamburguesa; hicieron análisis bromatológicos, pruebas sensoriales y estudios de beneficios costo, obteniendo que el menor nivel de sachá inchi era el más recomendado a nivel industrial (22). En nuestra investigación no se varió la concentración de sachá inchi debido a que previamente se había establecido el nivel mínimo necesario para garantizar la fortificación de la sopa y la bebida achocolatada, según lo establecido en la Resolución 810 de 2021, de etiquetado nutricional en Colombia, confirmándose en el análisis bromatológico, que se habían obtenido productos considerados excelente fuente de omega 3.

En lo referente a las comparaciones sensoriales entre las diferentes formulaciones, se puede resaltar que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los atributos evaluados. Sin embargo, es importante señalar que algunas variables, como el sabor y el residual metálico y la grasitud, fueron críticas en el análisis en el momento de tomar la decisión para la selección de la muestra del extracto cárnico de corazón de res. Estos atributos sensoriales son de importancia, puesto que a las vísceras de res se le atribuyen unas características organolépticas específicas que suelen tener una desaprobación a nivel poblacional, donde los sabores metálicos y grasos son los que persisten en el paladar y modifican la percepción de sabor y olor, así como también se resalta el olor a especias y el dulce, señalando así que se percibieron otros atributos sensoriales de la formulación que enmascaran la grasitud y el sabor metálico.

En este estudio se evaluaron los parámetros sensoriales con un panel de 11 jueces entrenados, que ayudaron a identificar las intensidades de los atributos evaluados, sin embargo para las pruebas hedónicas es necesario realizar, además, un análisis con consumidores que permita no sólo tener una muestra más grande, sino una proximidad a los resultados sensoriales, de cómo una población no entrenada y con desconocimiento sobre pruebas sensoriales percibe las características organolépticas de los complementos alimenticios; y de esta forma validar las formulaciones en cuanto al enmascaramiento del sabor de los extractos cárnicos utilizados en las muestras. Esto debido al sesgo que

puede existir por el hecho de realizar los análisis solamente con panelistas entrenados y en su mayoría profesionales del sector de los alimentos, los cuales pueden tener un amplio espectro en el análisis de los sabores, olores y colores por encima de población común.

De acuerdo al análisis nutricional (Tabla 5), ambos complementos alimenticios contribuirían eficientemente a disminuir las deficiencias de micronutrientes como el hierro, el calcio y zinc en el país, dado que serían alimentos fuente de estos micronutrientes cubriendo más del 15% del VRN-N de la población de niños mayores de 4 años y adultos (3), además, favorecerían al consumo de proteínas y de omega 3, ya que aportan más del 10% del VRN-N la proteína de la población mencionada y una cantidad mayor de 0,6g/100g de Omega 3 en el complemento tipo sopa, los cuales son nutrientes importantes en diferentes grupos etarios. Ampliando el espectro de uso de estos complementos desarrollados.

En todos los estudios revisados anteriormente se obtuvieron diferentes valores de aceptación que se vieron influenciados por las diferentes concentraciones del insumo para la fortificación, lo cual no se tomó en cuenta en la preparación de los complementos alimenticios tipo sopa y bebida achocolatada, además, esas diferencias de concentración también pueden arrojar diferentes valores nutricionales. Asimismo, se evidenció que el uso del corazón de res no se ha implementado en estudios de desarrollo de complementos alimenticios fortificados con extractos cárnicos para humanos, por lo tanto, es relevante que se considere la implementación de este alimento en futuros procesos donde se desarrollen y evalúen alimentos para prevenir deficiencias nutricionales debido al aporte nutricional de sus componentes.

### Conclusiones

Ambos complementos alimenticios bebida achocolatada y sopa de vegetales, elaborados con corazón de res al 6% y 5% respectivamente, mostraron una aceptación sensorial satisfactoria, presentaron una importante concentración de nutrientes, que, por su fuente natural y animal, son considerados de alta biodisponibilidad. Pese a que es requerido un estudio de intervención para generar una proclama de salud, podrían considerarse estos complementos como productos promisorios para atender poblaciones con

vulnerabilidad nutricional o que busquen alternativas saludables de alimentación.

### Agradecimientos

Nos complace expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Ces por brindarnos las facilidades y recursos necesarios para llevar a cabo la investigación y a el Centro de Estudios Avanzados en Nutrición y los alimentos (CESNUTRAL) por su invaluable apoyo en la realización de este artículo científico. Sin su colaboración y respaldo, este trabajo no habría sido posible. Además, también se extiende el agradecimiento a los panelistas que participaron en la investigación, sin sus contribuciones no hubiese sido posible esta investigación.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

### Referencias

1. Florez Avendaño EJ, Ortega Garcia LM, Rincones Marriaga EE. Evaluación nutricional y sensorial de pastas alimenticias elaboradas con semola de trigo (*Triticum durum*) y harina de ahuyama (*Cucurbita máxima duch*). Revista Alimentos Hoy. 2017;25(42):3-17.
2. Ministerio de Salud y Protección Social Colombia. Estrategia nacional para la prevención y control de las deficiencias de micronutrientes en Colombia 2014 – 2021 [Internet]. Bogotá DC Colombia; 2015. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Estrategia-nacional-prevencion-control-deficiencia-micronutrientes.pdf>
3. Ministerio de Salud y Protección Social Colombia. Resolución 810 de 2021. 2021. [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20810de%202021.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20810de%202021.pdf)
4. Osorio-Oviedo AA. Pruebas de análisis sensorial para el desarrollo de cereales infantiles en Venezuela. Publicaciones en Ciencias y Tecnología 2019;13(2):27-37. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.21791.51361>

5. Arboleda Montoya LM, Franco Giraldo FA. Significado de la alimentación y del complemento alimentario MANA en un grupo de hogares de Turbo, Colombia. *Perspect Nut Hum* 2012; 14 (2):171-183. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-41082012000200006&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082012000200006&lng=en).
6. Gobernación de Antioquia-Gerencia de Seguridad Alimentaria y Nutricional, Universidad de Antioquia. Perfil Alimentario y Nutricional de Antioquia 2019- Principales Resultados 2019. <https://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/bfbbde38-7779-4f54-849e-a18d9d6d2fe2/Infograficos.pdf?MOD=AJPERES&CVID=n364xK0>
7. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Bienestarina Más ®. 2020. <https://www.icbf.gov.co/bienestarina-mas-r-0>
8. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Bienestarina Más ® [Internet]. 2019. <https://www.icbf.gov.co/portafolio-de-servicios-icbf/bienestarina-mas>
9. Organización de las Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Hambre Cero <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>
10. Muñoz-López C, Urrea-García GR, Jiménez-Fernández M, Rodríguez-Jiménes G del C, Luna-Solano G, Muñoz-López C, et al. Efecto de las condiciones de liofilización en propiedades fisicoquímicas, contenido de pectina y capacidad de rehidratación de rodajas de ciruela (*Spondias purpurea* L.). *Agrociencia* 2018; 52(1):1-13. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952018000100001](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000100001)
11. Cordero-Bueso GA. Análisis sensorial de alimentos. Madrid, España: Editorial AMV Ediciones; 2017. 476 p.
12. AOAC I. Official Methods of Analysis. 21st Editi. 2019.
13. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food energy - methods of analysis and conversion factors Roma; 2003. [https://www.fao.org/uploads/media/FAO\\_2003\\_Food\\_Energy\\_02.pdf](https://www.fao.org/uploads/media/FAO_2003_Food_Energy_02.pdf)
14. Villaquirán Z, Burbano P, Osorio-Mora O, Cerón-Cardenas AF, Bucheli-Jurado MA. Diseño de un alimento infantil listo para consumir fortificado con hierro a base de arveja (*Pisum sativum*). *Univ. Salud* 2017;20(1):4-15. <https://doi.org/10.22267/rus.182001.104>
15. Calderón-Martínez ME, Taboada-Gaytán OR, Argumedo-Macías A, Ortiz-Torres E, Antonio-López P, Jacinto-Hernández C. Cultura alimentaria: clave para el diseño de estrategias de mejoramiento nutricional de poblaciones rurales. *Agric. Soc. Desarro* 2017;14(2):303-320. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-54722017000200303](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722017000200303)
16. Macas-Moreira K. Efecto de adición del hígado de res sobre las características nutricionales y sensoriales del chorizo tradicional. *Revista de Investigación Científica TSE´DE*. 2019; 2(3):52-71. <http://tsachila.edu.ec/ojs/index.php/TSEDE/article/view/28/30>
17. Documet-Petrik K. Evaluación nutricional y sensorial de galletas fortificadas con hígado de res [Tesis de Maestría en Nutrición y Dietética Aplicada]. [Piura]: Universidad de Piura; Perú. 2015. <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/00dcf2af-530c-4a38-a813-356271f71682/content>
18. Preciado Villegas SI, Cristancho Amado LR. Aprovechamiento del hierro proveniente de hemoglobina bovina en polvo en la fortificación de galletas de chocolate y néctar de mora [Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniera de Alimentos]. [Bogotá D.C.]: Universidad de la Salle; 2021. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1731&context=ing\\_alimentos](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1731&context=ing_alimentos)
19. Arias L, Ospino KS, Zapata JE. Elaboration of flavored milk fortified with hemic iron from of bovine hemoglobin hydrolyzed. *Inf. Tecnol* 2018;29(4):65-75. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000400065>
20. Olmedilla-Alonso B, Jiménez-Colmenero F. Alimentos cárnicos funcionales; desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables. *Nutr Hosp* 2014;29(6):197-209. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.6.7389>
21. Alayón AN, Echeverri J. I. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo): ¿Una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo. *Rev Chil Nutr* 2016;43(2):167-71. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000200009>
22. Baldeón Clavijo D, Velásquez Rodríguez F, Castellanos Estupiñán JE. Utilización de *plukenetia volubilis* (sacha inchi) para mejorar los componentes nutricionales de la hamburguesa. *Enfoque UTE* 2015;6(2):59-76. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v6n2.60>

Recibido: 25/08/2023  
Aceptado: 29/02/2024