

## ARTÍCULO ORIGINAL

# FORMULACIÓN Y ACEPTABILIDAD DE UNA BARRA DE GRANOS ANDINOS ENRIQUECIDA CON SANGRE BOVINA PARA NIÑOS EN EDAD ESCOLAR

Eliseo León-Cárdenas <sup>1,a</sup>, Frida Sofia Meza-Taboada <sup>1,a</sup>, Dina Susana Gutiérrez-Zedano <sup>1,b</sup>

## FILIACIÓN

<sup>1</sup> Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

<sup>a</sup> Licenciado en Nutrición y Dietética

<sup>b</sup> Ingeniero en Industrias Alimentarias

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la aceptabilidad de dos formulaciones de barras elaboradas con granos andinos y enriquecidas con sangre bovina deshidratada (18 % y 24 %) en niños de 7 a 8 años de una institución educativa en Villa El Salvador. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio experimental aplicado de corte transversal en una población de 81 escolares, seleccionada mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Se elaboraron dos formulaciones de barras con diferentes concentraciones de sangre bovina. Se efectuaron análisis nutricionales (energía, macronutrientes, hierro), análisis microbiológicos y una prueba de aceptabilidad sensorial mediante escala hedónica facial de tres puntos. El análisis estadístico se realizó con el software R v. 4.0.5, utilizando la prueba de Wilcoxon con un nivel de significancia de  $p < 0,05$ . **Resultados:** La formulación con 24 % de sangre bovina presentó mayor contenido de hierro (19,6 mg/100 g), proteínas (17,2 g/100 g) y un valor energético de 286,6 kcal/100 g. Ambas formulaciones cumplieron con los criterios microbiológicos de inocuidad. La prueba de aceptabilidad mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambas formulaciones ( $p = 0,012$ ), siendo la barra con mayor concentración de sangre bovina la más aceptada. **Conclusiones:** La barra de cereales andinos enriquecida con 24 % de sangre bovina deshidratada es una alternativa alimentaria segura, aceptable y nutricionalmente densa, con alto contenido de hierro hemínico, lo que la posiciona como una estrategia complementaria viable para la prevención de la anemia en población escolar.

**Palabras clave:** Anemia ferropénica, Hierro dietético, Cereales, Aceptabilidad sensorial, Estudiantes, Barras alimenticias (Fuente: DeCS BIREME).



## FORMULATION AND ACCEPTABILITY OF AN ANDINE GRAIN BAR ENRICHED WITH BOVINE BLOOD FOR SCHOOL-AGED CHILDREN

### ABSTRACT

**Objective:** To determine the acceptability of two bar formulations made with Andean grains and fortified with dehydrated bovine blood (18% and 24%) in children aged 7 to 8 years from an educational institution in Villa El Salvador. **Materials and methods:** An applied experimental cross-sectional study was conducted on a population of 81 schoolchildren, selected by non-probabilistic convenience sampling. Two bar formulations with different concentrations of bovine blood were developed. Nutritional analyses (energy, macronutrients, iron), microbiological analyses, and a sensory acceptability test using a three-point facial hedonic scale were performed. Statistical analysis was conducted using R software v. 4.0.5, applying the Wilcoxon test with a significance level of  $p < 0.05$ . **Results:** The formulation containing 24% bovine blood showed higher iron content (19.6 mg/100 g), protein content (17.2 g/100 g), and an energy value of 286.6 kcal/100 g. Both formulations met microbiological safety criteria. The acceptability test revealed statistically significant differences between the two formulations ( $p = 0.012$ ), with the bar containing the higher concentration of bovine blood being the most accepted. **Conclusions:** The Andean cereal bar enriched with 24% dehydrated bovine blood is a safe, acceptable, and nutritionally dense food alternative, with a high content of heme iron, positioning it as a viable complementary strategy for the prevention of anemia in the school-aged population.

**Keywords:** Iron-deficiency anemia; Iron, Dietary; Cereals; Sensory acceptability; Students; Food bars (Source: MeSH NLM).

## Citar como:

León-Cárdenas E, Meza-Taboada FS, Gutiérrez-Zedano DS. Formulación y aceptabilidad de una barra de granos andinos enriquecida con sangre bovina para niños en edad escolar. Rev Pediatr Espec. 2025;4(4):170-177. doi: 10.58597/rpe.v4i4.136

## Correspondencia:

Frida Sofia Meza-Taboada.  
Correo electrónico: fmezataboada@gmail.com

Recibido: 03/12/2025

Aprobado: 23/12/2025

Publicado: 30/12/2025



Esta es una publicación con licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

## INTRODUCCIÓN

La anemia continúa siendo uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial que afecta desproporcionadamente a mujeres en edad reproductiva y niños. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la deficiencia de hierro constituye su principal causa y compromete el desarrollo cognitivo, el rendimiento escolar y la productividad futura, en especial, cuando se presenta en los primeros años de vida.<sup>1,2</sup>

En el Perú, la anemia infantil mantiene una elevada prevalencia tanto en zonas rurales como urbanas. Datos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) y de los sistemas de vigilancia nutricional nacionales evidencian que, aproximadamente, uno de cada tres niños menores de cinco años presenta anemia, situación asociada, entre otros factores, al bajo consumo de alimentos ricos en hierro de alta biodisponibilidad. Este escenario pone de manifiesto la necesidad de implementar estrategias alimentarias sostenibles, accesibles y culturalmente aceptables para mejorar el estado nutricional infantil.<sup>3,4</sup>

La etiología de la anemia es multifactorial; sin embargo, la deficiencia de hierro es la causa predominante debido a su rol esencial en la síntesis de hemoglobina y en el transporte de oxígeno.<sup>5,6</sup> En la infancia, esta deficiencia se asocia con alteraciones del desarrollo psicomotor, cognitivo y del aprendizaje escolar, cuyos efectos pueden persistir durante el ciclo de vida.<sup>7,8</sup> Si bien la suplementación farmacológica con hierro constituye una estrategia ampliamente utilizada, su efectividad se ve limitada por problemas de tolerancia gastrointestinal, adherencia y costos, lo que refuerza la necesidad de alternativas alimentarias complementarias.<sup>9,10</sup>

El tratamiento de la anemia exige la identificación del agente causal e incluye la suplementación con hierro, ácido fólico, vitamina B12 y vitamina A.<sup>11</sup> También se recomienda el consumo de alimentos ricos en hierro de alta biodisponibilidad, como sangrecita, hígado, bazo, carnes y pescados, los cuales presentan mayor absorción que las fuentes vegetales, como las menestras y la espinaca.<sup>12</sup> En el Perú, los programas estatales de control de la anemia distribuyen hierro en forma de sulfato ferroso, hierro polimaltosado y multimicronutrientes en polvo, según el estado nutricional del niño.<sup>13</sup> No obstante, el sulfato ferroso presenta baja tolerancia gastrointestinal, por lo que genera baja adherencia terapéutica,<sup>14</sup> mientras que el hierro polimaltosado, si bien es mejor tolerado por su liberación progresiva, presenta mayores costos de producción.<sup>15</sup>

En este contexto, la fortificación y el enriquecimiento de alimentos representan estrategias de alto impacto poblacional. El Codex Alimentarius define el enriquecimiento como la adición de nutrientes esenciales con el objetivo de prevenir o corregir deficiencias nutricionales comprobadas.<sup>16</sup> Entre las fuentes de hierro, la sangre de origen animal destaca por su elevado contenido de hierro hemínico y su alta biodisponibilidad, y supera ampliamente a las fuentes vegetales.<sup>17</sup> El aprovechamiento tecnológico de la sangre bovina deshidratada se perfila, por tanto, como una alternativa innovadora y costo-efectiva en la prevención de la anemia infantil.<sup>18</sup>

En paralelo, el Perú dispone de granos andinos, como la quinua, la kiwicha y la cañihua, reconocidos por su alto valor nutricional, contenido proteico y aporte de aminoácidos esenciales. Su incorporación en productos alimentarios destinados a niños en edad escolar permite no solo mejorar el perfil nutricional, sino también revalorar alimentos tradicionales y fortalecer la aceptabilidad cultural.<sup>19,20</sup>

Las barras de cereales constituyen una forma práctica, segura y aceptable de suplementación nutricional en edad escolar. La incorporación de miel de abeja como edulcorante natural mejora la aceptabilidad sensorial y aporta energía de rápida disponibilidad,

minerales como calcio y zinc, así como propiedades antioxidantes e inmunomoduladoras.<sup>21,22</sup>

Diversos estudios han demostrado la viabilidad tecnológica, la aceptabilidad sensorial de productos fortificados con sangre animal y su capacidad para contribuir de manera significativa a los requerimientos diarios de hierro en población infantil.<sup>23-25</sup> Aun así, existe limitada evidencia sobre la aceptabilidad de barras elaboradas con granos andinos y enriquecidas con sangre bovina dirigidas específicamente a niños en edad escolar.<sup>26</sup>

En este contexto, el objetivo del presente estudio fue determinar la aceptabilidad de dos formulaciones de barras elaboradas con granos andinos y enriquecidas con sangre bovina deshidratada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño del estudio

Se desarrolló un estudio de tipo experimental aplicado, de enfoque tecnológico y corte transversal, orientado a evaluar la aceptabilidad de dos formulaciones de barras elaboradas con granos andinos y enriquecidas con sangre bovina deshidratada.

### Población y muestra

La población estuvo conformada por escolares del nivel primario, distribuidos en cinco secciones (A, B, C, D y E), con edades comprendidas entre 7 y 8 años, pertenecientes a la Institución Educativa N.º 6048 «Jorge Basadre», ubicada en el distrito de Villa El Salvador, Lima, Perú. La muestra estuvo constituida por 81 escolares de ambos sexos, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.<sup>27</sup>

### Criterios de selección

Se incluyeron escolares de 7 a 8 años, de ambos sexos, con consentimiento informado firmado por padres o apoderados, en condición de salud adecuada, sin lesiones bucales, alergias ni intolerancias alimentarias, verificadas mediante entrevista a los padres. Se excluyeron aquellos sin consentimiento informado, con restricciones religiosas que impidieran el consumo de sangre bovina, con enfermedad activa o que siguieran dietas vegetarianas, veganas o presentaran intolerancias alimentarias.

### Variables del estudio

La variable independiente fue la formulación de barras de cereales andinos enriquecidas con sangre bovina deshidratada, mientras que la variable dependiente correspondió a la aceptabilidad sensorial de las barras en la población escolar (v. Tabla 1).

### Formulación de las barras

Se elaboraron dos formulaciones experimentales con diferente concentración de sangre bovina deshidratada y triturada por 100 g de barra.

**Tabla 1.** Formulaciones experimentales de barras de cereales andinos con diferente concentración de sangre bovina deshidratada (por 100 g de producto)

Formulación	Sangre bovina (%)	Quinua pop (%)	Cañihua pop (%)	Kiwicha pop (%)	Miel de abeja (%)
F1	18	25	25	25	7
F2	24	23	23	23	7

## Análisis nutricional

Las barras fueron evaluadas en La Molina Calidad Total Laboratorios, de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) mediante métodos oficiales AOAC (1995) y normas técnicas peruanas; humedad: gravimetría AOAC 930.04; grasas: Soxhlet AOAC 930.09; proteínas: Kjeldahl AOAC 920.152; cenizas: gravimetría AOAC 900.02; carbohidratos: por diferencia; fibra: NTP 205.003; hierro: espectrometría de absorción atómica AOAC 1995.

## Análisis microbiológico

Las muestras fueron analizadas en La Molina Calidad Total Laboratorios, de la UNALM, según RM N.º 591-2008 MINS<sup>28,29</sup> las cuales determinaron levaduras, mohos, salmonella, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*.

## Prueba de aceptabilidad sensorial

Se aplicó una escala hedónica facial validada de tres puntos (26): 1 = Me gusta; 2 = Ni me gusta ni me disgusta; 3 = No me gusta. La confiabilidad del instrumento se respalda en estudios que validan su aplicación en población infantil.<sup>30</sup>

## Procedimiento experimental

### Obtención de la sangre bovina deshidratada

La sangre fue adquirida en el mercado Villa Sur (certificado por DIGESA) ubicado en el distrito de Villa El Salvador. Se pesó 1 kg por muestra, se llevó a tratamiento térmico a <125 °C por 30 minutos, se deshidrató en una sartén con capacidad para 5 L a fuego lento, a 60 °C, durante 20 minutos. Se obtuvo un rendimiento final de 268 g/kg y se trituró manualmente por medio de cuchillos y cucharón de acero con presiones con aplastamientos constantes mientras se iba deshidratando la sangre, con la finalidad de dar una apariencia de chips a la barrita.<sup>26</sup>

### Elaboración de las barras

Los ingredientes fueron pesados, la miel calentada (>50 °C); se mezclaron cereales, sangre y miel hasta obtener una masa homogénea; se moldearon en formatos rectangulares, se refrigeraron a 5 °C por 8 horas, se desmoldaron, cortaron y empaquetaron en papel aluminio y polipropileno de alta densidad.

### Aplicación de la prueba sensorial

Previo autorización institucional, a finales del año académico 2022,

se explicó la prueba a los escolares con apoyo de los docentes. Cada niño recibió dos muestras sin conocer su composición, agua potable, platos descartables y formatos de evaluación. La identificación se realizó mediante colores.

## Análisis de datos

Los datos fueron digitados en Microsoft Excel y analizados con R v4.0.5. Se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, la prueba t de Student para comparación de medias, la prueba de Wilcoxon si no se cumplía con normalidad; nivel de significancia:  $p < 0,05$ .

## Aspectos éticos

El estudio respetó los principios éticos de investigación con menores de edad: consentimiento informado firmado por padres o apoderados, confidencialidad de los datos, no se realizaron procedimientos invasivos, autorización del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur (código: 026-2022-PRE17), evaluaciones microbiológicas previas para garantizar inocuidad alimentaria.<sup>31</sup>

## RESULTADOS

### Características generales de la población

La muestra estuvo conformada por 81 escolares de ambos sexos con edades comprendidas entre los 7 y 8 años. Del total, 53 niños (65,4 %) tenían 8 años y 28 niños (34,5 %) tenían 7 años. En cuanto al género, 47 participantes fueron de sexo femenino (58,0 %) y 34 de sexo masculino (41,9 %).

### Análisis nutricional de las formulaciones

En la Tabla 2 se presenta la composición nutricional por cada 100 g de ambas formulaciones. La Formulación 1 presentó un valor energético de 311,5 kcal, mientras que la Formulación 2 presentó 286,6 kcal. El contenido de proteínas fue superior en la Formulación 2 (17,2 g) frente a la Formulación 1 (12,9 g). Asimismo, el contenido de hierro fue mayor en la Formulación 2 (19,6 mg/100 g) en comparación con la Formulación 1 (15,0 mg/100 g).

Los valores de carbohidratos, grasas, cenizas, humedad y fibra se mantuvieron relativamente estables en ambas formulaciones.

**Tabla 2.** Análisis nutricional (por 100 g) de las formulaciones de barras de cereales andinos enriquecidas con sangre bovina, desarrolladas para población escolar, Lima, Perú.

Componentes	Composición nutricional en 100 g de las barras de cereales enriquecidas con sangre bovina	
	Formulación 1	Formulación 2
Energía (kcal)	311,5	286,6
Carbohidratos (g)	61,6	56,8
Proteínas (g)	12,9	17,2
Grasas (g)	1,5	1,4
Cenizas (g)	0,9	0,9
Humedad (g)	23,1	23,4
Fibra cruda (g)	0,9	0,8
Hierro (mg)	15,0	19,6

### Análisis microbiológico

Ambas formulaciones cumplieron con los criterios microbiológicos de inocuidad sanitaria establecidos por la normativa vigente. En ninguna de las muestras se detectó presencia de *Salmonella* sp., y los recuentos de *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, mohos, levaduras y *Clostridium perfringens* se encontraron por debajo de los límites permisibles. Estos resultados evidencian que las barras fueron microbiológicamente seguras para el consumo (v. Tabla 3).

### Aceptabilidad de las barras según sexo

La aceptabilidad sensorial de ambas formulaciones según el género se presenta en la Tabla 4. En la Formulación 1 (18 % de sangre), el 51,8 % de las niñas (n = 42) y el 38,3 % de los niños (n = 31) manifestaron "me gusta". Solo el 2,5 % de las niñas (n = 2) expresó «no me gusta», mientras que el 7,4 % del total (n = 6) manifestó una respuesta indiferente.

En la Formulación 2 (24 % de sangre), el 43,2 % de las niñas (n = 35) y el 30,9 % de los niños (n = 25) indicaron "me gusta". Ningún escolar manifestó rechazo hacia esta formulación; sin embargo, el 25,9 % del total (n = 21) señaló una respuesta indiferente.

### Aceptabilidad de las barras según edad

Según la Tabla 5, en la Formulación 1, el 60,5 % de los niños de 8 años (n = 49) y el 29,6 % de los niños de 7 años (n = 24) manifestaron que les gustó la barra. Solo el 2,4 % del total (n = 2) expresó desagrado, mientras que el 7,4 % (n = 6) mantuvo una respuesta indiferente.

En la Formulación 2, el 46,9 % de los niños de 8 años (n = 38) y el 27,1 % de los niños de 7 años (n = 22) manifestaron que les gustó la barra. El 25,9 % (n = 21) expresó una respuesta indiferente, y ningún escolar manifestó rechazo hacia esta formulación.

**Tabla 3.** Análisis microbiológico de las barras de cereales andinos enriquecidas con sangre bovina, elaboradas para población escolar, Lima, Perú

Ensayos	Análisis Microbiológico	
	Formulación 1 (18 % de sangre bovina)	Formulación 2 (24 % de sangre bovina)
N. de mohos (UFC/g)	< 10 estimado	< 10 estimado
N. de levaduras (UFC/g)	< 10 estimado	< 10 estimado
D. Salmonella sp. (en 25g)	Ausencia	Ausencia
N. de E. coli (NMP/g)	< 3	< 3
N. de Bacillus cereus (UFC/g)	< 10 <sup>2</sup>	< 10 <sup>2</sup>
N. de Clostridium perfringens (UFC/g)	< 10 estimado	< 10 estimado

**Tabla 4.** Aceptabilidad de las barras de cereales andinos enriquecidas con 18 % y 24 % de sangre bovina, según género, en población escolar de 7 y 8 años, Lima, Perú (n=81).

Valoración	Formulación 1		Formulación 2	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
Me gusta	51,8 %	38,3 %	43,2 %	30,9 %
No me gusta, ni me disgusta	3,7 %	3,7 %	14,8 %	11,1 %
No me gusta	2,5 %	0 %	0 %	0 %

**Tabla 5.** Aceptabilidad de las barras de cereales andinos enriquecidas con 18 % y 24 % de sangre bovina según edad, en población escolar de 7 y 8 años, Lima, Perú (n=81).

Valoración	Formulación 1		Formulación 2	
	7 años	8 años	7 años	8 años
Me gusta	29,6 %	60,5 %	27,1 %	46,9 %
No me gusta, ni me disgusta	3,7 %	3,7 %	7,4 %	18,5 %
No me gusta	1,2 %	1,2 %	0 %	0 %

## Análisis estadístico de aceptabilidad

Debido a la no normalidad de los datos, se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para la comparación de la aceptabilidad entre ambas formulaciones. El análisis mostró un estadístico  $Z = -2,5469$ , con un  $p$ -valor = 0,012 (v. Tabla 6).

Dado que el  $p$ -valor fue inferior al nivel de significancia del 5 %, se rechazó la hipótesis nula, observándose que existe diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad de ambas formulaciones. La formulación con mayor concentración de sangre bovina (24 %) presentó una mayor aceptabilidad global. Asimismo, el análisis evidenció que la edad y el sexo no influyeron significativamente en la aceptabilidad.

**Tabla 6.** Prueba de Wilcoxon para el nivel de aceptabilidad de las barras de cereales andinos enriquecidas con sangre bovina en población escolar, Lima, Perú (n = 81).

Estadístico	valor
Coficiente Wilcoxon	0,546
estadístico Z	-2,547
$p$ -valor	0,012

## DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio evidencian que ambas formulaciones de barras de cereales andinos enriquecidas con sangre bovina deshidratada presentaron una adecuada aceptabilidad sensorial en escolares, destacando la formulación con 24 % de sangre bovina por su mayor contenido de hierro total y mejor valoración global. Estos hallazgos confirman la viabilidad de incorporar sangre bovina como ingrediente funcional sin comprometer la aceptación del producto en población infantil.

En cuanto al aporte de hierro, la Formulación 1 alcanzó 15,0 mg/100 g y la Formulación 2, 19,6 mg/100 g, valores superiores a los reportados por Alvarado G. (2021), quien obtuvo 10,3 mg/100 g en una barra elaborada con trigo, maíz y kiwicha, utilizando 10 % de sangre de pollo.<sup>32</sup> Esta diferencia podría atribuirse tanto a la mayor proporción de fortificante como al uso de quinua, kiwicha y cañihua, cereales andinos que aportan hierro y otros micronutrientes, lo que contribuye al valor nutricional de la formulación. Cabe señalar que el hierro reportado corresponde a hierro total; sin embargo, debido a la incorporación de sangre bovina, las barras desarrolladas contienen una fracción relevante de hierro hemínico, cuya cuantificación diferenciada no fue realizada y constituye una limitación del estudio. Por su parte, Lázaro C. (2016) reportó un mayor contenido de hierro (26,65 mg/100 g) en una galleta con 30 % de harina de sangre bovina, aunque dicho producto incluía margarina y saborizantes, lo que podría afectar su perfil nutricional frente a una formulación a base de cereales andinos y miel.<sup>33</sup> De manera similar, Soliz F.<sup>11</sup> reportó 41,5 mg/kg de hierro en *cupcakes* elaborados con sangre bovina liofilizada; si bien la liofilización favorece la conservación de compuestos bioactivos, implica mayores costos y complejidad tecnológica. En contraste, el proceso de deshidratación empleado en el presente estudio resulta más simple y potencialmente más viable en contextos con recursos limitados, aunque podría presentar pérdidas de algunos nutrientes termolábiles.

En relación con el valor energético, las barras desarrolladas en este estudio, particularmente la Formulación 2, presentaron 286,6 kcal/100 g, valor inferior al reportado por Rosas C. (2019) para barritas de *chocochips* enriquecidas con sangre de pollo (390,18

kcal/100 g).<sup>34</sup> Si bien durante la etapa escolar se requiere un aporte energético adecuado para sostener el crecimiento y la actividad física, una densidad calórica excesiva puede asociarse, a largo plazo, con mayor riesgo de sobrepeso y obesidad. En este contexto, las barras formuladas combinan un elevado aporte de hierro con una densidad energética moderada, lo que representa una ventaja potencial desde la perspectiva de la salud pública infantil.<sup>35</sup>

En cuanto al contenido de carbohidratos, Bueno V. (2015) reportó 49,58 g/100 g en un bollo dulce enriquecido con sangre de pollo, formulado con azúcar blanca como principal edulcorante, mientras que las barras del presente estudio alcanzaron 56,8 g/100 g, empleando miel de abeja como fuente de dulzor.<sup>24</sup> Esta sustitución confiere un valor agregado nutricional, al evitar el uso de azúcares refinados en grandes cantidades y aportar micronutrientes y compuestos bioactivos. Respecto al contenido proteico, la Formulación 2 presentó 17,2 g/100 g, valor comparable al reportado por Morales C. (2020) en barras a base de cereales latinoamericanos (18,16 g/100 g).<sup>36</sup> Sin embargo, en el presente estudio, el aporte proteico se acompaña de hierro hemínico cuya biodisponibilidad puede alcanzar entre 20 y 25 % y verse favorecida por la presencia de vitamina A y ácidos orgánicos, componentes de la matriz alimentaria a base de cereales andinos y miel.<sup>37</sup> En conjunto, estos resultados sugieren que las barras desarrolladas no solo constituyen una fuente relevante de hierro, sino que presentan una matriz alimentaria potencialmente favorable para su absorción.

En cuanto al diseño de las formulaciones, el presente estudio se basó en la modificación exclusiva de las proporciones de sangre bovina y de los tres cereales andinos (quinua, kiwicha y cañihua), manteniendo una distribución equitativa entre estos últimos, lo que permitió una formulación simple y nutricionalmente equilibrada. En contraste, Fernández E. y Huamán C. emplearon formulaciones más complejas, con variaciones desiguales de harina de cañihua y miel, e incrementos del endulzante de hasta 40 % para enmascarar el sabor de la sangre bovina, logrando mayor aceptabilidad con 15 % de sangre y 22,4 mg/100 g de hierro.<sup>26</sup> A pesar de trabajar con solo dos formulaciones, en el presente estudio se alcanzaron niveles de aceptabilidad comparables, con contenidos de hierro cercanos, lo que sugiere que es posible obtener una adecuada aceptación sensorial mediante formulaciones más simples, con menor número de ingredientes y menor manipulación del sabor, sin comprometer el perfil nutricional.

Mendoza C. y Ramos G.<sup>23</sup> emplearon harina de sangre de pollo en *cakes* y *chifones* (5-15 %), incorporando diversos ingredientes y aditivos para mejorar el color, sabor y textura del producto. En contraste, el presente estudio utilizó una formulación más simple, basada en cereales andinos, sangre bovina deshidratada y miel, logrando niveles de aceptabilidad sensorial comparables. Además de su aporte de hierro, la sangre deshidratada contribuyó a la textura y apariencia tipo *chips* de la barra, lo que podría haber favorecido su aceptación por parte de los escolares.

Desde el punto de vista estadístico, la prueba de Wilcoxon evidenció una diferencia significativa en la aceptabilidad global entre ambas formulaciones ( $p = 0,012$ ), siendo la formulación con 24 % de sangre bovina la mejor valorada. Este resultado concuerda con lo reportado por Fernández E. y Huamán C., quienes observaron diferencias significativas en la aceptabilidad de barras de cereales enriquecidas con hierro; con todo, en su estudio, la formulación con mayor concentración de hierro no fue necesariamente la más aceptada, pese a presentar una diferencia cercana (2,8 mg/100 g) a la observada en el presente trabajo.<sup>26</sup> En contraste, Adrianzén O. *et al.* no encontraron diferencias significativas en la aceptabilidad de barras elaboradas con quinua y cañihua, lo que fue atribuido a un tamaño muestral reducido

y al uso de proporciones elevadas de cañihua.<sup>38</sup> En el presente estudio, la evaluación en una muestra mayor de escolares y el uso de una proporción moderada de cañihua podrían haber contribuido a una mejor discriminación sensorial y a la mayor aceptación de la formulación con mayor contenido de hierro.

En términos de inocuidad, las barras cumplieron con los criterios microbiológicos establecidos por la normativa sanitaria vigente,<sup>27</sup> lo que confirma la factibilidad de su producción segura bajo condiciones adecuadas de Buenas Prácticas de Manufactura.

Entre las principales fortalezas del estudio destacan el uso de insumos andinos de alto valor nutricional, la incorporación de una fuente de hierro de alta biodisponibilidad y la evaluación directa de la aceptabilidad en la población objetivo. No obstante, deben considerarse algunas limitaciones, como el muestreo no probabilístico, la evaluación en un único contexto escolar y la imposibilidad de diferenciar entre hierro hemínico y no hemínico en el análisis de laboratorio.

Futuras investigaciones deberían evaluar el impacto del consumo regular de estas barras sobre indicadores bioquímicos del estado del hierro, incorporar análisis de costo-efectividad y ampliar la evaluación a distintos contextos educativos, con el fin de fortalecer la evidencia para su implementación a mayor escala.

## CONCLUSIONES

La barra de cereales andinos enriquecida con 24 % de sangre bovina deshidratada presentó la mejor aceptabilidad sensorial y el mayor aporte de hierro total, manteniendo un perfil energético moderado y cumpliendo con los criterios de inocuidad sanitaria. Estos resultados respaldan su potencial como alimento funcional complementario para la prevención de la anemia en población escolar.

**Financiamiento:** Autofinanciado por el investigador.

**Conflictos de interés:** El autor declara no presentar ningún conflicto de intereses.

**Contribuciones de autoría:** ELC, FMT y DGZ trabajaron la concepción y diseño del estudio, recolección de datos, análisis e interpretación de resultados, redacción del manuscrito y revisión crítica del manuscrito hasta el envío a la publicación.

El presente estudio forma parte de la tesis: León Cárdenas E, Meza Taboada F. *Formulación y aceptabilidad de una barra de granos andinos enriquecida con sangre bovina para niños en edad escolar de Villa El Salvador* [tesis de grado]. Lima: Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Científica del Sur; 2023.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Organización Mundial de la Salud. Las nuevas orientaciones de la OMS ayudan a detectar la carencia de hierro y a proteger el desarrollo cerebral [Internet]. Ginebra: OMS; 2020. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/20-04-2020-who-guidance-helps-detect-iron-deficiency-and-protect-brain-development>
- Ministerio de Salud. ¿Qué es la anemia? [Internet]. Perú. 2024 [Consultado el 18 de diciembre de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/21573-que-es-la-anemia>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Perú: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2020. Lima: INEI; 2021. Disponible en: [https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2020/INFORME\\_PRINCIPAL\\_2020/INFORME\\_PRINCIPAL\\_ENDES\\_2020.pdf](https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2020/INFORME_PRINCIPAL_2020/INFORME_PRINCIPAL_ENDES_2020.pdf)
- Instituto Nacional de Salud (INS). Informe Gerencial SIEN HIS 2020: Estado nutricional de niños y gestantes que acceden a establecimientos de salud [Internet]. Lima: INS; 2020. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/ins/informes-publicaciones/4201348-informe-gerencial-sien-his-2020>
- Milman N. Fisiopatología e impacto de la deficiencia de hierro y la anemia en las mujeres gestantes y en los recién nacidos/infantes. *Rev Peru Ginecol y Obstet.* 2012;58(4):293–312. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2304-51322012000400009&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-51322012000400009&nrm=iso)
- Guzmán Llanos MJ, Guzmán Zamudio JL, Llanos de los Reyes-García MJ. Significado de la anemia en las diferentes etapas de la vida. *Enferm Glob* [Internet]. 2016;15(43):407–18. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1695-61412016000300015](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412016000300015)
- Aixalá MT. Anemia microcítica-hipocrómica: anemia ferropénica versus  $\beta$  talasemia menor. *Acta Bioquím Clín Latinoam.* 2017;51(3):291-305. Disponible en: [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-29572017000300004](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572017000300004)
- Chaparro CM, Suchdev PS. Anemia epidemiology, pathophysiology, and etiology in low- and middle-income countries. *Ann N Y Acad Sci.* 2019;1450(1):15-31. doi: 10.1111/nyas.14092
- Sociedad Argentina de Pediatría. Deficiencia de hierro y anemia ferropénica: guía para su prevención, diagnóstico y tratamiento. Resumen ejecutivo. *Arch Argent Pediatr.* 2017;115(4):406-408. Disponible en: [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-00752017000400032&lng=es](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752017000400032&lng=es)
- Charavía MC, Mazo EM. Anemias carenciales y anemia de los trastornos crónicos. *Med - Programa Form Médica Contin Acreditado* [Internet]. 2020;13(21):1191–1200. doi: 10.1016/j.med.2020.11.012.

11. Soliz F. Elaboración y evaluación de un producto alimenticio fortificado con Hierro a base de sangre de origen Bovino deshidratada por el método de liofilización y secador de bandejas. [internet]. Ecuador. Disponible en: <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3702>
12. Ministerio de Salud (MINSA). Resolución Ministerial N.º 251-2024-MINSA: Aprueban la Norma Técnica de Salud N.º 213-MINSA/DGIESP-2024, Prevención y control de la anemia por deficiencia de hierro en el niño y la niña, adolescentes, mujeres en edad fértil, gestantes y púerperas [Internet]. Lima: MINSA; 2024. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/5440166-251-2024-minsa>
13. Donato H, Rapetti MC, Morán L, Cavo M. Comparación entre hierro polimaltosa y sulfato ferroso para el tratamiento de la anemia ferropénica: estudio prospectivo aleatorizado. Arch Argent Pediatr [Internet]. 2007;105(6):491–497. Disponible en: <https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2007/v105n6a04.pdf>
14. Instituto Nacional de Salud. Eficacia y seguridad del hierro polimaltosado para la prevención y tratamiento de anemia infantil (versión) 2. Lima: Unidad de Análisis y Generación de Evidencias en Salud Pública. Instituto Nacional de Salud. 2019. Serie Evaluación de Tecnología Sanitaria Rápida N.º 11-2019. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/11/1129790/ets-11-2019-hierro-polimaltosado.pdf>
15. Bonilla-Untiveros BC, Rivero Cárdenas B. Eficacia y seguridad del hierro polimaltosado para gestantes con anemia: revisión sistemática y metaanálisis [Internet]. Lima: Universidad Privada Norbert Wiener; 2022. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13053/6766>
16. Latham MC. Nutrición humana en el mundo en desarrollo [Internet]. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); 2001. Disponible en: <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s00.htm>
17. National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. Iron-Datos en español [Internet]. Bethesda (MD): NIH; 2022. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Iron-DatosEnEspañol.pdf>
18. Reyes-García MM, Gómez-Sánchez Prieto VI, Espinoza-Barrientos CM. Tablas peruanas de composición de alimentos [Internet]. Lima: Instituto Nacional de Salud; 2023. Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/items/945f2705-5700-4561-9281-974adb816604>
19. Fairlie Reinoso A. La quinua en el Perú: cadena exportadora y políticas de gestión ambiental [Internet]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables (INTE-PUCP); 2016 [citado 30 dic 2025]. Disponible en: <https://repositorio.pucp.edu.pe/items/647e9e4b-78e8-4274-ace5-ae251fb03d39>
20. Martínez A, Millan MC, Rodríguez NM, Millan F, Montserrat-de la Paz S. Nutraceutical value of kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.). J Funct Foods. 2020;65:103735. doi: 10.1016/j.jff.2019.103735
21. Avilés Pérez HA, Matos Chamorro RA. Análisis comparativo de la calidad fisicoquímica, microbiológica y organoléptica de la miel de abeja (*Apis mellifera*) producida en diferentes regiones de Perú. Rev Invest Univ. 2015 Jul 16;1(1):5-11. URL: <https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/riiu/article/view/682>
22. Del Sol M, Sandoval C, Schencke C, Vásquez B. El rol de la Miel en los Procesos Morfofisiológicos de Reparación de Heridas. Int J Morphol. 2016;34(1):385–95. doi:10.4067/S0717-95022016000100056.
23. Mendoza C, Ramos G. Aplicación de extracto de stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) y harina de sangre de pollo (*Gallus domesticus*) en la elaboración de cakes y chifones de chocolate. [internet] 2021. Perú. Tesis. Disponible en: <https://repositorio.unac.edu.pe/item/9c9dc49e-41ae-491c-9292-37c05b1290e1>
24. Bueno V. Elaboración, calidad nutritiva de un bollo dulce relleno con sangre de pollo y su aceptabilidad en preescolares. [Internet]. 2015. Perú. Tesis. disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/2c2a927f-fad1-46f9-97f6-4e34640a8c31>
25. Isaza-Rengifo JM. Producción y propiedades funcionales del plasma bovino. Rev Colomb Cienc Pecu 2010; 23:199-206. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902010000200009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902010000200009).
26. Fernández E., Huaman C. Calidad nutritiva y aceptabilidad de la barra de cereales andinos enriquecida con harina de sangre bovina en preescolares de una Institución Educativa – Arequipa 2017 [internet]. Perú. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4674/Nufeteem.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
27. Otzen Tamara, Manterola Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int. J. Morphol. 2017; 35(1): 227-232. doi:10.4067/S0717-95022017000100037.
28. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Ministerio de Salud de la República del Perú [Internet]. 2008;26. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2015/07/CRITERIOS-MICROBIOLOGICOS-RM-591-2008-MINSA.pdf>
29. Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LEÑA) y del Laboratorio de Evaluación Biológica de Alimentos (LEBA). Disponible en: [http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/labananut/Paginawebblab\\_.htm](http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/labananut/Paginawebblab_.htm)
30. Da Cunha Diogo Thimoteo, Assunção Botelho Raquel Braz, Ribeiro de Brito Rafaela, et al. Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica. Rev. chil. nutr. 2013;40(4):357-363. doi:10.4067/S0717-75182013000400005
31. Reyes Puerto EA, Blandón Navarro SL, Rojas Zambrana SA. Evaluación de las características microbiológicas, sensoriales y fisicoquímicas de cuatro productos a base de cereales. Revista Ciencia y Tecnología El Higo. 2020;10(2): 97–110. doi:10.5377/elhigo.v10i2.10556
32. Alvarado G. Elaboración de una barra nutritiva enriquecida con sangre de pollo (*Gallus domesticus*) deshidratada. [internet] Perú. 2021. Tesis. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/10d067d8-935e-4efa-8a2f-cef859beb91d>
33. Lazaro Ramos C, Ali. Evaluación de la aceptabilidad de galletas nutricionales fortificadas a partir de harina de sangre bovina para escolares de nivel primario que padecen anemia ferropénica [Tesis de pregrado para optar el título profesional de: licenciada en nutrición humana]. Arequipa (Perú): Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de Procesos, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias; 2017.

34. Rosas Choo CB. Aceptabilidad y contenido de hierro en barritas de chocochips de sangrecita con semillas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) y linaza (*Linum usitatissimum*) [tesis de maestría para optar el grado académico de maestro en ciencias de los alimentos]. Huacho (Perú): Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Escuela de Posgrado; 2019.
35. Cabezas-Zabala CC, Hernández-Torres BC, Vargas-Zárate M. Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura. *Rev. Fac. Med.* 2016;64(2):319-29. doi: 10.15446/revfacmed.v64n2.52143.
36. Morales Barrios CE. Composición nutricional y caracterización de barras de cereal proteicas a base de alimentos oriundos de las regiones a nivel Latinoamericano [Tesis de pregrado para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial]. Piura (Perú): Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Universidad Cesar Vallejo; 2020.
37. Perú (Instituto Tecnológico de la Producción). Elaboran Iron-Bebé, papilla a base de hierro hemínico para combatir la anemia infantil [Internet]. 2025 Mar 5 [citado 12 nov 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/itp/noticias/686067-elaboran-iron-bebe-papilla-a-base-de-hierro-heminico-para-combatir-la-anemia-infantil>
38. Adrianzén Guerrero OD, Julca Neira A, Quiñones Huatangari L, Yalta Meza JR. Barras de cereales a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y hierro hemínico. *Revista Científica Pakamuros.* 2023;10(1):106-119. doi: <https://doi.org/10.37787/xp1anq08>