

ARTÍCULO ORIGINAL

Evaluación bromatológica, microbiológica y de la efectividad de gomitas fortificadas con extracto de hortalizas y harina de sangre bovina

Bromatological, microbiological, and effectiveness evaluation of gummies fortified with vegetable extract and bovine blood meal

Díaz, M.¹ , Martínez, D.² , Gallegos, L.³ , Ventura, M.⁴ , Diaz, F.⁵  y Flores, F.⁶ 

RESUMEN

La anemia infantil por deficiencia de hierro continúa siendo un problema de salud pública, especialmente en zonas rurales del Perú. Este estudio evaluó la composición bromatológica, fisicoquímica, microbiológica y la eficiencia de gomitas fortificadas con extracto de zanahoria (M1), remolacha (M2) y harina de sangre bovina. Se trabajó con una muestra de 20 niños en edad escolar del distrito de Los Morochucos (previo consentimiento por escrito de los padres de familia), distribuidos en dos grupos: uno para M1 y otro para M2. Ambas formulaciones presentaron niveles adecuados de humedad, potasio, hierro y nitrógeno, así como concentraciones bajas de cobre, arsénico y plomo. Además, los análisis microbiológicos confirmaron que las gomitas eran inocuas y aptas para el consumo. En cuanto a la eficiencia, la formulación M2 mostró mejores resultados, elevando los niveles de hemoglobina de 12.12 a 12.63 g/dL, efecto relacionado con la sinergia entre el hierro y compuestos presentes en la remolacha que favorecen su absorción. En contraste, las gomitas elaboradas con extracto de zanahoria no evidenciaron cambios significativos, posiblemente debido al bajo cumplimiento de consumirlas junto con una bebida cítrica, lo cual afectó la biodisponibilidad del hierro. En conjunto, los resultados indican que es viable incorporar gomitas fortificadas con extractos vegetales y harina de sangre bovina en la dieta de niños vulnerables a la anemia.

Palabras clave: anemia infantil; comunidad campesina; deficiencia de hierro, alimento funcional, escolaridad.

ABSTRACT

Iron deficiency anemia in children continues to be a public health problem, especially in rural areas of Peru. This study evaluated the bromatological, physicochemical, and microbiological composition and efficiency of gummies fortified with carrot extract (M1), beet extract (M2), and bovine blood meal. A sample of 20 school-age children from the district of Los Morochucos (with prior written consent from their parents) was divided into two groups: one for M1 and the other for M2. Both formulations had adequate levels of moisture, potassium, iron, and nitrogen, as well as low concentrations of copper, arsenic, and lead. In addition, microbiological analyses confirmed that the gummies were safe and suitable for consumption. In terms of efficiency, the M2 formulation showed better results, raising hemoglobin levels from 12.12 to 12.63 g/dL, an effect related to the synergy between iron and compounds present in beets that promote its absorption. In contrast, the gummies made with carrot extract showed no significant changes, possibly due to low compliance with consuming them together with a citrus drink, which affected the bioavailability of iron. Overall, the results indicate that it is feasible to incorporate gummies fortified with plant extracts and bovine blood meal into the diet of children vulnerable to anemia.

Keywords: childhood anemia; rural community; iron deficiency; functional food; schooling.

* Autor para correspondencia

¹ Instituto de Educación Superior Tecnológico Público "Los Morochucos", Fé y Alegría N° 60, Perú .Email: marianeladiazllocclla@gmail.com, donamartinezcaceresgmai.com, gabygallegostalaverano@gmail.com, miguel.ventura.30@unsch.edu.pe, fadicru@gmail.com, fanyfg30@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La anemia infantil incluso en estos últimos años es uno de los principales problemas de salud pública del Perú, con énfasis en las regiones altoandinas (Colegio Médico del Perú, 2023). En el 2023, el 43.1% de los niños de 6 a 35 meses presentaba anemia con cifras alarmantes en regiones como Puno (70.4%) y Ucayali (59.4%) según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (INEI, 2023). Este panorama es el resultado de un contexto más amplio ligado a problemas como la malnutrición infantil, disminución progresiva de la lactancia materna exclusiva y a los pocos avances a nivel de políticas públicas orientadas a combatir la desnutrición crónica y anemia infantil (UNICEF, 2021).

La anemia tiene múltiples factores que la desencadenan, pero el más relevante y motivo de preocupación es la baja ingesta de hierro y otros micronutrientes, todo esto como consecuencia de una dieta monótona, de bajo valor nutricional y la inseguridad alimentaria que atraviesan muchas familias de las zonas rurales del Perú (WHO, 2025; Pillaca y Villanueva, 2015). En un intento de solucionar esta problemática el gobierno peruano lanzó el Plan Nacional para la Reducción de la Anemia Infantil, que un inicio solo se había proyectado hasta el 2021 pero luego se amplió hasta el 2030, el principal objetivo de este plan era reducir la prevalencia de la anemia al 19%, mediante estrategias como el tamizaje sistemático, suplementación con hierro y el fortalecimiento de conocimientos en educación y vigilancia nutricional (MINSA, 2024).

A pesar de los esfuerzos desplegados con la implementación de este Plan Nacional, el impacto conseguido en zonas rurales como el distrito de Los Morochucos en la provincia de Cangallo, región Ayacucho han sido limitados. Este distrito se sitúa a 3300 msnm, enfrenta condiciones geográficas y socioeconómicas desafiantes y entre el 30.5 y 61.5% de sus hogares se encuentran en condición de pobreza, esto hace que el distrito esté ubicado en el quintil 2 que implica que el distrito presenta un alto nivel de carencias de servicios básicos como la alimentación, educación, vivienda y salud (MIDIS, 2024; INEI, 2018). La población de este distrito tiene como idioma predominante el Quechua, con una población económicamente activa que se dedican a actividades agropecuarias y con baja inserción en otros sectores productivos (Espinosa, 2009; Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2022). Los centros poblados de este distrito además tienen un acceso limitado a alimentos ricos en hierro, agua de calidad y servicios de salud, lo cual hace que los niños y adolescentes sean más vulnerables a padecer anemia (Pillaca y Villanueva, 2015; Alarcón, 2020).

Bajo esa realidad que atraviesa el distrito Los Morochucos, surge la necesidad de desarrollar alimentos funcionales innovadores y accesibles, que sean aceptados por el público y nutricionalmente efectivos. Diversas investigaciones demuestran el impacto positivo de suplementos alimenticios masticables enriquecidos con hierro en la reducción de la anemia infantil y de mujeres jóvenes. Xiao et al. (2024) realizaron un ensayo con mujeres jóvenes que presentaban anemia ferropénica moderada, a las cuales se les administró gomitas fortificadas con hierro por 8 semanas. Los resultados mostraron mejoras en los niveles de hemoglobina del 80% de las participantes. Además, se observaron beneficios adicionales como la mejora en la calidad del sueño, piel más hidratada, disminución de dolores de cabeza menstruales y un incremento en su concentración y energía. Sari et al. (2001) evaluaron la eficacia de caramelos fortificados con hierro para prevenir la anemia en niños entre 4 y 6 años en Yakarta. Luego de 12 semanas de que los niños recibieran los caramelos fortificados, se observó un incremento promedio de 10,2 g/L en los valores de hemoglobina y la prevalencia de la anemia se redujo de 50.9% a 8.8%. Athé et al. (2013) también pudieron comprobar que el consumo de alimentos fortificados con hierro mejora los niveles de hemoglobina tras una revisión sistemática de 18 ensayos que incluyeron a más de 5100 niños menores de 10 años.

Las gomitas fortificadas tienen múltiples ventajas como una mayor probabilidad de ser aceptadas por los niños, permiten la incorporación de micronutrientes de forma segura y se pueden elaborar a base de ingredientes de la zona. En ese sentido, se consideró que era una buena alternativa la elaboración de gomitas funcionales a base de zanahoria (*Daucus carota*) y, remolacha (*Beta vulgaris*), que son ricas en compuestos antioxidantes, vitaminas y minerales (Prosad et al., 2023). Además, de incorporar harina de sangre bovina, ya que es una fuente de hierro hemínico con alta biodisponibilidad (Di Foggia et al., 2020). Se espera que con el uso de ingredientes locales se dinamice la economía del productor local y se fomente la participación de la comunidad. En ese sentido el objetivo general de este estudio fue evaluar la calidad bromatológica, microbiológica y la efectividad clínico nutricional de gomitas fortificadas con extracto de hortalizas y harina de sangre bovina.

MATERIALES Y MÉTODOS

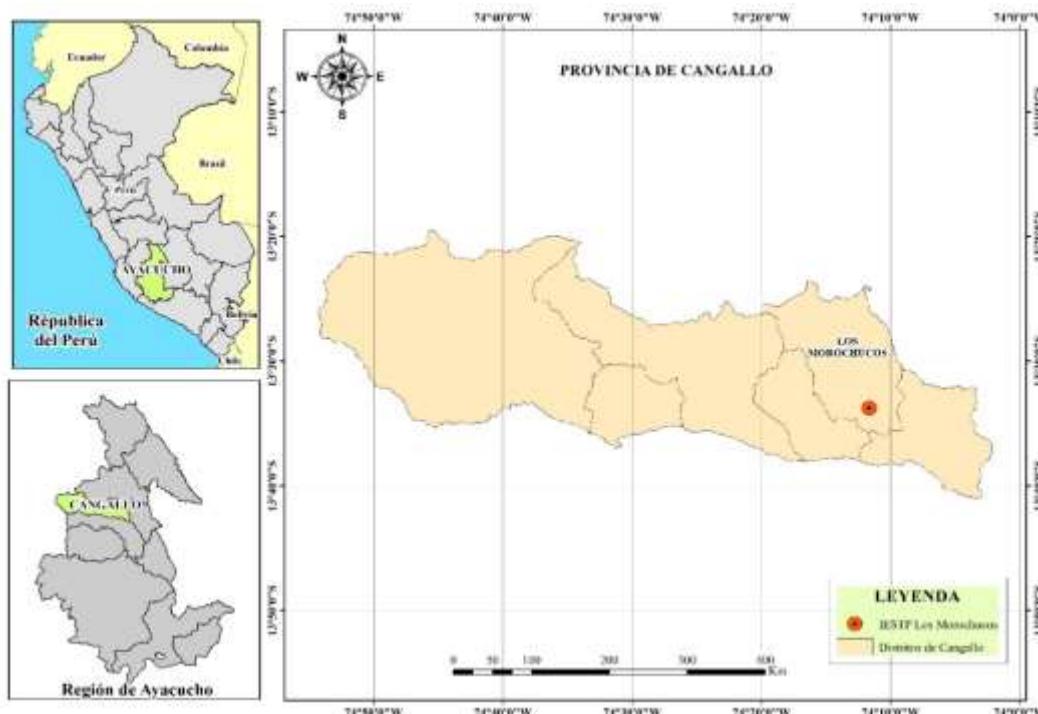
Lugar de ejecución

El estudio fue desarrollado en el taller del módulo de tecnología de frutas, hortalizas y azúcares de la carrera de Industrias Alimentarias del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Los Morochucos”, Fé y Alegría N° 60, ubicado en el barrio Coraspampa S/N, distrito de

Los Morochucos, provincia de Cangallo, región Ayacucho, Perú (Figura 1). La investigación se desarrolló entre julio y noviembre del 2024.

Figura 1

Localización del montaje experimental.



Nota. La figura muestra la localización geográfica del montaje experimental en el distrito de los Morochucos, provincia de Cangallo, región Ayacucho, Perú. Elaboración propia.

Formulación y elaboración de gomitas fortificadas

A partir de un estudio previo de aceptación sensorial de gomitas fortificadas con harina de sangre bovina y extractos vegetales de zanahoria, espinaca y remolacha, se seleccionó los dos mejores tratamientos teniendo en cuenta la mayor aceptabilidad y mayor aporte de hierro (Díaz-Lloclla, 2023). Las formulaciones estandarizadas de los tratamientos seleccionados y con las cuales se trabajó se detallan en la tabla 1.

Tabla 1

Formulaciones estandarizadas para la elaboración de gomitas fortificadas

Tratamiento	Cantidad de extracto (ml)	Azúcar (g)	Ácido cítrico (g)	Glucosa (g)	Gelificante (g)	Harina de sangre bovina (g)
M1(zanahoria)	300	120	6	80	55	1
M2 (remolacha)	300	120	6	80	50	1.5

Nota. Formulaciones utilizadas en el proceso experimental. Elaboración propia.

El proceso de elaboración de las gomitas fortificadas tuvo las siguientes etapas de acuerdo a la metodología de Díaz-Llocolla (2023):

- a) **Recepción.** Este proceso consistió en la recepción de los insumos (hortalizas, harina de sangre, glucosa, azúcar, ácido cítrico y gelificante), verificar su integridad y procedencia y fecha de caducidad.
- b) **Extracción.** Consistió en extraer el extracto de la zanahoria y la remolacha, se realizó en un extractor doméstico marca Oster.
- c) **Pesado.** Se procedió a pesar las materias primas e insumos empleando una balanza de precisión 0.0001 g (modelo ABS 200®) de acuerdo a la formulación de cada una de las muestras.
- d) **Dilución.** Se diluyó cada una de las muestras por separado.
- e) **Mezcla 1.** Consistió en hidratar el colapiz con 250 ml del extracto vegetal de zanahoria o remolacha, todo esto a temperatura ambiente.
- f) **Mezcla 2.** Para esta mezcla se disolvió el azúcar, ácido cítrico, los 50 ml de extracto vegetal sobrantes y la harina de sangre bovina. Esta se calentó en fuego lento hasta alcanzar los 103°C y se dejó por un tiempo de 5 minutos. La temperatura se monitoreo con un termómetro digital.
- g) **Concentrado.** Este proceso implica la unión de las mezclas 1 y 2. Al alcanzar los 103°C y luego de 5 minutos, se combinan ambas mezclas y se incorpora la glucosa y se deja hervir por aproximadamente 3 minutos.
- h) **Moldeado.** La mezcla homogénea resultante del proceso anterior se vertió en moldes de silicona previamente desinfectados y se pusieron a refrigerar por 5 minutos.
- i) **Desmoldado.** Una vez transcurrido el tiempo de refrigeración se sacó los moldes del refrigerados y se dejó a temperatura ambiente por 10 minutos antes de desmoldar.
- j) **Envasado y etiquetado.** Las gomitas desmoldadas se envasaron en bolsas de polipropileno, se sellaron y etiquetaron para su posterior análisis de laboratorio.

Para asegurar condiciones de inocuidad en cada una de las etapas se trabajó en mesas de trabajo de acero inoxidable y utensilios de este mismo material correctamente desinfectados. En total se obtuvieron 135 gomitas por lote de producción para cada una de los formulados.

Evaluación bromatológica y microbiológica

Para ambas muestras M1Z (zanahoria) y M2R (remolacha) los análisis se realizaron en el Laboratorio Agroindustrial del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial Ica, con certificación ISO 9001 y acreditado según el ISO 17025 INACAL. Las metodologías empleadas para cada uno de los análisis se presentan en la tabla 2:

Tabla 2

Análisis bromatológicos, microbiológicos y metodologías empleadas

Tipo de análisis	Parámetro	Unidad de medida	Método
Bromatológicos	Humedad	%	Termogravimetría
	Nitrógeno	%	Kjeldahl
	Sodio	ppm	Especrofotometría
			UV-VIS
	Hierro	ppm	Especrofotometría de absorción atómica
	Calcio	ppm	Especrofotometría de absorción atómica
	Manganese	ppm	Especrofotometría de absorción atómica
	Potasio	ppm	Especrofotometría de absorción atómica
	Zinc	ppm	Especrofotometría de absorción atómica
Microbiológicos	Cobre	ppm	Especrofotometría de absorción atómica
	Arsénico	ppm	Especrofotometría de absorción atómica
	Plomo	ppm	Especrofotometría de absorción atómica
	Recuento de aerobios mesófilos	UFC/g	ICMSF. Edit. Acribia 2000. 2 ^a ed. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos: Métodos de recuento en placa- Método 1.
	Recuento de coliformes totales	NMP/g	AOAC (2012) Método oficial 991.14
	Recuento de <i>E. coli</i>	UFC/g	AOAC (2012) Método oficial 991.14
	Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> en alimentos	UFC/g	ISO 6888-1: 2021/Amd 1: 2023

Nota. UFC (Unidades Formadoras de Colonias).

Evaluación de efectividad anti-anémica de las gomitas fortificadas en niños en edad escolar

Para esta etapa se trabajó con niños de 6 y 7 años de la Institución Educativa N° 38132: “Los Morochucos”. Como parte de los principios éticos que rigen la investigación, previo al inicio de esta fase se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los padres o tutores legales de los niños que participarían en el estudio. Aunque no se contó con aprobación ética de un comité de ética institucional, se respetó principios básicos como la participación voluntaria, confidencialidad y bienestar físico y emocional de los menores participantes.

Se trabajó con dos grupos de 10 niños cada uno. A uno de los grupos se le administró las gomitas con extracto de zanahoria y al otro grupo las gomitas con extracto de remolacha. La evaluación tuvo una duración de 11 semanas, durante las cuales se administró de forma diaria 3 gomitas (aproximadamente 25 g) a cada participante durante su horario de refrigerio a las 10:00 de la mañana. Para poder evaluar el efecto del consumo de gomitas sobre los niveles de hemoglobina, se realizaron mediciones antes y después de la intervención. El primer análisis de hemoglobina se realizó el 17 de setiembre de 2024 antes de iniciado el consumo de gomitas y el segundo análisis se realizó el 17 de noviembre de 2024 luego de haber concluido la dotación de gomitas. Para ello, se extrajeron muestras de sangre capilar por el método de punción digital, esta estuvo a cargo de personal de salud debidamente calificado del Centro de Salud de Pampa Cangallo y se empleó un hemoglobinómetro portátil previamente calibrado.

Análisis de datos

Se realizaron análisis de los principales estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) de los dos grupos de niños en los que se probó la efectividad de las gomitas fortificadas. Además, para comparar los niveles de hemoglobina pre y post intervención del consumo de las gomitas y ver si existen diferencias significativas se empleó la prueba T de Student para muestras pareadas. Para conocer si existían diferencias estadísticas entre ambos grupos evaluados se aplicó la prueba estadística T de Student para muestras independientes. Todo se trabajó con un 95% de confianza en el software estadístico InfoStat 2018 p (Di Rienzo et al., 2009).

RESULTADOS

Evaluación bromatológica y microbiológica de gomitas fortificadas

En la figura 2 se aprecian las gomitas fortificadas con extractos vegetales y harina de sangre bovina. Las gomitas de zanahoria (figura 2A) presentó una tonalidad naranja, una superficie

ligeramente opaca con pequeñas partículas visibles, posiblemente restos del extracto vegetal. Por otro lado, las gomitas de remolacha (figura 2B) presentaron un color morado oscuro con una superficie brillante.

Figura 2

*Apariencia de las gomitas fortificadas elaboradas a base de extractos vegetales y harina de sangre bovina. Gomitas formuladas con extracto de zanahoria (*Daucus carota*) (A) y Gomitas elaboradas con extracto de remolacha (*Beta vulgaris*) (B).*



En la tabla 3, se aprecia los resultados de laboratorio obtenidos para las dos formulaciones de gomitas fortificadas. En cuanto al contenido de humedad, nitrógeno, sodio, calcio, potasio y zinc las concentraciones más altas se registraron para las gomitas de remolacha. Para minerales como el hierro se registraron valores similares para ambas gomitas.

Respecto a metales pesados como el arsénico y plomo no se detectaron en ninguna de las muestras, indicando que son productos seguros para el consumo. En cuanto a los resultados microbiológicos, no se detectaron coliformes fecales, *E. coli* o *Staphylococcus aureus* para ninguna de las muestras.

Tabla 3

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de gomitas fortificadas

Parámetros	M1 (Zanahoria)	M2 (remolacha)
Humedad (%)	23.77	29.49
Nitrógeno (%)	1.89	2.19
Sodio (ppm)	139.79	169.81
Hierro (ppm)	7.78	7.89
Calcio (ppm)	136.25	133.73
Manganese (ppm)	<0.002	<0.02
Potasio (ppm)	325.12	828.93
Zinc (ppm)	0.25	0.74
Cobre (ppm)	<0.002	<0.02

Arsénico (ppm)	<0.5	<0.5
Plomo (ppm)	<0.5	<0.5
Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	4 x 10 ⁵	<10 estimado
Recuento de Coliformes totales (NMP/g)	<3 estimado	<3 estimado
Recuento de <i>E. coli</i> (UFC/g)	<10 estimado	<10 estimado
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> en alimentos (UFC/g)	<10 estimado	<10 estimado

Fuente: resultados de análisis de laboratorio.

Efectividad anti-anémica de las gomitas fortificadas en niños en edad escolar

En la tabla 4 y figura 3, se observa que los valores iniciales de hemoglobina fueron similares para ambos grupos. Después de transcurrido 11 semanas de consumo diario de las gomitas, el valor de hemoglobina del grupo que consumió las gomitas fortificadas con zanahoria no evidenció diferencias significativas respecto al valor inicial, mientras que, en el grupo que consumió las gomitas fortificadas con remolacha si presentan diferencias significativas respecto al valor inicial.

Tabla 4

Valores de hemoglobina justada antes y después de la dotación de gomitas fortificadas, para niños entre 6 y 7 años

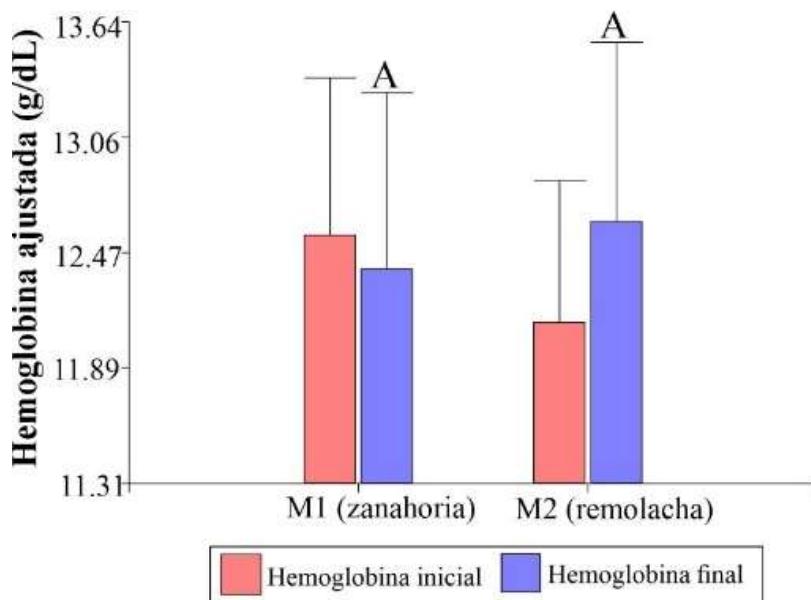
Variables	M1 (Zanahoria) n=10	M2 (remolacha) n=10
Hemoglobina antes (g/dL)	12.56 ± 0.80 ns	12.12 ± 0.72 b
Hemoglobina después (g/dL)	12.39 ± 0.89 ns	12.63 ± 0.91 a

Nota. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas, ns: sin diferencia significativa, según la prueba T para muestras pareadas ($p<0.05$).

Figura 3

Hemoglobina ajustada (g/dL) antes y después del consumo de gomitas fortificadas en escolares de Los Morochucos. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas entre las gomitas de zanahoria y remolacha después de su consumo.

Prueba T de Student para muestras independientes ($p<0.05$).



En la figura 3 se observa que al finalizar el estudio no se encontraron diferencias estadísticas entre los grupos para el valor de hemoglobina final según la prueba T de Student ($p<0.05$).

DISCUSIÓN

Las diferencias de color y apariencia general presentadas entre las gomitas fortificadas de zanahoria y remolacha estarían asociadas a los pigmentos naturales de los extractos vegetales, como los α y β carotenos en la zanahoria (Li et al., 2021) y betacianinas y betaxantinas en la remolacha (Varshney y Mishra, 2022), y, además, la solubilidad y comportamiento térmico de los compuestos durante la gelificación de las gomitas.

Los análisis evidenciaron que las muestras de gomitas formuladas con extracto de remolacha presentan mayor humedad y porcentaje de nitrógeno, lo cual es atribuible a la composición bioquímica de la remolacha, ya que es una verdura rica en azúcares, aminoácidos y agua en estructuras como sus raíces, propiedades que lo hacen un alimento útil para múltiples aplicaciones alimenticias (Punia et al., 2023; Ceclu y Oana-Viorela, 2020).

En cuanto a las concentraciones de hierro ambas formulaciones de gomitas tuvieron valores similares, estos resultados son superiores a los obtenidos por Ligarda-Samanez et al. (2025) para gomitas de Passiflora tarminiana fortificadas con sangre de cuy en la cual obtuvieron valores de 1.96 ppm. Las diferencias observadas pueden estar asociadas a los diferentes insumos empleados y a la procedencia de la sangre animal (Silva Chiroque et al., 2023).

Los altos contenidos de potasio encontrados en las gomitas fortificadas con remolacha es algo importante de destacar ya que, este macromineral es clave para mantener la función celular, excitabilidad de los nervios y músculos y regular el pH corporal (Toft et al., 2023).

Los parámetros microbiológicos de ambas formulaciones de gomitas indican que cumplen los estándares de inocuidad para productos destinados al consumo humano, ya que los recuentos de coliformes, *E. coli* y *S. aureus* estuvieron por debajo de los límites de detección. Esto puede deberse en parte a los bajos porcentajes de humedad registrados y a compuestos como betalaínas y polifenoles presentes en la remolacha que le confieren una actividad antimicrobiana alta contra bacterias y hongos (Fernandez et al., 2020) y a los carotenoides, poliacetilenos y ácidos grasos apolares presentes en la zanahoria que le confieren una actividad antimicrobiana moderada (Sabahi et al., 2024).

Los niveles de hemoglobina antes y después del consumo de las gomitas fortificadas fue diferenciado. Los participantes del grupo 2 tuvieron un incremento de sus niveles de hemoglobina luego del consumo de las gomitas de remolacha. Este aumento no solo es producto de la biodisponibilidad de hierro proveniente de la harina de sangre bovina, también se debe a la interacción con compuestos como vitamina C, flavonoides y ácidos orgánicos que son nutrientes característicos de la remolacha y está comprobado que ayudan a la absorción del hierro (Ramachandran et al., 2024; Lesjak y Srai, 2019; Gillooly et al., 1983).

El efecto limitado observado en los niveles de hemoglobina de los niños a los que se les administró gomitas fortificadas con extracto de zanahoria, se explica en parte por el incumplimiento de una recomendación clave que se les dio a los padres de familia, quienes se comprometieron a acompañar el consumo de las gomitas fortificadas con una bebida cítrica para facilitar la absorción del hierro no hemínico. El incumplimiento de este compromiso pudo haber reducido la eficacia de las gomitas en este grupo de niños, lo cual impactó negativamente en los niveles de hemoglobina al final del experimento. En el futuro, sería importante probar formulaciones que incluyan zumo de limón como un insumo más de las gomitas fortificadas, ya que esto ha dado buenos resultados en otras investigaciones como las de Sumarlina et al. (2024). En otras investigaciones en las que probaron formulados de alimentos con zanahorias obtuvieron buenos resultados en cuanto a los incrementos en los niveles de hemoglobina, esto resalta la importancia de saber combinar los alimentos y bebidas para que la absorción del hierro sea la correcta en especial en edades tempranas donde es más recurrente las dietas mal balanceadas o monótonas (Astuti et al., 2019; Nnam et al., 2023).

En este contexto las gomitas fortificadas con remolacha se perfilan como la mejor opción en contextos rurales con limitaciones de alimentos ricos en hierro.

Por otro lado, la elección de insumos producidos localmente como la remolacha y la zanahoria, junto con una fuente de hierro animal con alta biodisponibilidad, está alineado con recomendaciones actuales para el éxito de intervenciones nutricionales sostenibles, culturalmente aceptables y que sean eficaces en la prevención y lucha contra la anemia infantil (UNICEF, 2023; Rahmani et al., 2025; Chouraqui, 2022; Sundararajan y Rabe, 2021).

Esta investigación contribuye con evidencias sobre la factibilidad de desarrollar alimentos funcionales que sean accesibles y culturalmente aceptados en comunidades rurales. Si bien el uso de ingredientes locales y la harina de sangre bovina mostraron su eficacia en la mejora de los niveles de hemoglobina, es necesario considerar la inclusión de nutrientes que favorezcan su absorción. Además, en base a los resultados podemos evidenciar que para que estas intervenciones sean exitosas es necesario que se haga un acompañamiento a las familias de los niños con los cuales se esté trabajando. Estos hallazgos contribuyen para el diseño de estrategias nutricionales eficientes en el control de la anemia que puedan ser impulsadas desde el sector público o privado.

CONCLUSIONES

Las gomitas formuladas con extracto de remolacha y harina de sangre bovina mostraron ser una buena opción para prevenir la anemia en niños de edad escolar en contextos rurales como Los Morochucos, esto gracias su buen contenido nutricional y su efectividad para incrementar los niveles de hemoglobina. Las gomitas formuladas con extractos de zanahoria mostraron limitaciones en su efectividad atribuibles a la falta de adherencia al consumo recomendado de bebidas cítricas. Sin embargo, ambas formulaciones presentaron inocuidad microbiológica y fueron un alimento seguro para el consumo humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcon, S. G. (2020). *Iron-deficiency anaemia (IDA): Socio-cultural misconceptions intersect the health of vulnerable populations in developing countries* [Tesis de licenciatura, Portland State University]. <https://doi.org/10.15760/honors.859>
- Astuti, I., Munigar, M., & Lukman, E. (2019). *The effect of the mixed juice of carrot and guava with iron supplement for adolescent with anemia*. En Proceedings of the 5th International Conference on Health Sciences (ICHS 2018). <https://doi.org/10.2991/ichs-18.2019.19>
- Athe, R., Rao, M. V. V., & Nair, K. M. (2014). Impact of iron-fortified foods on Hb concentration in children (<10 years): A systematic review and meta-analysis of randomized controlled

trials. *Public Health Nutrition*, 17(3), 579–586.
<https://doi.org/10.1017/S1368980013000062>

Ceclu, L., & Oana-Viorela, N. (2020). Red beetroot: Composition and health effects – A review. *Journal of Nutrition, Medicine and Diet Care*, 5(2), 1–9. <https://doi.org/10.23937/2572-3278.1510043>

Chiroque, R. G. S., Santiago, H. P. C., Espinoza, L. E., Quispe, L. A. M., Tirado, L. R. P., Villegas, L. M. N., & Villegas, M. A. N. (2023). A review of slaughterhouse blood and its compounds, processing and application in the formulation of novel non-meat products. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 11(2). <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.2.06>

Chouraqui, J. P. (2022). Dietary approaches to iron deficiency prevention in childhood—A critical public health issue. *Nutrients*, 14(8), 1604. <https://doi.org/10.3390/nu14081604>

Colegio Médico del Perú. (2023). *Informe del seminario La anemia infantil en el Perú: situación y retos, una nueva perspectiva*. <https://www.cmp.org.pe/wp-content/uploads/2023/11/INFORME-DEL-SEMINARIO-LA-ANEMIA-INFANTIL-EN-EL-PERU.pdf>

Díaz-Llocclla, M. (2023). Formulación y evaluación sensorial de gomitas fortificadas con harina de sangre bovina a partir de extracto de zanahoria (*Daucus carota*), remolacha (*Beta vulgaris*) y espinaca (*Spinacia oleracea*). *AgroScience Research*, 1(2), 63–70. <https://agroscienceresearch.com/index.php/journal>

Di Foggia, M., Tugnoli, V., Rombolà, A. D., & Lucena, J. J. (2020). Testing a bovine blood-derived compound as iron supply on *Cucumis sativus* L. *Agronomy*, 10(10), 1480. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101480>

Di Rienzo, J. A. (2009). *InfoStat versión 2009*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <https://www.infostat.com.ar/>

Espinosa, O. (2009). *Desafíos para la inserción en el mercado por parte de familias campesinas y de pequeños productores de cereales en la provincia de Cangallo, Ayacucho* [Informe].

https://cies.org.pe/wp-content/uploads/2016/07/pequenos-productores-campesinos-de-la-provincia-de-cangallo_2_0.pdf

Fernandez, M. V., Bengardino, M., Jagus, R. J., & Agüero, M. V. (2020). Enrichment and preservation of a vegetable smoothie with an antioxidant and antimicrobial extract obtained from beet by-products. *LWT*, 117, 108622. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108622>

Gillooly, M., Bothwell, T. H., Torrance, J. D., MacPhail, A. P., Derman, D. P., Bezwoda, W. R., Mills, W., Charlton, R. W., & Mayet, F. (1983). The effects of organic acids, phytates and polyphenols on the absorption of iron from vegetables. *British Journal of Nutrition*, 49(3), 331–342. <https://doi.org/10.1079/BJN19830042>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018). *Mapa de pobreza monetaria provincial y distrital 2018*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1718/Libro.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2023). *Consulta por encuesta: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar – ENDES*. https://proyectos.inei.gob.pe/microdatos/Consulta_por_Encuesta.asp

Lesjak, M., & Srai, S. K. S. (2019). Role of dietary flavonoids in iron homeostasis. *Pharmaceuticals*, 12(3), 119. <https://doi.org/10.3390/ph12030119>

Li, T., Deng, J., Liu, X., Duan, Q., Liu, H., & Xiong, S. (2021). DcCCD4 catalyzes the degradation of α -carotene and β -carotene to affect carotenoid accumulation and taproot color in carrot. *The Plant Journal*, 108(4), 1116–1130. <https://doi.org/10.1111/tpj.15498>

Ligarda-Samanez, C. A., Villano-Limache, E., Pichihua-Oscco, W., Choque-Quispe, D., Sucari-León, R., Calderón Huamaní, D. F., et al. (2025). Physicochemical and sensory evaluation of gummy candies fortified with microcapsules of guinea pig (*Cavia porcellus*) blood erythrocytes and tumbo (*Passiflora tarminiana*) juice. *Applied Sciences*, 15(2), 917. <https://doi.org/10.3390/app15020917>

Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (MIDIS). (2024). *Reporte regional de indicadores sociales de Ayacucho.*
<https://app.midis.gob.pe/redinforma/Upload/Mancomunidad/Ayacucho.pdf>

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2022). *Estudio de la dinámica económico-laboral actual y tendencia en Ayacucho.*
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4042105/Diagn%C3%B3stico%20de%20Ayacucho.pdf>

Ministerio de Salud (MINSA). (2024). *Avances y retos del plan multisectorial para la prevención y reducción de la anemia materno infantil en el Perú, 2024–2030.* Unidad Funcional de Alimentación y Nutrición Saludable, DGIESP – MINSA.
<https://intranet.mesadeconcertacion.org.pe/storage/documentos/2024-12-13/vf-avances-y-retos-del-plan-multisectorial-anemia-10122024-1-1.pdf>

Nnam, N. M., Mbah, B. O., & Orisa, C. A. (2023). Anthropometric and biochemical indices of infants fed complementary foods developed from millets, orange-fleshed sweet potatoes, carrot, periwinkle and oyster meat flour blends. *American Journal of Food Science and Nutrition*, 5(2), 35–53. <https://doi.org/10.47672/ajfsn.1664>

Pillacá, S., & Villanueva, M. (2015). Evaluación de seguridad alimentaria y nutricional en familias del distrito de Los Morochucos en Ayacucho, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 32(1), 73–79.
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2015.321.1577>

Prosad, S., Jahan, F., Islam, B., Bashera, M. A., Hasan, M. D., Islam, M. J., et al. (2023). Nutritional characteristics and antiradical activity of turmeric (*Curcuma longa* L.), beetroot (*Beta vulgaris* L.), and carrot (*Daucus carota* L.) grown in Bangladesh. *Heliyon*, 9(11), e21495. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21495>

Punia, S., Singh, A., Chaudhary, V., Sharma, N., & Lorenzo, J. M. (2023). Beetroot as a novel ingredient for its versatile food applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(26), 8403–8427. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2055529>

- Rahmani, S., Julaecha, J., Perwitasari, T., & Kusuma, R. (2025). Pemanfaatan pangan lokal untuk pencegahan anemia pada remaja putri di SMAS Adhyaksa 1 Kota Jambi. *Jurnal Akademika Baiturrahim Jambi*, 14(1), 113–125. <https://doi.org/10.36565/jab.v14i1.926>
- Ramachandran, S., Manthena, R., Gopi, C., & Dhanaraju, M. D. (2024). Enhancement of non-heme iron absorption from vegetable foods by using vitamin-C supplements in Wistar rats. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 17(5), 2224–2228. <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2024.00350>
- Sabahi, S., Abbasi, A., & Mortazavi, S. A. (2024). Phenolic components from carrot (*Daucus carota* L.) pomace: Optimizing the extraction and assessing its potential antioxidant and antimicrobial activities. *Helixon*, 10(17), e36971. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36971>
- Sari, M., Bloem, M. W., De Pee, S., Schultink, W. J., & Sastroamidjojo, S. (2001). Effect of iron-fortified candies on the iron status of children aged 4–6 y in East Jakarta, Indonesia. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73(6), 1034–1039. <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.6.1034>
- Sumarlina, N., Rahayu, A., Sofa, I., Suhesti, L., Suryati, A., Danengsih, N., et al. (2024). Pumpkin jelly candy giving “Pororo gummy” (pumpkins and carrots to growth) to increase appetite in toddlers. *International Journal of Engagement and Empowerment*, 4(3), 365–372. <https://doi.org/10.53067/ije2.v4i3.183>
- Sundararajan, S., & Rabe, H. (2021). Prevention of iron deficiency anemia in infants and toddlers. *Pediatric Research*, 89(1), 63–73. <https://doi.org/10.1038/s41390-020-0907-5>
- Toft, U., Riis, N. L., & Jula, A. (2023). Potassium – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Nordic Nutrition Recommendations*, 68, 10365. <https://doi.org/10.29219/fnr.v68.10365>
- UNICEF. (2021). *Niñas, niños y adolescentes en el Perú. Análisis de su situación al 2020. Resumen Ejecutivo*. <https://www.unicef.org/peru/media/12141/file/Resumen%20Ejecutivo:%20Situaci%C3%B3n%20de%20ni%C3%81as,%20ni%C3%81os%20y%20adolescentes%20en%20el%20Per%C3%81BA%20.pdf>

UNICEF. (2023). *Large-scale food fortification for the prevention of micronutrient deficiencies in children, women and communities: Guidance note (1st ed.)*.
<https://www.unicef.org/media/151001/file/Large-scale%20food%20fortification%20for%20the%20prevention%20of%20micronutrient%20deficiencies%20in%20children,%20women%20and%20communities.pdf>

Varshney, K., & Mishra, K. (2022). An analysis of health benefits of beetroot. *International Journal of Innovative Research in Engineering and Management*, 9(1), 207–210.
<https://doi.org/10.55524/ijirem.2022.9.1.39>

World Health Organization (WHO). (2025). *Anaemia*. https://www.who.int/health-topics/anaemia#tab=tab_1

Xiao, Y., Yang, B., Ni, J., & Hu, R. (2024). Efficacy of an iron-fortified gummy on iron-deficiency anemia in young women. *Functional Foods in Health and Disease*, 14(2), 97–113.
<https://doi.org/10.31989/ffhd.v14i1.1239>