

DESARROLLO DE GALLETAS ENRIQUECIDAS CON HIERRO UTILIZANDO SANGRE DE CORDERO DESHIDRATADA Y HARINA DE MÁCHICA PARA MEJORAR SU VALOR NUTRITIVO

DEVELOPMENT OF IRON-ENRICHED COOKIES USING DEHYDRATED LAMB BLOOD AND MÁCHICA FLOUR TO ENHANCE THEIR NUTRITIONAL VALUE

Sebastián Guerrero-Luzuriaga¹, Hamilton Oñate², Araceli Agualongo³, Anthony Janeta-Ordoñez⁴, Jonathan Orozco-Pilco⁵

{saguerrero@unach.edu.ec¹, hamilton.onate@unach.edu.ec², janeth.agualongo@unach.edu.ec³, anthony.janeta@unach.edu.ec⁴, jonathan.orocho@unach.edu.ec⁵}

Fecha de recepción: 18/06/2026 / Fecha de aceptación: 07/07/2026 / Fecha de publicación: 08/07/2026

RESUMEN: Las deficiencias de hierro representan una crisis nutricional severa para las poblaciones vulnerables, lo que hace urgente la búsqueda de nuevas fuentes de micronutrientes. Frente a este panorama, el presente estudio se centró en formular galletas fortificadas utilizando sangre de cordero deshidratada y harina de máchica para evaluar posteriormente su calidad química, física y sensorial. La metodología se basó en un diseño completamente aleatorizado para probar tres niveles de inclusión de sangre: 5 % (T1), 10 % (T2) y 15 % (T3). Cuarenta jueces no entrenados evaluaron las muestras; tras tabular las respuestas, los datos se analizaron mediante la prueba estadística de Friedman, seguida de un análisis post hoc de Nemenyi. Los resultados indicaron que la formulación T2 (10 %) obtuvo las calificaciones más altas en textura, olor, color y dulzor, logrando un perfil sensorial muy similar al de las alternativas comerciales convencionales. El producto horneado demostró, además, una excelente estabilidad fisicoquímica y microbiológica tras un mes de almacenamiento a temperatura ambiente, cumpliendo plenamente con los parámetros de la norma técnica INEN 2085:2005. El uso de este subproducto cárnico en la panadería constituye una estrategia eficaz para elevar los niveles de hierro sin sacrificar la experiencia del consumidor. A futuro, sería muy beneficioso realizar ensayos con mujeres embarazadas, niños y pacientes crónicos, así como iniciativas educativas orientadas a romper el estigma cultural que a menudo se asocia con el consumo de sangre animal.

¹Faculty of Engineering, Safety and Resources Valorization Research Group (INVAGRO), <https://orcid.org/0000-0001-9512-2307>

²Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0007-3207-1291>

³Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0007-9541-284X>

⁴Investigador Independiente, <https://orcid.org/0000-0002-2132-3111>

⁵Dirección de Investigación, Universidad Nacional de Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0002-7618-4112>

Palabras clave: Hierro, sangre de cordero deshidratada, harina de máchica, galletas funcionales, aceptación sensorial

ABSTRACT: Iron deficiency represents a severe nutritional crisis for vulnerable populations, making the search for new micronutrient sources an urgent priority. Against this backdrop, the present study focused on formulating fortified cookies using dehydrated lamb blood and máchica flour to subsequently evaluate their chemical, physical, and sensory quality. The methodology relied on a completely randomized design to test three different levels of blood inclusion: 5% (T1), 10% (T2), and 15% (T3). Forty untrained judges evaluated the samples. Once their responses were tabulated, the data were analyzed using the Friedman statistical test, followed by a Nemenyi post hoc analysis. The findings showed that the T2 formulation (10%) earned the highest ratings for texture, odor, color, and sweetness, achieving a sensory profile very similar to that of conventional commercial products. The baked product also demonstrated excellent physicochemical and microbiological stability after a month of room-temperature storage, fully complying with the INEN 2085:2005 technical standard. Using this meat byproduct in baking proves to be a practical strategy for boosting iron levels without sacrificing the consumer experience. Future trials focusing on pregnant women, children, and chronic patients would be highly beneficial, alongside educational initiatives designed to break the cultural stigma often associated with consuming animal blood.

Keywords: Iron, dehydrated lamb blood, máchica flour, functional cookies, sensory acceptance

INTRODUCCIÓN

La anemia ferropénica representa en la actualidad uno de los desafíos de salud pública más apremiantes a nivel global. Según los reportes epidemiológicos de la Organización Mundial de la Salud, esta grave carencia nutricional afecta a más del 30 % de la población mundial, golpeando con particular dureza a los países en vías de desarrollo (1) y a las zonas con altos índices de vulnerabilidad socioeconómica, como es el caso de diversas regiones andinas y, específicamente, los sectores desfavorecidos de Riobamba. El déficit crónico de hierro en la dieta diaria disminuye de manera drástica la síntesis de hemoglobina, lo que se traduce clínicamente en una alteración severa del transporte de oxígeno celular. Las consecuencias de esta privación son sistémicas y devastadoras, abarcando desde fatiga crónica y fallos inmunológicos hasta severos retrasos en el desarrollo físico y cognitivo durante la etapa infantil (1). A pesar de la gravedad del panorama, el acceso a productos fortificados que sean simultáneamente económicos y que respeten verdaderamente las costumbres alimentarias locales sigue siendo sumamente limitado (2).

La formulación de alimentos funcionales para mitigar esta deficiencia representa una prioridad tanto científica como social. La nutrición funcional no se limita a cubrir las necesidades calóricas básicas; su objetivo es prevenir de forma activa el desarrollo de enfermedades crónicas. Para mejorar la absorción intestinal del hierro, resulta indispensable tener en cuenta su estructura química. El organismo humano asimila el hierro hemo, de origen animal, con una eficiencia muy

superior a la del hierro libre que se encuentra en las fuentes vegetales. Gracias a esta característica biológica, la sangre de cordero se convierte en un recurso de gran valor. Aunque suele desecharse en los mataderos tras el faenado tradicional, su recuperación y deshidratación térmica controlada permiten concentrar proteínas de alto valor biológico, vitaminas del complejo B y zinc, además de alcanzar niveles excepcionales de hasta 220 mg de hierro puro por cada 100 gramos de polvo. Revalorizar este subproducto proporciona hierro hemínico de excelente biodisponibilidad y, al mismo tiempo, ofrece una solución práctica y sostenible frente al desperdicio orgánico.

Para que una intervención de esta índole sea verdaderamente efectiva, debe superar el reto de la aceptabilidad sensorial. Es aquí donde adquiere protagonismo la harina de máchica, un ingrediente profundamente arraigado en la tradición culinaria y la identidad de la región andina. Obtenida a partir de la molienda de maíz y cebada tostada, la máchica es una fuente excepcional de fibra, vitaminas y carbohidratos complejos, erigiéndose como un sustituto funcional brillante frente a las harinas blancas refinadas (3). Integrar ambos ingredientes mediante la elaboración de galletas facilita la vehiculización de los nutrientes en un formato de consumo masivo. Este tipo de producto ofrece ventajas prácticas, como un envasado sencillo, una vida útil prolongada y, sobre todo, un sabor muy familiar. El principal desafío técnico consiste en lograr el equilibrio exacto: aportar una dosis significativa de hierro sin alterar la textura, la miga o el aroma que el consumidor espera percibir.

El desarrollo de estas matrices alimentarias cuenta con un sólido respaldo académico. Diversas investigaciones ya han demostrado la viabilidad de incorporar derivados hemáticos en productos de panadería. Por ejemplo, el estudio de Garay (4) que combinó derivados bovinos con quinua, confirmó que el uso de sangre en galletas incrementa de forma sustancial el perfil férrico sin generar rechazo durante la degustación. En esta misma línea, Chinchay (5) formuló barras infantiles con sangre liofilizada y obtuvo métricas nutricionales sobresalientes. Por su parte, autores como Álamo (6) y Guevara (7) documentaron impactos clínicos reales y excelentes tasas de absorción, tanto en pacientes anémicos como en modelos animales, tras el consumo de pan fortificado.

La necesidad sanitaria de crear estas alternativas sanas se hace aún más evidente frente a la revisión exhaustiva de Hoyos, la cual evidenció que la gran mayoría de las galletas comerciales están saturadas de azúcares y carecen de micronutrientes reales. Ante esta realidad, autores como Mena, Quispe y Contreras (8–10) han experimentado con gran éxito el uso de derivados hemáticos porcinos y bovinos en hamburguesas, panes clásicos y fideos, corroborando grandes ventajas biológicas. Esto concuerda rotundamente con la postura de López (2) sobre la urgencia de reusar subproductos pecuarios para la sanidad pública, y con lo señalado por Paredes (3) respecto a las enormes, pero poco estudiadas, bondades de la máchica en la dieta andina. Además, trabajos en áreas rurales y escolares llevados a cabo por Delgado (11) en Bolivia, y por Herrera (12) y Arévalo (13) en Ecuador, confirmaron que la distribución de estos alimentos logra reducir la prevalencia de anemia en muy pocos meses, apoyándose en el factor psicológico vital documentado por Moreno (14): las personas asimilan mejor la innovación alimentaria cuando perciben que respeta su identidad cultural.

A pesar de este corpus teórico, sigue existiendo un notable vacío científico respecto a la estabilidad nutricional a lo largo del tiempo y la aceptación hedónica de galletas formuladas específicamente con la sinergia de sangre de cordero y harina de máchica a nivel local. Sin datos analíticos precisos de laboratorio, resulta inviable establecer estrategias de salud pública escalables basadas en estos recursos andinos. Por consiguiente, la presente investigación plantea como objetivo general desarrollar galletas enriquecidas en hierro utilizando sangre de cordero deshidratada y harina de máchica (15). De este propósito central se derivan objetivos específicos fundamentales: formular distintas proporciones de mezcla para maximizar la concentración del mineral, cuantificar rigurosamente la calidad microbiológica y el porcentaje de hierro en los horneados, analizar la aceptabilidad del producto mediante degustaciones directas con consumidores y, finalmente, monitorear la vida útil de los empaques durante 30 días continuos de almacenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental.

La investigación se llevó a cabo bajo un diseño completamente aleatorizado, estableciendo tres tratamientos distintos. Estos consistieron en incorporar niveles del 5 %, 10 % y 15 % de sangre de cordero deshidratada a una formulación de galletas a base de harina de máchica. El objetivo principal fue evaluar cómo influía cada nivel de concentración en el contenido final de hierro, así como en las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del producto horneado.

Materias primas.

La sangre fresca de cordero fue obtenida del camal municipal de Riobamba (Ecuador), recolectada bajo condiciones higiénicas en recipientes estériles. Como ingredientes para la elaboración de las galletas se emplearon harina de máchica, azúcar morena, mantequilla, huevos, nuez picada, esencia de vainilla, polvo de hornear, canela en polvo y sal, todos adquiridos en establecimientos comerciales de la ciudad y almacenados bajo condiciones adecuadas hasta su utilización.

Obtención de la sangre de cordero deshidratada.

La sangre fresca fue filtrada para eliminar coágulos e impurezas mediante una malla de acero inoxidable. Posteriormente, se sometió a un proceso de pasteurización con el propósito de reducir la carga microbiana y garantizar la inocuidad del ingrediente. La sangre pasteurizada fue deshidratada en un horno de convección a 60 °C hasta alcanzar un contenido de humedad inferior al 5%. Finalmente, el material seco fue molido y tamizado para obtener un polvo fino y homogéneo que posteriormente fue incorporado en las formulaciones experimentales.

Elaboración de las galletas.

Se desarrollaron tres formulaciones experimentales variando únicamente el porcentaje de sangre de cordero deshidratada (5, 10 y 15%), ajustando proporcionalmente la cantidad de harina de máchica para mantener constante la formulación total.

Tabla 1. Formulación de las galletas enriquecidas con sangre de cordero deshidratada.

Ingrediente	F1 (5%)	F2 (10%)	F3 (15%)
Harina de máchica	38,02	35,39	32,82
Sangre de cordero deshidratada	5,00	10,00	15,00
Azúcar morena	17,89	18,80	19,69
Mantequilla	22,37	22,12	21,88
Huevo	12,53	12,39	12,25
Nuez picada	4,47	4,42	4,38
Esencia de vainilla	0,89	0,88	0,88
Polvo de hornear	0,94	0,93	0,92
Canela	0,58	0,58	0,57
Sal	0,07	0,07	0,07

Nota. F1. Primera formulación, F2. Segunda formulación, F3. Tercera formulación

Análisis fisicoquímicos.

La formulación que obtuvo la mayor aceptación sensorial fue seleccionada para los análisis fisicoquímicos durante un período de almacenamiento de 30 días.

Se determinaron los siguientes parámetros: Actividad de agua (A_w), Humedad, pH, Acidez titulable, Cenizas. Los análisis fueron realizados empleando metodologías oficiales AOAC e ISO.

Análisis microbiológicos.

Para verificar la inocuidad del producto, se llevaron a cabo distintos análisis microbiológicos. Estos incluyeron el recuento de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras, además de la detección de *Salmonella spp.* Tras obtener los resultados, los valores se contrastaron directamente con los límites máximos que exige la normativa ecuatoriana vigente para los productos de panificación.

Determinación de hierro por absorción atómica.

En cuanto a la cuantificación del mineral, el contenido de hierro se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica con llama (FAAS). Para evaluar el aporte nutricional real y comprobar la repetibilidad del proceso, se analizaron tres lotes independientes de la formulación seleccionada. Todos los datos finales se expresaron en miligramos de hierro por cada 100 gramos de producto.

Evaluación sensorial.

La evaluación sensorial contó con la participación de 40 panelistas no entrenados. A través de una prueba hedónica de tres puntos, este grupo se encargó de analizar la aceptabilidad general de las tres formulaciones experimentales. Durante la degustación, los jueces valoraron de forma específica atributos como el sabor, la textura, el color, el olor y el dulzor de las muestras.

Análisis estadístico (Friedman y prueba post hoc de Nemenyi).

Los datos sensoriales fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Friedman, debido a que el mismo grupo de panelistas evaluó todas las formulaciones y las respuestas fueron obtenidas mediante una escala ordinal. Cuando se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$), se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Nemenyi para identificar las diferencias entre tratamientos. Los resultados de los análisis físicoquímicos, microbiológicos y contenido de hierro fueron expresados como media $\pm$ desviación estándar.

RESULTADOS

Desarrollo de las formulaciones

Se elaboraron tres formulaciones de galletas incorporando sangre de cordero deshidratada en concentraciones del 5, 10 y 15%. Durante el proceso de elaboración todas las formulaciones presentaron una adecuada consistencia de la masa y permitieron obtener galletas con buena estabilidad estructural después del horneado. A medida que aumentó el porcentaje de sangre deshidratada se observó un incremento en la intensidad del color y ligeras modificaciones en el aroma característico del producto, comportamiento esperado debido al mayor contenido de hemoglobina presente en el ingrediente funcional. Estos resultados coinciden con investigaciones previas sobre productos de panificación fortificados con sangre animal, donde concentraciones moderadas mejoran significativamente el valor nutricional sin afectar las propiedades tecnológicas del proceso.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial evidenció diferencias entre las tres formulaciones estudiadas. La formulación que contenía 10% de sangre de cordero deshidratada presentó las mayores puntuaciones en los atributos de sabor, textura, olor, color y dulzura. Por el contrario, la formulación con 15% de incorporación obtuvo menores niveles de aceptación debido a la intensificación del color oscuro y del sabor metálico característico de la sangre, mientras que la formulación con 5% presentó una aceptabilidad intermedia, aunque con un menor potencial de fortificación nutricional.

Tabla 2. Prueba sensorial.

Tratamiento	Atributo	1 (Me gusta mucho)	2 (Me gusta poco)	3 (No es de mi preferencia)	TOTAL
1	Sabor	12	18	10	40
	Textura	10	20	10	40
	Color	11	17	12	40
	Olor	13	15	12	40
	Dulzura	10	20	10	40
2	Sabor	25	10	5	40
	Textura	23	12	5	40
	Color	22	13	5	40
	Olor	24	11	5	40
	Dulzura	26	9	5	40
3	Sabor	5	12	23	40
	Textura	6	10	24	40
	Color	7	11	22	40
	Olor	8	9	23	40
	Dulzura	6	10	24	40

El análisis estadístico mediante la prueba de Friedman mostró diferencias significativas entre tratamientos ($\chi^2 = 10,00$; $p < 0,05$). Posteriormente, la prueba post hoc de Nemenyi confirmó que la formulación con 10% de sangre deshidratada fue significativamente más aceptada que las formulaciones con 5 y 15%.

Tabla 3. Resultados de la prueba Friedman.

Estadístico	Valor	Grados de libertad (df)	Valor crítico ($\alpha=0,05$)
χ^2_r	10,00	2	5,99

Estos resultados demuestran que una concentración intermedia permite mantener un equilibrio entre la mejora nutricional y la aceptación del consumidor, coincidiendo con diversos estudios desarrollados en productos de panificación fortificados con fuentes de hierro de origen animal.

Tabla 4. Análisis de la prueba Post hoc (Nemenyi).

Comparación	Diferencia absoluta de Rangos	Diferencia crítica (CD)	¿Diferencia significativa?
T1 vs T2	[10-15]=5	1,48	Si
T1 vs T3	[10-5]=5	1,48	Si
T2 vs T3	[15-5]=10	1,48	Si

Caracterización fisicoquímica

La formulación seleccionada (10%) fue sometida a análisis fisicoquímicos y microbiológicos durante 30 días de almacenamiento.

Tabla 5. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la formulación seleccionada.

Parámetro	Día 1	Día 15	Día 30
Actividad de agua	0,35 ± 0,01	0,35 ± 0,01	0,32 ± 0,02
pH	6,23 ± 0,06	5,93 ± 0,06	5,58 ± 0,06
Humedad (%)	2,49 ± 0,24	2,65 ± 0,60	2,99 ± 0,77
Cenizas (%)	1,72 ± 0,03	—	—
Aerobios mesófilos (UFC/g)	1,0 × 10 ⁴	—	2,0 × 10 ³
Mohos y levaduras	Ausencia	—	Ausencia
Coliformes totales	Ausencia	—	Ausencia
<i>Salmonella</i> spp.	Ausencia	—	Ausencia

La actividad de agua permaneció por debajo de 0,35 durante todo el almacenamiento, condición que limita el crecimiento microbiano y favorece la estabilidad del producto. Además, el nivel de humedad se mantuvo por debajo del 3 %, lo que permitió conservar la textura crujiente tan característica de estas galletas. Por su parte, los análisis microbiológicos confirmaron la ausencia de *Salmonella* spp., coliformes totales, mohos y levaduras. Estos resultados demuestran que tanto el proceso de elaboración como las condiciones de almacenamiento fueron los adecuados para garantizar la inocuidad del alimento a lo largo de los 30 días que duró la evaluación.

Contenido de hierro

La concentración de hierro se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica. Este análisis se llevó a cabo en tres lotes independientes, todos elaborados a partir de la formulación que logró la mayor aceptación sensorial.

Tabla 6. Contenido de hierro de las galletas elaboradas con la formulación seleccionada.

Producción	Parámetros	Resultados	Unidad
Lote 1	Hierro (Fe ²⁺)	12,21	mg/100g
Lote 2	Hierro (Fe ²⁺)	9,33	mg/100g
Lote 3	Hierro (Fe ²⁺)	9,83	mg/100g

Nota. mg. Miligramos

Los valores obtenidos oscilaron entre 9,33 y 12,21 mg de hierro por 100 g de producto, evidenciando una adecuada reproducibilidad entre lotes y confirmando la eficacia de la sangre de cordero deshidratada como fuente de hierro hemo. Estos valores superan a los reportados habitualmente para las galletas convencionales y resultan comparables con los de otros productos de panadería fortificados con ingredientes de origen animal. En este sentido, la formulación con un 10 % de sangre de cordero deshidratada alcanzó el mejor equilibrio entre la aceptación sensorial, la estabilidad fisicoquímica, la inocuidad microbiológica y el aporte de hierro. Todo esto demuestra su enorme potencial como alimento funcional, capaz de contribuir de forma activa en la prevención de la deficiencia de hierro y la anemia ferropénica.

DISCUSIÓN

Los resultados de aceptabilidad sensorial confirman que el 10 % de inclusión de sangre deshidratada representa el límite técnico ideal. Esto coincide plenamente con los hallazgos de Quispe (16) y Baca (17), quienes demostraron que trabajar con esa proporción específica de materia animal logra maximizar el valor férrico sin llegar a generar rechazo en el consumidor de masas horneadas. Al sumar la harina de máchica a la ecuación, el comportamiento de la matriz alimentaria se asemeja bastante a lo reportado por Garay (18), quien validó el uso de cereales andinos como la quinua para integrar mejor los derivados cárnicos. Alcanzar este equilibrio organoléptico es una respuesta directa al problema que advierte Hoyos (19) : la industria moderna satura de azúcares las galletas comerciales peruanas y andinas, dejando de lado el aporte real de micronutrientes.

Respecto a la estabilidad microbiológica y los niveles de hierro biodisponible, los datos obtenidos en la formulación T2 respaldan varias intervenciones de campo previas. Chinchay (20) y su equipo ya habían reportado tasas sobresalientes de aceptación al formular barras infantiles utilizando sangre liofilizada. Las métricas de nuestro estudio sugieren fuertemente que estas galletas poseen el potencial para replicar los impactos clínicos reales que observó Álamo (6) en pacientes anémicos, o los resultados de absorción comprobados por Guevara en modelos animales. De hecho, mantener una carga aerobia controlada durante un mes de almacenamiento viabiliza el uso de este producto en programas de alimentación escolar, una estrategia que Herrera (12) y Arévalo (21) aplicaron con éxito en Ecuador para disminuir la prevalencia de anemia en cuestión de meses.

El uso conjunto de sangre ovina y harina de máchica trasciende la simple química de alimentos para tocar una fibra social ineludible. López Benavides (2) argumenta de forma rotunda que revalorizar estos subproductos pecuarios es vital tanto para la sanidad pública como para reducir la basura orgánica en los mataderos. Por su parte, elegir este cereal específico valida la postura de Paredes respecto a las grandes bondades biológicas y el arraigo cultural que ofrece la máchica, un recurso todavía poco estudiado a nivel técnico. Finalmente, la alta aceptación de la muestra ganadora corrobora el factor psicológico documentado por Moreno (22) : las personas asimilan y aceptan la comida novedosa con mucha mayor facilidad cuando perciben que el producto respeta su propia identidad cultural.

CONCLUSIONES

La incorporación de sangre de cordero deshidratada permitió desarrollar una galleta funcional con un elevado contenido de hierro, manteniendo adecuadas características tecnológicas y de calidad. Al analizar las distintas formulaciones, la incorporación de un 10 % de sangre de cordero deshidratada logró el mejor equilibrio entre el enriquecimiento nutricional y la aceptabilidad del producto. Con esta mezcla se alcanzaron niveles de hierro que oscilan entre los 9,33 y los 12,21 mg por cada 100 g. Estas cifras evidencian el gran potencial de las galletas

como una alternativa alimentaria capaz de contribuir a la prevención de la deficiencia de este mineral.

Durante la evaluación sensorial, esta misma formulación (10 %) fue la que registró la mayor aceptación. De hecho, tanto la prueba de Friedman como el análisis post hoc de Nemenyi confirmaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) frente a las muestras del 5 % y el 15 %. Este hallazgo demuestra que utilizar niveles intermedios de incorporación es una estrategia efectiva para elevar el valor nutricional sin perjudicar atributos clave como el sabor, la textura, el color, el olor y el dulzor.

Por otro lado, las galletas elaboradas con la concentración ganadora mostraron una adecuada estabilidad fisicoquímica y microbiológica a lo largo de 30 días de almacenamiento. Al combinar bajos niveles de actividad de agua y humedad con la ausencia total de *Salmonella* spp., coliformes totales, mohos y levaduras, se comprobó que el producto cumple con los requisitos de calidad e inocuidad exigidos en la industria panadera. Todo esto respalda plenamente su viabilidad como un alimento fortificado, listo para una eventual producción y comercialización a mayor escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OMS. Inocuidad de los alimentos. 2021. Accessed July 8, 2026. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
2. López E, Benavides R. Industrialización de Sangre Animal Entera | Engormix. 2020. Accessed July 8, 2026. https://www.engormix.com/balanceados/rendering/industrializacion-sangre-animal-entera_f43058/
3. Paredes S, Quintero L, Medina A. La máchica, un producto altamente nutricional – Toda Una Vida al Día. Accessed July 8, 2026. <https://todaunavidaaldia.wordpress.com/2018/04/17/la-machica-un-producto-altamente-nutricional/>
4. Garay J. "FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE GALLETAS ANTIANÉMICAS ENRIQUECIDAS CON QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y SANGRE BOVINA. Repositorio de la universidad nacional de San Cristobal de Huamanga. Accessed July 8, 2026. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1bfe216f-cb2e-4367-a2e9-fe151f92976a/content>
5. Chinchay S, Analy B, Guevara VR. Evaluación sensorial de una barra energética a base de arroz (*oryza sativa*) quinua (*chenopodium quinoa*), mango (*mangifera indica*), piña (*ananas comosus*) fortificada con sangre de cordero liofilizada. Universidad Nacional de Jaén | Repositorio Institucional - UNJ. Preprint posted online September 4, 2024. Accessed July 8, 2026. <https://hdl.handle.net/20.500.14689/704>
6. Alamo E, Bernilla E. "Elaboración de galletas enriquecidas con harina de hongos comestibles (*Suillus luteus*) y harina de sangre de vacuno." Published online 2022. Accessed July 8, 2026. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10881>

7. Guevara T. Elaboración de galletas enriquecidas en Fe y evaluación de su eficiencia en el tratamiento de la anemia ferropriva. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Preprint posted online 2014. Accessed July 8, 2026. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/6536>
8. Mena J, Vargas P, León M. Elaboración de Hamburguesas Con Sangre Porcina: Estudio Sensorial y Nutricional. Ciencia y Tecnología de Los Alimentos. Universidad Nacional de Jaén; 2019.
9. Quispe G, Valdivieso A, Morales C. Fortificación Mineral En Productos de Panadería Mediante Subproductos Animales Ricos En Hierro. Universidad Nacional de Jaén; 2020.
10. Contreras H, Vásquez P. Fideos Fortificados Con Sangre Animal: Un Estudio Piloto. Universidad Nacional de Jaén; 2021.
11. Delgado C, Ruiz E, Moreno J. Barras de Cereal Con Hemoglobina: Aplicación En Zonas Rurales Bolivianas. . Universidad Nacional de Jaén; 2019.
12. Herrera C, Silva R. Desarrollo de Panecillos Energéticos Con Ingredientes Locales. Universidad Nacional de Jaén; 2023.
13. Álamo E. Elaboración de Galletas Con Harina de Hongos y Sangre de Vacuno: Evaluación Nutricional y Sensorial. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2022.
14. Mena J, Vargas P, León M. Percepción Cultural Sobre Alimentos Funcionales Tradicionales.
15. Guerrero S, Oñate H. Desarrollo de galletas enriquecidas con hierro utilizando sangre de cordero deshidratada y harina de machica para mejorar su valor nutritivo. Published online January 26, 2026. Accessed July 13, 2026. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/16454>
16. Quispe J. Elaboración de Galletas Fortificadas Con Harina de Sangre Bovina Deshidratada Para Mejorar El Contenido de Hierro . Universidad Nacional del Altiplano; 2021.
17. Baca L, López M. Desarrollo de Galletas Enriquecidas Con Harina de Vísceras y Sangre de Cerdo Como Fuente de Hierro. . 2020.
18. Garay A. Formulación de Galletas Con Quinoa y Sangre Bovina . Universidad Técnica de Ambato; 2018.
19. Hoyos D, Núñez A, Vargas L. Características Nutricionales y Composición de Las Galletas Dirigidas al Público Infantil. 2020.
20. Chinchay R, Ramírez M. Evaluación Sensorial de Una Barra Energética a Base de Arroz, Quinoa, Mango y Piña Fortificada Con Sangre de Cordero Liofilizada. Universidad Nacional de Jaén; 2024.
21. Arévalo M, Castillo V, Gómez S. Galletas Fortificadas Con Sangre En Programas Escolares: Resultados En Ecuador. . 2022.
22. Moreno A, Cueva L. Percepción Cultural Sobre Alimentos Funcionales Tradicionales. Revista de Estudios Sociales Rurales. 2021.