

Desarrollo de Fideo a base de espirulina y aditivo de sangre de cerdo: Contribución nutricional

Development of Spirulina-Based Noodles with Pork Blood Additive: Nutritional Contribution

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14757215>

AUTORES: Suárez Ramírez Ingrid Skarlet^{1*}
Fuentes Baquerizo Sara²
Bustos Ruiz Dyana Chistina³
Maldonado Pacheco Blanca Priscila⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: issuarez@puce.edu.ec

Fecha de recepción: 06/ 12/ 2024

Fecha de aceptación: 13/ 12/ 2024

RESUMEN

La sustitución de ingredientes tradicionales por alternativas más saludables en la industria alimentaria es de gran interés, dado su impacto positivo en la salud y la funcionalidad de los alimentos. Este proyecto tiene como objetivo combatir la anemia ferropénica infantil en Ecuador a través de la creación de NutriFideos, un alimento enriquecido con espirulina y sangre de cerdo, ambos ricos en hierro biodisponible. Se desarrollaron dos formulaciones principales: la Muestra 742 (10 g de espirulina y 15 g de sangre de cerdo) y la Muestra 520 (10 g de espirulina y 10 g de sangre de cerdo). Todas las formulaciones fueron evaluadas sensorialmente mediante una prueba de aceptabilidad, utilizando una escala hedónica semiestructurada, que consideró cuatro atributos: olor, color, sabor y textura.

^{1*} <https://orcid.org/0009-0003-8289-0448>, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, issuarez@puce.edu.ec

² <https://orcid.org/0009-0005-1356-8847>, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sfuentesb@puce.edu.ec

³ <https://orcid.org/0009-0008-4569-9560>, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, ddbustos@puce.edu.ec

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-5497-595X>, Docente de Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Bpmaldonado@puce.edu.ec

El análisis bromatológico reveló que la *Muestra 742* es la más adecuada para combatir la anemia, especialmente en niños menores de 5 años en la región de Pastaza, debido a su alto contenido de hierro (4,35 mg/kg frente a los 27,42 mg/kg de la *Muestra 520*). En cuanto al color, la *Muestra 520* tuvo mejor aceptación, lo que se atribuye a la mayor cantidad de sangre en la *Muestra 742*. Aunque la apariencia fue diferente, esta variación no afectó significativamente el sabor, la textura o el olor. Ambas muestras cumplieron con la normativa de humedad INEN 1375:2000, con la *Muestra 520* registrando un 7,44% y la *Muestra 742* un 9,06%. Este contenido elevado de minerales es favorable para la nutrición infantil y representa una solución eficaz para prevenir la anemia en comunidades vulnerables.

Palabras clave: Anemia, fideos fortificados, espirulina, sangre de cerdo, nutrición infantil.

ABSTRACT

The substitution of traditional ingredients with healthier alternatives in the food industry is of great interest due to its positive impact on health and the functionality of food products. This project aims to combat childhood iron deficiency anemia in Ecuador through the creation of NutriFideos, a food enriched with spirulina and pork blood, both rich in bioavailable iron. Two main formulations were developed: Sample 742 (10 g of spirulina and 15 g of pork blood) and Sample 520 (10 g of spirulina and 10 g of pork blood). All formulations were evaluated sensorially through an acceptability test, using a semi-structured hedonic scale that considered four attributes: smell, color, taste, and texture. The bromatological analysis revealed that Sample 742 is the most suitable to combat anemia, especially in children under 5 years old in the Pastaza region, due to its high iron content (4,3 mg/kg compared to 27.42 mg/kg in Sample 520). In terms of color, Sample 520 had better acceptance, which is attributed to the greater amount of blood in Sample 742. Although the appearance was different, this variation did not significantly affect the taste, texture, or smell. Both samples complied with the INEN 1375:2000 moisture standard, with Sample 520 recording 7.44% and Sample 742 registering 9.06%. This high mineral content is beneficial for child nutrition and represents an effective solution to prevent anemia in vulnerable communities.

Keywords: Anemia, fortified noodles, spirulina, pork blood, child nutrition.

INTRODUCCIÓN

La anemia es uno de los principales problemas de salud pública en los países en vías de desarrollo, afectando de manera desproporcionada a mujeres en edad reproductiva, niños pequeños y otras poblaciones vulnerables. Esta afección, caracterizada por niveles insuficientes de hemoglobina en la sangre, tiene causas multifactoriales que incluyen deficiencias nutricionales, enfermedades infecciosas como las gastrointestinales y condiciones socioeconómicas desfavorables. En regiones como África subsahariana y el sur de Asia, la prevalencia de anemia alcanza niveles alarmantes, con tasas que oscilan entre el 22.7% y el 63%, dependiendo de factores como la pobreza, el acceso a servicios de salud y las prácticas alimentarias (Sunuwar et al., 2020).

El impacto de la anemia va más allá de los síntomas de fatiga o debilidad física. En los niños, esta condición está asociada con retraso en el crecimiento físico y cognitivo, mientras que en las mujeres embarazadas aumenta el riesgo de complicaciones tanto para la madre como para el feto. A pesar de los esfuerzos globales para reducir su prevalencia, la anemia sigue siendo un desafío persistente, exacerbado por la falta de acceso a una nutrición adecuada y servicios básicos de salud en muchas comunidades. En Etiopía, por ejemplo, estudios han demostrado que la anemia entre madres lactantes es un problema generalizado, influenciado tanto por factores individuales como comunitarios, como la falta de planificación familiar y la educación limitada (Liyew & Teshale, 2020).

En este contexto global, la creciente preocupación por la desnutrición infantil y la deficiencia de hierro en Ecuador, particularmente entre los niños menores de cinco años, ha hecho necesaria la implementación de intervenciones nutricionales innovadoras. (Freire et al., 2020) reportaron mediante la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) que la tasa de anemia es de 25.7% en menores de un año, mientras que la Encuesta Nacional de Desnutrición Infantil (ENDI) 2022-2023 indicó una prevalencia del 38.2% en niños de 6 meses a 5 años. Estos datos son especialmente alarmantes en regiones vulnerables como Pastaza, donde la anemia en niños menores de 5 años afecta al 33.4% de la población infantil (INEC, 2023).

En Ecuador, los fideos y la pasta forman parte integral de los patrones alimentarios y son accesibles para todos los estratos sociales. Según la Asociación Nacional de Pasta, existen más de 600 formas de pasta producidas a nivel mundial, lo que resalta la versatilidad y popularidad de este alimento. Los fideos elaborados con harina de trigo son productos ampliamente consumidos a nivel global debido a su practicidad y facilidad para ser procesados en diversas presentaciones (González Álvarez et al.,

2021). La disponibilidad de distintas variedades y sabores ha impulsado el crecimiento del mercado de pasta, haciéndola atractiva para una amplia gama de consumidores. Este cambio en la demanda ha sido aprovechado por los actores del mercado, quienes buscan captar la atención de un público cada vez más diverso. Además, la pasta se presenta como una excelente opción para ser fortificada con nutrientes esenciales, como hierro, zinc y ácido fólico, lo que podría contribuir a mejorar el perfil nutricional de la población (Sharma et al., 2020). Su consumo masivo y la facilidad de integración en la dieta diaria la convierten en un vehículo eficaz para intervenciones nutricionales, impactando positivamente la salud pública y ofreciendo una solución accesible y práctica para combatir deficiencias alimentarias en Ecuador y en el mundo (Deaconu et al., 2021)

Con lo antes citado una de las intervenciones propuestas consiste en el desarrollo de productos alimenticios fortificados específicamente destinados a regiones donde el acceso a alimentos ricos en hierro es limitado. Este artículo presenta "NutriFideos", un fideo fortificado elaborado con espirulina y sangre de cerdo, ambos reconocidos por sus altos niveles de hierro biodisponible. El proyecto tiene como objetivo combatir la anemia por deficiencia de hierro, una enfermedad que afecta significativamente a una gran parte de la población de Pastaza, especialmente entre los niños pequeños. La espirulina, una cianobacteria conocida por su alta densidad de proteínas y nutrientes, se combina con sangre de cerdo, que es rica en hierro hemo, para crear un alimento funcional que aborda directamente las deficiencias nutricionales prevalentes en la región. Estos ingredientes no solo proporcionan nutrientes esenciales, sino que también son culturalmente apropiados y se integran fácilmente en la dieta local. El objetivo es ofrecer una solución sencilla pero eficaz para mejorar la salud de los niños de Pastaza, contribuyendo así a su desarrollo cognitivo y físico (Marzban et al., 2021). Bahrami et al., (2020) reportaron que la anemia se asoció negativamente con una evaluación de las capacidades cognitivas y fue un factor de riesgo independiente para el deterioro cognitivo.

Este estudio no solo investiga los beneficios nutricionales de estos fideos fortificados, sino que también evalúa su aceptabilidad sensorial entre los consumidores de la región. A través de pruebas hedónicas, se analizaron atributos como el color, la textura, el sabor y el aroma para evaluar la viabilidad de incorporar estos productos al consumo diario. Además, el proyecto destaca las implicaciones más amplias para la salud pública y la seguridad alimentaria en Pastaza. Al promover el consumo de alimentos ricos en hierro en regiones donde prevalece la anemia, NutriFideos

representa una importante contribución a las mejoras de salud a largo plazo, reduciendo el riesgo de anemia y fomentando mejores resultados educativos para los niños en esta parte del Ecuador.

METODOLOGÍA

El presente estudio empleó un enfoque experimental descriptivo para evaluar exhaustivamente la calidad microbiológica, bromatológica y la aceptación sensorial de dos formulaciones innovadoras de fideos enriquecidos con espirulina y sangre de cerdo. La metodología se estructuró en cuatro componentes principales: elaboración del producto, análisis bromatológico, análisis microbiológico y evaluación sensorial.

Desarrollo de la pasta

Se desarrollaron dos formulaciones codificadas con tres dígitos, diferenciándose únicamente en el porcentaje de sangre de cerdo incorporada. Una de las muestras contenía el 10% del total de la formulación, mientras que la otra incluía un 15%. A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso.

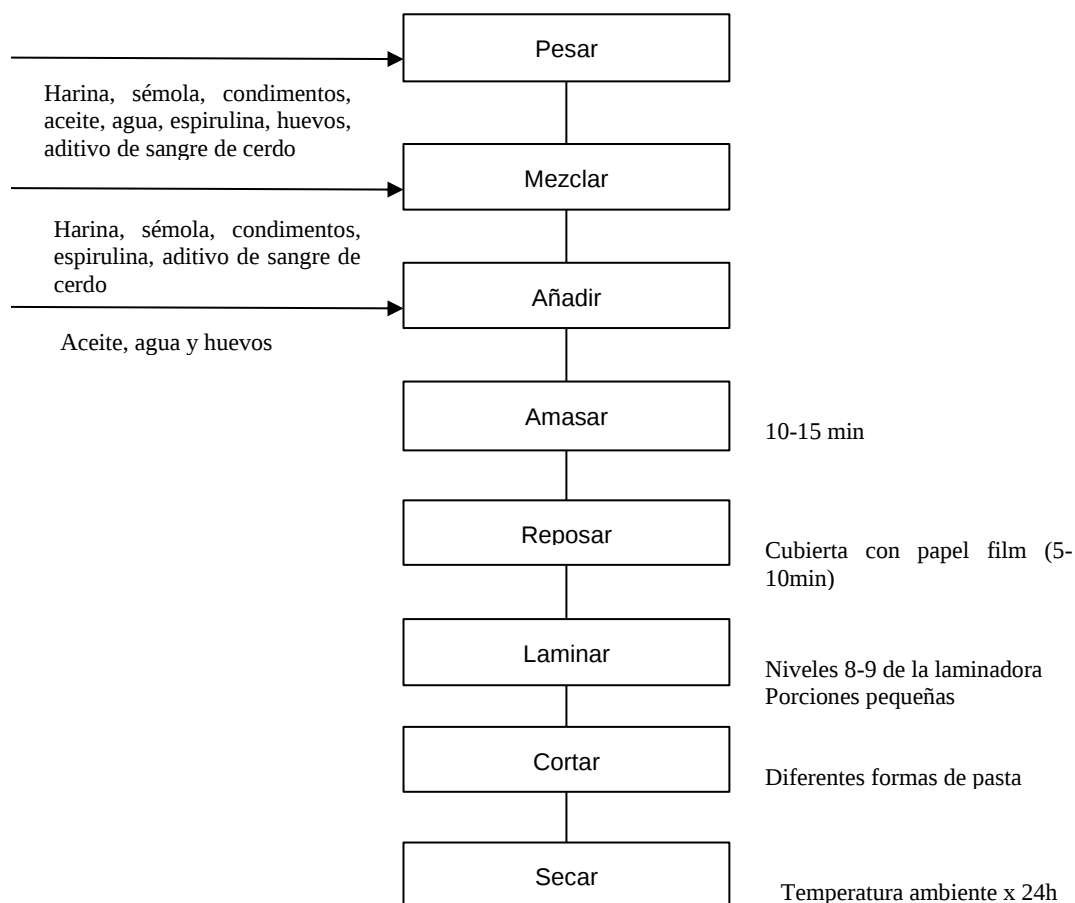


Gráfico N° 1 Diagrama de Flujo de la elaboración de pasta fortificada

Análisis Bromatológico La me:

La metodología empleada para el análisis de la composición nutricional de la muestra fue la siguiente: la humedad se determinó utilizando el método 925.10 descrito por la AOAC; las cenizas, mediante el método 942.03 de la AOAC; la grasa, por el método de Soxhlet; la fibra, según el método 978.10-4.6.02 de la AOAC; y la proteína, con el método 954.01 de la AOAC. Los carbohidratos se estimaron por diferencia, restando del 100% la suma de los porcentajes obtenidos de humedad, cenizas, grasa y proteínas, estos análisis se hicieron por duplicado.

Análisis microbiológico:

La metodología del análisis microbiológico incluyó la medición de los recuentos de mesófilos totales según la norma INEN 1 375:2000. Se evaluó la presencia de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva por gramo mediante el método de Agar Manitol Salado, incubando las muestras durante 24 horas a 35 grados centígrados mediante siembra en superficie. Los aerobios mesófilos se cuantificaron en unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g), y el Número Más Probable (NMP) de coliformes totales por gramo se determinó utilizando el método de Agar Tripticasa Soya, incubando las muestras durante 48 horas a 30 grados centígrados mediante la técnica Pour Plate. El NMP de coliformes fecales por gramo se evaluó mediante el método de Placas Petrifilm, incubando las muestras durante 24 horas a 35 grados centígrados. Además, se midió el recuento de mohos y levaduras por gramo utilizando el método de Agar Papa Dextrosa.

El análisis microbiológico se basó en los establecido por la NTE INEN 1375:2000, abarcando los siguientes ensayos:

Tabla 1. Requisitos Microbiológicos para Pastas Alimenticias o Fideos Secos según la NTE INEN 1 375:2000

Microorganismo	Índice	Unidad	Método de ensayo
Aerobios mesófilos ufc/g	≤ 1	1,0 x 10 ³	NTE INEN 1529-1
MP de coliformes /g	≤ 1	25	NTE INEN 1529-1
MP de coliformes fecales / g	≤ 1	< 3	NTE INEN 1529-1
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva/g	≤ 1	ausencia	NTE INEN 1529-1
Recuento de Mohos y levaduras/g	≤ 1	3,0 x 10 ³	NTE INEN 1529-1

(Instituto Ecuatoriano de Normatización, 1999)

Análisis Sensorial:

Se realizó un análisis sensorial con la participación de estudiantes de diferentes facultades de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) para evaluar la aceptabilidad de dos muestras de fideos: Muestra 742 (con 10 g de espirulina y 15 g de sangre de cerdo) y Muestra 520 (con 10 g de espirulina y 10 g de sangre de cerdo). El estudio empleó una escala hedónica semi estructurada para medir cuatro atributos clave: olor, color, sabor y textura, donde los evaluadores asignaron puntuaciones de 0 a 9, siendo 0 "no me gusta en absoluto" y 9 "me gusta mucho".

Los datos fueron procesados en Excel y luego analizados en StatGraphics Centurion mediante una prueba ANOVA de un factor, utilizando como variable dependiente cada atributo sensorial y como factor el número de muestra. El análisis se complementó con un test de Tukey para identificar diferencias significativas entre las muestras en los atributos sensoriales y bromatológicos, permitiendo así una evaluación precisa de las preferencias de los consumidores (Statgraphics Technologies, 2023).

El único criterio de exclusión fue la alergia al gluten, lo que garantizó la seguridad de los participantes. El panel estuvo compuesto por estudiantes y profesores, lo que aportó una diversidad clave en la muestra de evaluadores. Las pruebas se realizaron en un entorno controlado, dentro de las aulas de la PUCE, en un horario adecuado para evitar la fatiga o el hambre que pudieran afectar la percepción sensorial. Estas condiciones aseguraron la fiabilidad de los resultados, proporcionando una base sólida para el desarrollo y mejora de los fideos fortificados. Esta metodología garantiza una evaluación objetiva de las formulaciones de fideos enriquecidos, proporcionando datos confiables sobre su aceptabilidad sensorial (Ye et al., 2023).

RESULTADOS

Resultados de Análisis Bromatológico

El análisis bromatológico de los fideos fortificados con espirulina y sangre de cerdo reveló diferencias importantes entre las dos formulaciones evaluadas. La Muestra 742 (10 g de espirulina y 15 g de sangre de cerdo) mostró un contenido significativamente mayor de hierro (4,35 mg/kg) en comparación con la Muestra 520 (10 g de espirulina y 10 g de sangre de cerdo), que solo contenía 2,742 mg/kg de este mineral. Este resultado es notable, ya que el hierro, particularmente en su forma hemo, es crucial para prevenir y combatir la anemia ferropénica, especialmente en poblaciones vulnerables como niños y mujeres embarazadas (Reyes Narváez et al., 2019). La inclusión de sangre de cerdo en la Muestra 742 explica este mayor contenido de hierro, ya que se ha demostrado que los subproductos animales, como la sangre, son ricos en hierro biodisponible y eficaces para mejorar los niveles de hemoglobina en humanos (Kongkachuichai et al., 2002).

Además del hierro, se observó un contenido notablemente mayor de calcio en la Muestra 742 (935,346 mg/kg) en comparación con la Muestra 520 (73,562 mg/kg). El calcio es un mineral esencial para la salud ósea, y su deficiencia puede conducir a problemas como la osteoporosis y el raquitismo en niños. Por lo tanto, la Muestra 742 se presenta como una opción fortificada interesante para apoyar el desarrollo óseo en la infancia, un grupo etario particularmente vulnerable a deficiencias nutricionales (Ross et al., 2011). La espirulina, si bien es conocida por su perfil proteico y antioxidante, también contribuye al contenido de minerales como el calcio, haciendo que esta combinación con sangre de cerdo sea altamente prometedora desde una perspectiva nutricional.

Estudios previos han mostrado que la combinación de espirulina con otras fuentes proteicas puede mejorar significativamente el valor nutricional general, sugiriendo que ajustes en la formulación de la Muestra 742 podrían ser necesarios para mejorar su balance proteico sin comprometer su alto contenido en minerales (Hayashi et al., 1994).

Tabla 2. Resultados de Análisis Bromatológico de Fideos Enriquecidos con Espirulina y Sangre de Cerdo en 100 gramos

Muestra	Húmeda %	Ceniz %	Gras %	Fibr %	Proteín %	CH %	Hierro (mg/kg)	Calcio (mg/kg)
0	44	21	25	2	,10	,00	,42	5,62
2	36	12	,46	37	40	,09	,571	5,346

Fuente: Análisis laboratorio de Química PUCE

El análisis de los componentes nutricionales de la muestra en relación con los requerimientos diarios recomendados (RDA) para un niño de 5 años revela que este producto cubre una porción significativa de varias necesidades nutricionales. En cuanto a las grasas, la muestra proporciona el 38.2% del requerimiento diario, mientras que en fibra cubre el 35.48%, lo cual es beneficioso para una buena salud digestiva. En proteínas, se alcanza el 49.47% de las necesidades diarias, lo que es clave para el crecimiento y desarrollo infantil. En términos de carbohidratos, este producto aporta el 43.15% del requerimiento diario, contribuyendo significativamente a la energía necesaria para el niño. En cuanto a los micronutrientes, la muestra cubre el 43.57% del hierro recomendado, crucial para prevenir la anemia, y el 9.35% del calcio necesario, fundamental para el desarrollo óseo. En conjunto, este producto presenta una buena fuente de nutrientes esenciales para el desarrollo de un niño de 5 años, especialmente en proteínas, carbohidratos y hierro, aunque el aporte de calcio es relativamente bajo y requeriría complementación en la dieta diaria (FAO/WHO, 2005) (Ross et al., 2011).

Resultados de Análisis Microbiológico

En cuanto a los análisis microbiológicos las dos muestras superaron ampliamente los estándares establecidos por la norma NTE INEN 1375:2000, con conteos muy bajos de coliformes totales (<10 UFC/g), aerobios mesófilos ($<10^{-4}$ UFC/g) y mohos y levaduras ($<10^{-2}$ UFC/g). Esto demuestra que los fideos producidos no solo cumplen con los requisitos establecidos por la Norma INEN, sino que superan los requisitos microbiológicos de seguridad alimentaria. Esto indica que las prácticas de producción y control de calidad aplicadas fueron altamente efectivas, resultando en un producto con una calidad microbiológica superior. La ausencia casi total de microorganismos patógenos y de deterioro sugiere que el proceso de fabricación está bien controlado y que los productos son seguros para el consumo.

Resultados de Análisis Sensorial

Tabla3. Resultados de Análisis Sensorial de Fideos Enriquecidos con Espirulina y Sangre de Cerdo

Muestra	Sabor	Textura	Olor	Color
520	6.39±10.15	6.4±2.06	5.3±2.63	4.24±2.57
742	5.76±2.28	6.67±1.85	5.42±2.72	3.36±2.37

En cuanto al sabor, la muestra 520 presenta una desviación estándar considerablemente mayor (10,19) comparada con la muestra 742 (2,28), indicando una mayor variabilidad en la percepción del sabor entre los evaluadores. Ambas muestras comparten la misma letra (a), sugiriendo que no hay diferencias significativas en sabor según el análisis estadístico. Las puntuaciones de textura son similares para ambas muestras y también comparten la misma letra (a), lo que indica una percepción de textura consistente y sin diferencias significativas, con bajas desviaciones estándar que reflejan una evaluación uniforme entre los evaluadores.

Para el olor, las puntuaciones y desviaciones estándar son casi idénticas, lo que indica una percepción similar y consistente entre las dos muestras. Ambas comparten la letra (a), señalando la ausencia de diferencias significativas en este atributo. En cuanto al color, las muestras presentan letras diferentes (a y b), lo que indica una diferencia significativa; la muestra 520 tiene una puntuación más alta (4,24) frente a la muestra 742 (3,36), sugiriendo una preferencia por la apariencia de la muestra 520. La principal diferencia en la composición es la cantidad de sangre de cerdo utilizada, siendo un 50% mayor en la muestra 742, lo que podría explicar la diferencia significativa en el color. Sin embargo, esta variación no afecta significativamente el sabor, la textura o el olor. Este análisis puede guiar futuras formulaciones para optimizar las características sensoriales de los fideos (Cordella et al., 2011).

DISCUSIÓN

En el presente análisis, se evaluaron diferentes tipos de fideos disponibles en el mercado ecuatoriano, enfocados en su contenido de hierro. Los productos incluidos en este estudio abarcan fideos fortificados exclusivamente con hierro.

Tabla 2: Contenido de Hierro en Diferentes Tipos de Fideos Fortificados

Tipo de fideo	Forma	Contenido de Fe +2 mg/k
Nutrifideo	Spaghetti	43,57
(Harina de trigo, espirulina, sangre de cerdo)		
Spaghetti especial N° 5	Spaghetti	27,44
(Harina de trigo fortificada con hierro)		
Nido fidellini	Cabello de ángel	30,75
(Harina de trigo fortificada con hierro)		
Instantáneo - Rapidito	Otras formas	32,57
(Harina de trigo fortificada con hierro)		
Paca**	Spaghetti	60
Reggia**	Spaghetti	0

Oriental**	Spaghetti	63
Santorino**	Spaghetti	0
Sumesa **	Spaghetti	3

(Maleza Mosquera, 2024)* y observación de campo del etiquetado de fideos**

Nutrifideo no solo se distingue por su contenido de hierro (43,57 mg/kg), sino también por la calidad de dicho hierro, ya que contiene hierro hem proveniente de la sangre de cerdo, lo que mejora significativamente su absorción en el organismo en comparación con el hierro no hem presente en los productos fortificados (Álvarez-Navarrete & Vásquez-Giler, 2024). El hierro hem tiene una biodisponibilidad mucho mayor, lo que significa que el cuerpo lo puede absorber de manera más eficiente, siendo especialmente relevante en la prevención de la anemia y otras deficiencias nutricionales relacionadas con el hierro. Aunque productos como Paca (60 mg/kg) y Oriental (63 mg/kg) tienen un contenido de hierro más alto, este es hierro no hem, que tiene una tasa de absorción más baja. Por otro lado, las marcas como Reggia y Santorino, con un contenido de hierro nulo, y Sumesa, con solo 3 mg/kg, aportan muy poco a las necesidades nutricionales en términos de hierro, lo que los convierte en opciones menos favorables para mejorar los niveles de hierro en la dieta. En resumen, Nutrifideo no solo ofrece una cantidad significativa de hierro, sino que su tipo de hierro hem lo convierte en una opción nutricionalmente superior para mejorar la absorción y el aporte de hierro en el organismo.

La fortificación de alimentos es una estrategia clave para mejorar la ingesta de nutrientes esenciales en la población. En este contexto, los fideos fortificados con hierro representan una opción valiosa para aumentar la disponibilidad de este mineral en la dieta diaria (Allen et al., 2017).

En este contexto, los fideos fortificados con hierro se presentan como una opción valiosa para incrementar la ingesta de este mineral en la dieta diaria. En el análisis actual, se evaluaron diversos tipos de fideos disponibles en el mercado ecuatoriano, con un enfoque específico en su contenido de hierro. Los productos analizados en este estudio incluyen fideos que han sido fortificados exclusivamente con este micronutriente.

Los resultados del análisis microbiológico revelan que el proceso de producción de los fideos es efectivo en la eliminación de microorganismos patógenos y de deterioro, lo que asegura la calidad y

seguridad del producto. Este hallazgo es crucial para su comercialización, ya que cumple con los estándares nacionales de seguridad alimentaria.

En cuanto al análisis bromatológico, la Muestra 742 se destacó por su alto contenido de hierro y calcio, lo que la convierte en la opción más adecuada para combatir la anemia infantil, especialmente en regiones vulnerables como Pastaza, Ecuador. Aunque la Muestra 520 cumplió con el contenido proteico mínimo requerido, su bajo contenido de hierro en comparación con la Muestra 742 limita su eficacia en la prevención de la anemia. Sin embargo, futuros ajustes en la formulación, como la adición de proteínas, podrían mejorar aún más su perfil nutricional.

Desde el punto de vista sensorial, ambos productos fueron bien aceptados por los consumidores, aunque el color de la Muestra 520 fue el preferido. Esto sugiere que pequeñas modificaciones en la cantidad de sangre de cerdo podrían mejorar la percepción visual del producto sin comprometer su valor nutricional.

CONCLUSIÓN

La adaptación de las formulaciones analizadas permite modificar los productos para optimizar su contenido nutricional, asegurando que sean adecuados para diferentes grupos de edad y requerimientos dietéticos específicos. Esta flexibilidad en la formulación facilita la personalización de los alimentos, garantizando que cumplan con las necesidades nutricionales tanto de niños como de adultos, y de aquellos con necesidades especiales, como personas con deficiencias nutricionales o condiciones de salud específicas.

Este enfoque estratégico no solo implica la creación de opciones alimenticias más saludables y equilibradas, sino que también fomenta la diversidad en la alimentación diaria, ofreciendo una variedad de productos fortificados con nutrientes esenciales que pueden ayudar a prevenir enfermedades relacionadas con la dieta, como la anemia ferropénica. En conjunto, este enfoque integral contribuye de manera significativa a mejorar la salud y asimismo, fomenta el desarrollo de hábitos alimenticios más saludables a lo largo de la vida, al ofrecer alimentos que no solo satisfacen las demandas nutricionales diarias, sino que también promueven la prevención de enfermedades. Este tipo de innovación alimentaria tiene un gran potencial para influir positivamente en la salud pública,

ayudando a mejorar la calidad de vida de las personas y reduciendo los índices de enfermedades asociadas con carencias nutricionales.

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este proyecto. En primer lugar, agradecemos a la Mgtr. Gabriela Cueva Tirira por su valiosa colaboración en la ejecución de las pruebas bromatológicas, cuyo análisis fue esencial para determinar la calidad nutricional de las formulaciones. Extensivos agradecimientos al Mgtr. Fernando Santa Cruz, por su dedicación en la realización de las pruebas microbiológicas, garantizando la seguridad y viabilidad de los productos desarrollados.

Finalmente, expresamos nuestra gratitud a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por su apoyo continuo y los recursos proporcionados a lo largo de todo el proceso de investigación. Su compromiso con el desarrollo de proyectos innovadores ha sido un pilar fundamental para el éxito de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, L., Benoist, B., Dary, O., & Hurrell, Richard. (2017). *Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes. Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.*

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255541/9789243594019-spa.pdf>

Álvarez-Navarrete, P. J., & Vásquez-Giler, Y. A. (2024). Anemia ferropénica y desarrollo ponderal en niños menores de dos años de Ecuador. *MQRInvestigar*, 8(1), 652–666.

<https://doi.org/10.56048/mqr20225.8.1.2024.652-666>

Bahrami, A., Khorasanchi, Z., Tayefi, M., Avan, A., Seifi, N., Tavakoly Sany, S. B., Ferns, G. A., Bahrami-Taghanaki, H., & Ghayour-Mobarhan, M. (2020). Anemia is associated with cognitive impairment in adolescent girls: A cross-sectional survey. *Applied Neuropsychology: Child*, 9(2), 165–171. <https://doi.org/10.1080/21622965.2018.1550405>

Cordella, C. B. Y., Leardi, R., & Rutledge, D. N. (2011). Three-way principal component analysis applied to noodles sensory data analysis. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 106(1), 125–130. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2010.05.017>

- Deaconu, A., Berti, P. R., Cole, D. C., Mercille, G., & Batal, M. (2021). Market foods, own production, and the social economy: How food acquisition sources influence nutrient intake among ecuadorian farmers and the role of agroecology in supporting healthy diets. *Sustainability (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/su13084410>
- FAO/WHO. (2005). *Vitamin and mineral requirements in human nutrition* (FAO/WHO, Ed.; 2nd ed., Vol. 2). World Health Organization.
- Freire, W., María José, R., Philippe, B., María José, M., Katherine, S., Natalia, R., Kléver Sáenz, Pamela, P., Luis Fernando, G., & Rafaél, M. (2020). *Encuesta de salud y Nutrición ENSANUT* (Vol. 2, Issue 1, pp. 1–9). <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- González Álvarez, R., Barrera García, A., Guerra Morffi, A. B., & Medina Mendieta, J. F. (2021). Evaluación de la estabilidad y análisis de la capacidad del proceso de producción de una empresa de pastas alimenticias. *Visión de Futuro*, 26, No 1-2021, 206–230. <https://doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2021.26.01.006.es>
- Hayashi, O., Katoh, T., & Okuwaki, Y. (1994). Enhancement of Antibody Production in Mice by Dietary *Spirulina platensis*. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 40(5), 431–441. <https://doi.org/10.3177/jnsv.40.431>
- INEC. (2023). *Encuesta Nacional de Desnutrición Infantil (ENDI)*. Web Page. [os/web-inec/ENDI/Presentacion_de_Resultados_ENDI_R1.pdf](https://os.web-inec/ENDI/Presentacion_de_Resultados_ENDI_R1.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normatización. (1999). *Norma INEN 1 375: 2000 Pastas alimenticias o Fideos*.
- Kongkachuichai, R., Napatthalung, P., & Charoensiri, R. (2002). Heme and Nonheme Iron Content of Animal Products Commonly Consumed in Thailand. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(4), 389–398. <https://doi.org/10.1006/jfca.2002.1080>
- Liyew, A. M., & Teshale, A. B. (2020). Individual and community level factors associated with anemia among lactating mothers in Ethiopia using data from Ethiopian demographic and health survey, 2016; a multilevel analysis. *BMC Public Health*, 20(1), 775. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08934-9>
- Maleza Mosquera, A. B. (2024). *Estudio comparativo del contenido de hierro de fortificación en diferentes marcas de fideos comercializadas en el Ecuador*. [2024]. Universidad Central del Ecuador.

- Marzban, M., Nabipour, I., Farhadi, A., Ostovar, A., Larijani, B., Darabi, A. H., Shabankari, E., & Gholizade, M. (2021). Association between anemia, physical performance and cognitive function in Iranian elderly people: evidence from Bushehr Elderly Health (BEH) program. *BMC Geriatrics*, 21(1), 329. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02285-9>
- Reyes Narváez, S. E., Contreras Contreras, A. M., & Oyola Canto, Ma. S. (2019). Anemia y desnutrición Infantil en zonas rurales: Impacto de una intervención integral a nivel C comunitario. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 21(3), 205–214. <https://doi.org/10.18271/ria.2019.478>
- Ross, C., Taylor Christine, Yaktine, A., & Del Valle, H. (2011). Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. In *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13050>
- Sharma, N., Sharma, S., Singh, B., & Kaur, G. (2020). Stability evaluation of iron and vitamin A during processing and storage of fortified pasta. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 12(2), 50–60. <https://doi.org/10.15586/qas2019.656>
- Statgraphics Technologies, Inc. (2023). *STATGRAPHICS 19 Centurion* (19). Statgraphics Technologies, Inc.
- Sunuwar, D. R., Singh, D. R., Chaudhary, N. K., Pradhan, P. M. S., Rai, P., & Tiwari, K. (2020). Prevalence and factors associated with anemia among women of reproductive age in seven South and Southeast Asian countries: Evidence from nationally representative surveys. *PLOS ONE*, 15(8), e0236449. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236449>
- Ye, L., Zheng, W., Li, X., Han, W., Shen, J., Lin, Q., Hou, L., Liao, L., & Zeng, X. (2023). The Role of Gluten in Food Products and Dietary Restriction: Exploring the Potential for Restoring Immune Tolerance. *Foods*, 12(22), 4179. <https://doi.org/10.3390/foods12224179>