

ARTÍCULO ORIGINAL

Formulación de una mezcla de hierro hemínico, cacao y camu-camu en polvo instantáneo a base de quinua roja

Formulation of a mixture of heme iron, cocoa and instant powder camu-camu based on red quinoa

Cynthia Paola Rodríguez Cruzado^{ID 1a}, Catherine Salcedo Robles^{ID 1b}, Cindy Victoria Morán González^{ID 1c}, Ivette Lara Sosa^{2d}, Leibnitz Romario Sánchez Banda^{ID 1e}, Cynthia Linniete Rodríguez Mázmela^{ID 1f*} y Jesús Alfredo Obregón Domínguez^{ID 3g}

¹ Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial Chavimochic (CITEagroindustrial Chavimochic), Instituto Tecnológico de la Producción (ITP), La Libertad, Perú

² ABC SUPPLY S.A.C, Lima, Perú

³ DATA ENGINEERING E.I.R.L., Lima, Perú

^a crodriguezc@itp.gob.pe, ^bcitegrocchavi04@itp.gob.pe, ^ccmoran@itp.gob.pe, ^divetlas80@gmail.com,
^eciteagrochavi05@itp.gob.pe, ^fcrodriguezm@itp.gob.pe, ^gdata.engineering.peru@gmail.com

* Autor de correspondencia

Resumen

En la presente investigación se evaluó el efecto de las mezclas de hierro hemínico, cacao y camu-camu en polvo instantáneo a base de quinua roja, donde se evaluó el atributo de sabor en panelistas niños de 4 a 6 años, mediante escala hedónica, para ello, las mezclas fueron reconstituidas en 60 ml de leche a temperatura no menor de 50°C. Para la elaboración del producto se generó un diseño de mezclas D-optimal con hierro hemínico (2 – 8%), polvo de cacao (30 – 42%) y camu – camu atomizado (2 – 14%). Se evidenció que el modelo cúbico completo fue significativo ($p < 0.05$), además, de presentar un coeficiente de determinación R^2 de 99.99%. Se determinó que la mezcla óptima predicha de hierro hemínico al 8.00%, polvo de cacao al 33.13% y camu-camu atomizado al 4.87%, permitió obtener mayor aceptación de sabor predicha de 4.72 puntos con intervalo de confianza al 95% de 4.61 a 4.83, con referencia a una escala hedónica de 5 puntos.

Palabras claves: hierro hemínico, polvo instantáneo, diseño de mezclas, mezcla óptima

Abstract

In the present investigation, the effect of the mixtures of heme iron, cocoa and camu-camu in instant powder based on red quinoa was evaluated, where the taste attribute was evaluated in children panelists from 4 to 6 years old, by means of a hedonic scale, to Therefore, the mixtures were reconstituted in 60 ml of milk at a temperature not lower than 50°C. For the elaboration of the product, a design of D-optimal mixtures with heme iron (2 – 8%), cocoa powder (30 – 42%) and atomized camu – camu (2 – 14%) will be followed. It was evidenced that the complete cubic model was significant ($p<0.05$), in addition to presenting a determination coefficient R^2 of 99.99%. It was concluded that the optimal predicted mixture of heme iron at 8.00%, cocoa powder at 33.13% and atomized camu-camu at 4.87%, obtained greater predicted flavor acceptance of 4.72 points with a 95% confidence interval of 4.61 to 4.83, with reference to a 5-point hedonic scale.

Keywords: heme iron, instant powder, mix design, optimal mix

Introducción

En el Perú, la anemia constituye uno de los problemas de salud pública más importantes presentado. Teniendo la deficiencia de hierro como la causa más habitual de anemia en el niño que prevalece mayormente en la edad preescolar (Programa Mundial de Alimentos, 2019). Para el 2020, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática, la prevalencia de anemia fue del 40.0%, en los niños de 6 a 36 meses de edad, registrándose mayor incidencia en el área rural (48.4%), que la urbana (36.7%). (INEI, 2021)

Este es un inconveniente para la salud pública en países como Perú, donde el niño es un pilar fundamental en el desarrollo económico de un país e inaceptable que su salud se encuentre perjudicada, esto comprendiendo que hasta los 5 años de vida se consolida la estructura básica del desarrollo cerebral (Ministerio de Salud, 2017).

La anemia por deficiencia de hierro se debe a un bajo consumo de alimentos que contienen este mineral, como ha sido descrito a nivel nacional por las encuestas de consumo de alimentos del CENAN y por estimaciones a partir de la encuesta de hogares - ENAHO (Ministerio de Salud, 2017). Desde la perspectiva del tratamiento de la anemia, por su alta biodisponibilidad destaca el hierro de origen animal denominado hemínico, el cual se absorbe con mayor facilidad en el organismo humano, teniendo entre 15 y 40%

de absorción (INS, 2021). La base científica indica que la sangre es una de las principales fuentes de hierro existentes, además de tener alto contenido de proteínas (Beltran Fernandez & Perdono Robayo, 2007)

La FAO, organismo internacional de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación menciona que la fortificación de alimentos es una forma de procesamiento de especial interés para los nutricionistas. Cuando se utiliza adecuadamente puede ser una estrategia para controlar la carencia de nutrientes, definiéndose, así como la adición de uno o más nutrientes a un alimento a fin de mejorar su calidad para las personas que lo consumen en general, con el objeto de reducir o controlar una carencia de nutrientes. La fortificación de los alimentos ofrece una estrategia importante para ayudar al control de tres carencias principales de micronutrientes, en particular la carencia de yodo, vitamina A y hierro. (Organización de las Naciones Unidas - Colección FAO: Alimentación y Nutrición N° 29, 2002).

De esta manera, la FAO, considera a la quinua como uno de los alimentos más promisorios de la humanidad no solo por sus grandes propiedades benéficas y por sus múltiples usos, sino también por considerarla como una alternativa para solucionar los graves problemas de nutrición humana (FAO/PROINPA, 2013). Los granos andinos con la adición de hierro hemínico, mejoran los niveles de proteínas y hierro, estos últimos componentes nutritivos, en sus niveles adecuados, disminuyen el problema de la anemia especialmente en la población infantil. (Anaya González, y otros, 2020).

Según el Ministerio de Salud de Costa Rica, el hierro es uno de los nutrientes más difíciles de obtener porque las cantidades presentes en los alimentos son muy pequeñas y, además, no todo el hierro es absorbible por el organismo. (Monge Rojas, 2021). El NIH - National Institutes of Health, menciona que el hierro está en los alimentos de dos formas: hierro hemo y hierro no hemo. El cuerpo absorbe mejor el hierro hemo encontrándolo en los alimentos de origen animal, sin embargo, los alimentos de origen vegetal y alimentos fortificados con calcio contienen hierro no hemo y para mejorar la absorción del hierro de fuentes vegetales, deben acompañarse con carnes, aves, mariscos y alimentos con vitamina C (como cítricos, fresas, pimientos dulces, tomates y brócoli). (National Institutes of Health, 2021). El Minsa indica que el hierro hemo es la mejor opción para la suplementación de hierro por su mayor biodisponibilidad y menor irritabilidad gastrointestinal, (MINSA, 2012).

El camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh) tiene un alto contenido de vitamina C, 2780 mg/100 g de pulpa (Cunha-Santosa, Viganó, Neves , Martínez, & Godoy, 2019), también tiene propiedades astringentes, antiinflamatorias, nutricionales y se caracteriza por niveles notables de antocianinas, calcio, hierro, niacina, fósforo, riboflavina y tiamina (Azevedo,, y otros, 2018). Así también, el Cacao además de sus propiedades sensoriales, destaca por un gran número de componentes funcionales que cada vez más se asocian con beneficios para la salud cardiovascular. Estas propiedades se les confieren principalmente a los compuestos antioxidantes como polifenoles y flavonoides (Durá Esteve, 2016).

En referencia a lo anteriormente mencionado se planteado la siguiente investigación que tuvo como objetivo determinar la mezcla óptima predicha de hierro hemínico, polvo de cacao y camu-camu atomizado, que permita obtener mayor aceptación de sabor de polvo instantáneo a base de harina gelatinizada de quinua roja.

Material y métodos

Formulación base

Los ingredientes utilizados para la mezcla de polvo instantáneo a base de harina gelatinizada de quinua roja fortificado con hierro hemínico, polvo de cacao y camu-camu atomizado se muestran en la Tabla 1. Para la elaboración de la formulación base, se adquirieron productos comerciales de las siguientes marcas; FZBIOTECH, Machu Picchu Foods y Agroindustrial del Perú respectivamente. Posterior a ello, se realizó un diseño de mezclas D-optimal con un total de 11 tratamientos, con la finalidad de obtener un producto fortificado con hierro y aceptado en sabor por los consumidores niños. Los ingredientes en polvo: hierro hemínico, polvo de cacao y camu-camu atomizado (46% del total de la formulación en la mezcla), harina gelatinizada de quinua roja (53% constante para todos los tratamientos) y maltodextrina (1% constante para todos los tratamientos) se homogenizaron de manera manual y envasaron “en bolsitas de polietileno de 2.4 gr”, previamente se realizó un análisis sensorial basado en una proporción de una cucharadita de 4 gr de producto diluido en 200 ml de agua o leche. (ración recomendada en productos comercialmente similares).

Tabla 1

Diseño de mezclas para la formulación base

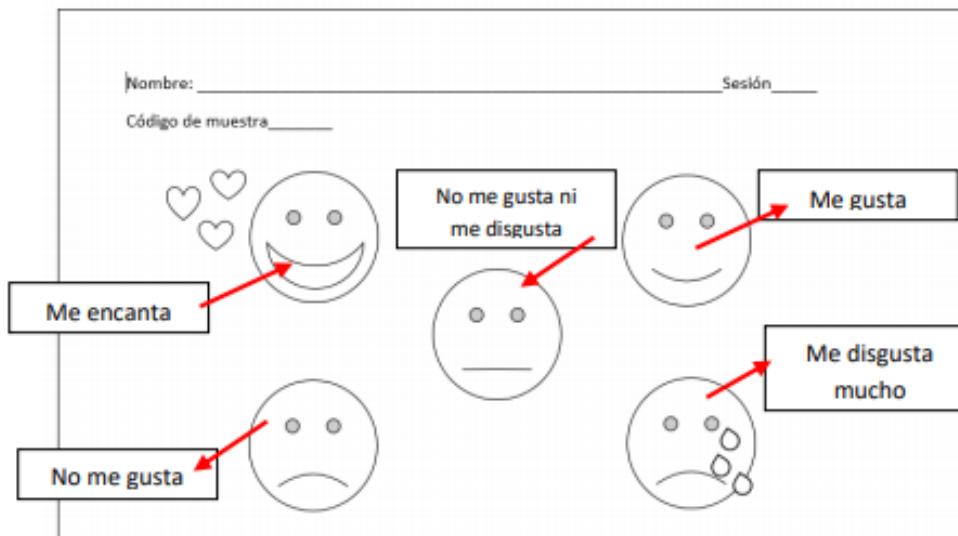
Hierro	Polvo de	Camu camu	Harina gelatinizada	Maltodextrina
2.00	30.00	14.00	53.00	1.00
2.00	42.00	2.00	53.00	1.00
2.00	36.68	7.32	53.00	1.00
7.49	30.00	8.51	53.00	1.00
8.00	35.89	2.11	53.00	1.00
5.01	38.99	2.00	53.00	1.00
5.86	33.95	6.19	53.00	1.00
2.92	32.88	10.20	53.00	1.00
2.10	39.30	4.60	53.00	1.00
4.48	30.00	11.52	53.00	1.00
4.36	36.73	4.91	53.00	1.00

Análisis sensorial

Se realizó un análisis sensorial de aceptabilidad general en referencia al atributo de sabor mediante 32 consumidores niños entre las edades de 3 a 5 años del Jardín “San Silvestre” ubicado en la localidad de Virú, departamento de La Libertad. Las muestras de 2.4 gramos de producto se diluyeron en 60 ml de agua a temperatura no menor de 50 °C. Los niños degustaron el producto y se les pidió colorear la carita de acuerdo al grado de percepción de la satisfacción del sabor a una escala hedónica de 5 puntos (Figura 1), donde “Me disgusta mucho” presenta una puntuación de uno y “Me encanta” hace referencia a la puntuación de cinco.

Figura 1

Ficha de evaluación sensorial



Resultados

En la Tabla 2 se presenta el análisis de varianza para modelos de la aceptabilidad general de sabor de la mezcla de hierro hemínico, polvo de cacao y camu-camu atomizado en polvo instantáneo a base de harina gelatinizada de quinua roja, donde se observa que el modelo cúbico completo fue significativo ($p<0.05$), además existió un coeficiente de determinación R^2 fue de 99.99%, por lo que este modelo tuvo la capacidad de predecir el fenómeno en estudio.

Tabla 2

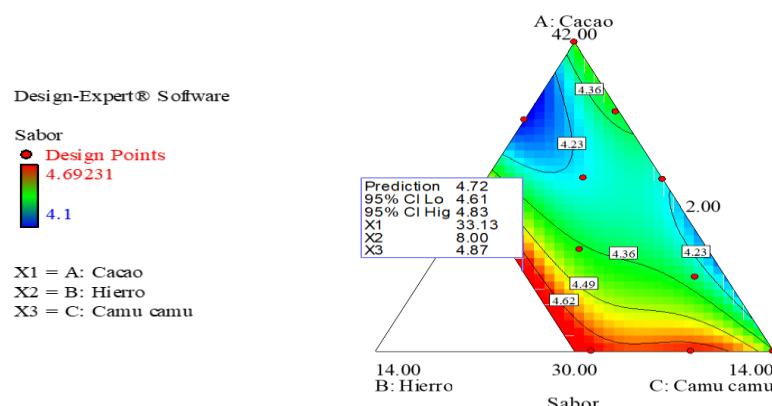
Análisis de varianza para modelos de la aceptabilidad general de sabor de la mezcla de hierro hemínico, cacao y camu-camu en polvo instantáneo a base de quinua roja

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media	F	p
Media	214.440513	1	214.440513		
Lineal	0.130302971	2	0.065151486	2.0060043	0.1967
Cuadrático	0.156824765	3	0.052274922	2.5375894	0.1704
Cúbico especial	0.000197231	1	0.000197231	0.0076741	0.9344
Cúbico completo	0.10277152	3	0.034257173	1057.6323	0.0226
Residual	3.23904E-05	1	3.23904E-05		
Total	214.8306418	11	19.53005835		
R^2			99.99%		
R^2 -ajustado			99.92%		

Se presenta en la Figura 2, la superficie de contornos para aceptabilidad general de sabor de la mezcla de hierro hemínico, polvo de cacao y camu-camu atomizado en polvo instantáneo a base de harina de gelatinizada quinua roja, donde se observa que la mezcla óptima predicha de polvo de cacao al 33.13%, hierro hemínico al 8.00% y camu-camu atomizado al 4.87%, permitió obtener mayor aceptación de sabor predicho de 4.72 puntos con intervalo de confianza al 95% de 4.61 a 4.83 (con referencia a una escala hedónica de 5 puntos).

Figura 2

Superficie de contornos para aceptabilidad general de sabor de la mezcla de hierro hemínico, cacao y camu-camu en polvo instantáneo a base de quinua roja



Discusiones

La evaluación sensorial de la mezcla de hierro hemínico, polvo de cacao y camu-camu atomizado en polvo instantáneo a base de harina gelatinizada de quinua roja se realizó con 35 panelistas niños entre las edades de 4 a 6 años mediante una prueba de aceptabilidad con escala hedonica de 5 puntos, obteniendo una aceptación de 4.72 puntos ($p<0.05$), coincidiendo con (Muñoz Paye, 2020), y (Bernabel-Rodríguez & Orahulio-Blas, 2020), que evaluaron la aceptabilidad de un producto fortificado con hierro hemínico en niños de 3 a 5 años mediante una prueba hedónica de 5 y 3 puntos logrando una aceptabilidad alta (82.3%) con valor de me gusta.

También, se evaluó que la incorporación de cacao evitó que los panelistas percibieran el sabor del hierro hemínico, tal como lo indica (León Rubiano, 2017), que desarrolló galletas fortificadas con hierro hemínico y realizó un análisis de aceptabilidad general de 5 puntos comprobando que la incorporación de cacao evitó que los panelistas percibieran el sabor metálico de la hemoglobina. Además, como indica (Durán, Villalobos, Churio, Pizarro, & Valenzuela, 2017), el hierro hemínico o hierro hemo atomizado enmascara el sabor metálico que representa, ya que los materiales encapsulantes cumplen una función de barrera previniendo el contacto directo entre el hierro y los receptores gustativos.

La formulación de la mezcla en polvo instantánea lleva como ingrediente base la quinua roja, cultivo con alto valor nutricional. (FAO/PROINPA, 2013), mencionan que la quinua tiene un alto contenido de hierro comparado con los alimentos básicos (leche, carne y huevo), éste es definido como hierro vegetal (hiero no hemínico). (Cardero Reyes, Sarmiento González, & Selva Capdesuñer, 2009) y (Bastías M. & Cepero B., 2016), mencionan que existen diversos factores que potencian o inhiben la absorción del hierro no heme. El potenciador mejor conocido es la vitamina C, puesto que facilita la absorción de hierro a nivel gastrointestinal y permite una mayor movilización de este mineral. Para ello, la formulación también lleva como ingrediente el camu-camu que de acuerdo con Acevedo 2018, tiene un alto contenido de vitamina C.

Conclusión

Se determinó que la mezcla óptima predicha de hierro hemínico al 8.00%, polvo de cacao al 33.13% y camu-camu atomizado al 4.87%, permitió obtener mayor aceptación de sabor predicho de 4.72 puntos con intervalo de confianza al 95% de 4.61 a 4.83, con referencia a una escala hedónica de 5 puntos.

Agradecimientos e información de financiamiento

Agradecimiento especial a la empresa ABC SUPPLY S.A.C. por permitir la difusión de los resultados del desarrollo de la Formulación de una mezcla de hierro hemínico, cacao y camu-camu en polvo instantáneo a base de quinua roja.

Contribución de autoría

Cyntia Paola Rodríguez Cruz: Ejecución de la formulación, pruebas de laboratorio y evaluación sensorial.

Catherine Salcedo Robles: Etapa de pruebas de laboratorio y evaluación sensorial.

Cindy Victoria Morán González: Etapa de validación, evaluación sensorial y revisión de artículo.

Ivette Lara Sosa: Representante comercial de la empresa

Leibnitz Romario Sánchez Banda: apoyo en análisis estadístico y redacción de artículo.

Cynthia Linniete Rodríguez Mázmela: Redacción de artículo.

Jesús Alfredo Obregón Domínguez: Etapa de análisis estadísticos, análisis de resultados, diseño de bloques incompleto balanceado para análisis sensorial.

Conflictos de interés

No existe ningún conflicto de interés

Referencias bibliográficas

Anaya González, R., De La Cruz Fernández, E., Condor Alarcoón , R., Espirita Rangel, E., Navarro Torres, R., & Rivera Villar, J. (2020). Evaluación de formulaciones de galletas antianémicas con diferentes contenidos de quinua y diferentes contenidos en hierro hemínico, por reducción de anemia en ratas holtzman. *Revista Boliviana de Química*, 74-84.

Azevedo,, L., Ribeiro, P., Oliveira , J., Correia, M., Ramos, F., Oliveira , E., . . . Stringheta, P. (2018). Camu-camu (*Myrciaria dubia*) from commercial cultivation has higher levels of bioactive compounds than native cultivation (Amazon Forest) and presents antimutagenic effects *in vivo*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 624-631.

Bastías M., J., & Cepero B., Y. (2016). La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos. *Chil Nutr*, 43(1): 81-86.

Beltran Fernandez, C., & Perdono Robayo, W. (2007). *Aprovechamiento de la sangre de bovino para la obtención de harina de sangre y plasma sanguíneo en el Matadero Santa Cruz de Malambo Atlántico*. Bogotá - Colombia: Universidad de La Salle.

- Bernabel-Rodríguez, J. D., & Orahulio-Blas, D. J. (2020). *Aceptabilidad y calidad nutritiva de la mermelada dietética de aguaymanto con quinua fortificada con hierro hemínico, en niños de 3 a 5 años beneficiarios del programa Aldeas Infantiles S.O.S - San Juan de Lurigancho*. Lima - Perú: Universidad César Vallejo.
- Cardero Reyes, Y., Sarmiento González, R., & Selva Capdesuñer, A. (2009). Importancia del consumo de hierro y vitamina C para la prevención de anemia ferropénica. *Policlinico Docente "Ramón López Peña"*, 13(6).
- CODEX STAN 074 - 1981, Rev. 1 - 2006. (19 de Mayo de 2006). *NORMA DE CODEX PARA ALIMENTOS ELABORADOS A BASE DE CEREALES PARA LACTANTES Y NIÑOS PEQUEÑOS*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/jamesdays/cxs-074s-norma-de-codex-para-alimentos-elaborados-a-base-de-cereales-para-lactantes-y-nios-pequeos>
- Cunha-Santosa, E., Viganó, J., Neves , D., Martínez, J., & Godoy, H. (2019). Vitamin C in camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh): evaluation of extraction and analytical methods. *Foood Research International*, 160-166.
- Durá Esteve, S. (2016). *Estudio del valor nutricional y fucional de cacao en polvo con diferentes grados de alcaliiización*. Valencia - España: Universitat Politècnica de València.
- Durán, E., Villalobos, C., Churio, O., Pizarro, F., & Valenzuela, C. (2017). Encapsulación de hierro: Otra estrategia para la prevención o tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro. *Chil Nutr*, Vol 44, N° 3.
- FAO/PROINPA. (2013). *La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Bolivia: Promoción e investigación de productos andinos.
- Forrellat Barrios , M., Gautier du Défaix Gomez, H., & Fernández Delgado, N. (2000). Metabolismo del Hirro. *Rev Cubana Hematol Inmuol Hemoter*, 149-160.
- Gestión, D. (2020). *Perú redujo nivel de anemia en niños, de 43.5% a 40.1% en el 2019, anunció el MIDIS*. Lima, Perú: Diario Gestión .
- INEI, I. (19 de abril de 2021). *EL 12.1% DE LA POBLACIÓN MENOR DE CINCO AÑOS DE EDAD DEL PAÍS SUFRIÓ DESNURICIÓN CRÓNICA EN EL AÑO 2020. Nota de Prensa*.
- INS. (19 de Mayo de 2021). *Importancia del consumo de alimentos de origen animal ricos en hierro*. Obtenido de INS - Instituto Nacional de Salud: <https://doi.org/10.54353/ritp.v2i2.e004>

<https://anemia.ins.gob.pe/importancia-del-consumo-de-alimentos-de-origen-animal-ricos-en-hierro>

León Rubiano, I. (2017). *Evaluación de la tecnología por microondas sobre la absorción y la degradación de hierro en la preparación de alimentos ricos en hierro*. Bogotá, Colombia: Universidad de La Salle.

Ministerio de Salud, M. (2017). *Documento Técnico: Plan Nacional para la Reducción y Control de la Anemia Materno Infantil y la Desnutrición Crónica Infantil en el Perú*. Jesús María, Lima, Perú: Desposito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°2017 - 1era Edición.

Monge Rojas, R. (6 de Diciembre de 2021). *Ministerio de Salud Costa Rica*. Obtenido de https://www.ministeriodesalud.go.cr/gestores_en_salud/guiasalimentarias/hierro.pdf

Muñoz Paye, Y. (2020). *Aceptabilidad y efecto de la mezcla alimenticia con hierro hemínico sobre los niveles de hemoglobina en niños menores de 5 años de edad con anemia leve en la Institución Educativa Inicial Glorioso San Carlos - Puno 2019*. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

National Institutes of Health. (9 de Diciembre de 2021). *National Institutes of Health - Office of Dietary Supplements*. Obtenido de <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-DatosEnEspanol/>

Organización de las Naciones Unidas - Colección FAO: Alimentación y Nutrición N° 29. (02 de Diciembre de 2002). Procesamiento y fortificación de los alimentos. En L. Michael C., *NUTRICIÓN HUMANA EN EL MUNDO EN DESARROLLO* (pág. Capítulo 32). Roma. Obtenido de <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s10.htm>

Perez-Paredes, M. S., & Quispe-Espinoza , M. V. (2018). *Formulación de un chocolate fortificado con hierro hemínico para el consumo de personas vulnerables afectadas por deficiencia de hierro*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

Programa Mundial de Alimentos, P. (2019). *Seguimiento concertado entre Estado y Sociedad Civil - Sub Grupo de Trabajo Nutrición y Anemia No*. Lima, Perú.

Román Morillo, Y., Rodríguez Tanta, Y., Gutierrez Ingunza, E., Aparco, J., Sanchez-Gómez, I., & Fiestas, F. (2015). *Nota técnica: Anemia en la población infantil del Perú: Aspectos clave para su afronte*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Salud (INS).