



## Fortificación de yogurt con hierro hémico y su aceptación en niños del sector rural de la región Apurímac

### Fortification of yogurt with hemic iron and its acceptance in children of the rural sector of the Apurímac region

Rosa Huaraca Aparco<sup>1,\*</sup>; Fredy Taípe Pardo<sup>1</sup>; María del Carmen Delgado Laime<sup>2</sup>

1 Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional José María Arguedas, Talavera, Andahuaylas, Perú.

2 Ciencias Básicas, Universidad Nacional José María Arguedas. San Jerónimo, Andahuaylas, Perú.

\* Autor correspondiente: [rhuaraca@unajma.edu.pe](mailto:rhuaraca@unajma.edu.pe) (R. Huaraca Aparco).

ID ORCID de los autores

R. Huaraca Aparco:  <http://orcid.org/0000-0003-4493-7754>

F. Taípe Pardo:  <http://orcid.org/0000-0002-8234-7643>

M. del C. Delgado Laime:  <https://orcid.org/0000-0002-7911-8647>

#### RESUMEN

Los alimentos fortificados son una alternativa para mejorar las deficiencias en nutrientes. Se evaluó el yogurt fortificado con hierro hémico a base de harina de sangre pre cocida de cerdo con niveles de fortificación al 5%, 10% y 15 % frente a una muestra control, se evaluaron las características físicas, químicas, composición proximal y sensorial. El yogurt fortificado mostro características físicas y químicas aceptables con una variación en densidad de 1,05 a 1,07 (g/ml), acidez con una variación de 70, 16 a 74,00 °D, el pH vario de 4,45 a 4,56 y la composición proximal: con una variación en humedad de 70,23 a 79,43 (%b.h), proteínas vario de 4,26% a 6,45%, grasa de 3,27% a 4,882%, ceniza de 0,84% a 1,07%, carbohidratos de 8,20% a 12,14%, energía de 95,39 a 103,35 kcal/100, hierro de 2,09 a 4,53 mg/100, con color por encima de la tolerancia, la evaluación sensorial por los niños del programa Qali Warma tuvo aceptación con los atributos de color, sabor, olor y textura a un nivel de fortificación al 10%, siendo una alternativa de consumo en alto contenido en hierro y proteína.

**Palabras clave:** Yogurt; fortificación, hierro hémico, harina de sangre de cerdo.

#### ABSTRACT

Fortified foods are an alternative to improve nutrient deficiencies. Heme iron fortified yogurt based on precooked pig blood meal with fortification levels of 5%, 10% and 15% was evaluated against a control sample, the physical, chemical, proximal and sensory composition were evaluated. The fortified yogurt showed acceptable physical and chemical characteristics with a variation in density from 1.05 to 1.07 (g/ml), acidity with a variation of 70, 16 to 74.00 °D, the pH varied from 4.45 to 4.56 and the proximal composition: with a variation in humidity from 70.23 to 79.43 (% bh), proteins varied from 4.26% to 6.45%, fat from 3.27% to 4.882%, ash from 0.84% to 1.07%, carbohydrates from 8.20% to 12.14%, energy from 95.39 to 103,35 kcal/100, iron from 2.09 to 4.53 mg/100, with color above tolerance, sensory evaluation by the children of the Qali Warma program had acceptance with the attributes of color, taste, smell and texture at a fortification level of 10%, being an alternative of consumption with a high content of iron and protein.

**Keywords:** Yogurt; Fortification, Heme iron, pig blood meal.

Recibido: 08-02-2021.

Aceptado: 23-05-2021.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la deficiencia de hierro continúa siendo uno de los principales problemas de salud basado en una inadecuada nutrición, fundamentalmente en niños y madres gestantes que pertenecen a los estratos sociales de bajos recursos económicos. La necesidad de enriquecimiento de alimentos está avalada por la OMS y la FAO, entre muchas otras organizaciones reconocidas a nivel mundial y nacional. La fortificación de alimentos, se ha implementado durante un largo período de tiempo en países industrializados, para obtener el control exitoso de las deficiencias de vitaminas A, D, algunas del complejo B (tiamina, riboflavina y niacina), así como yodo y hierro. Los alimentos para niños pequeños fueron enriquecidos con hierro, lo que redujo sustancialmente el riesgo de padecimiento de anemia por deficiencia de hierro en este grupo de edad.

Los alimentos más comúnmente disponibles, como cereales, productos de panadería, productos lácteos, bebidas y condimentos, siguen siendo los mejores vehículos para la fortificación y entrega con hierro (Yaxing et al., 2021). La fortificación de alimentos es una estrategia prometedora para reducir la prevalencia de anemia (Kumar, 2020). Se ha demostrado que la leche en polvo fortificada con hierro ha mostrado un buen impacto en los niños pequeños (Hurrell, 2021). Además, se encontró que la incorporación de hierro hemo completaría la eficacia del hierro mediante el enriquecimiento. La presencia de ácido ascórbico, ácido láctico, presencia de hierro y alcohol estimulan la absorción de hierro (Nils, 2020).

El ácido láctico se produce por fermentación de carbohidratos y cultivos de bacterias lácticas (principalmente especies de *Lactobacillus* y algunas de *Streptococcus*). La fermentación de determinados alimentos con ácido láctico aumenta la disponibilidad del hierro (Scheers, 2016). En productos lácteos fermentados con ácido láctico, éste se produce a partir de lactosa y el proceso de fermentación tiene un efecto reductor del pH en todo tipo de alimentos. Gómez et al. (2018). La absorción del hierro de una comida típica francesa y de la misma después de la adición de un vaso de leche desnatada o yogurt natural, fue similar alrededor del 2,1% (Galan et al., 1991). El enriquecimiento de los alimentos no debe; reducir la vida útil, las características de inocuidad, disminuir su cualidad y calidad nutricional, y sobre todo no alterar el sabor o la asimilación de otros nutrientes contenidos en ellos. Sin embargo, el consumo de productos fortificados con nutrientes que aportan o mejoran estas deficiencias del hierro son una alternativa de consumo, así muchas familias tienen al alcance productos ricos en hierro que no son aprovechados eficientemente, la sangre del cerdo hoy en día se encuentra disponible en los mercados en forma de harina y sangre pre cocida, sin embargo, se observa un bajo interés de consumo debido a ciertos factores organolépticos como sabor, color, etc. Por ello en la presente investigación se desarrolló la evaluación del yogurt batido fortificado con hierro a base de harina de sangre de cerdo, que permitirá mejorar el consumo y a la vez disminuir la deficiencia de hierro de los niños y madres gestantes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Muestra

Se utilizaron harina de sangre de cerdo precocida (marca Wawa Food) y leche certificada (Centro de producción INIA del distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas Apurímac), la proporción utilizada fue de 500 g de harina de sangre de cerdo precocida para 27 litros de leche fresca. La harina de sangre precocida se secó mediante el uso de una estufa, marca Memmert, a una temperatura de 80 °C por un tiempo de 2 horas, posteriormente al secado, se realizó la molienda en un molino analítico (marca All Basic S1) finalmente se procedió al tamizado, utilizando un tamiz de 30 mm de diámetro.

### 2.2. Elaboración del yogurt fortificado

La leche fresca se llevó a calentamiento a 40 °C durante el incremento de temperatura se adiciono harina de sangre precocida al 5, 10 y 15 % lográndose incrementar la temperatura de pasteurización a 75 °C por 15 minutos luego el enfriamiento a 45 °C para la inoculación con alícuota del cultivo iniciador al 3 % se inoculo a 43 °C durante 4 horas hasta alcanzar el pH 4,5.

### 2.3. Determinación de las características físicas y químicas

Cada muestra fue sometida a la medición de las siguientes características físicas y químicas.

- a. Acidez: se determinó de acuerdo al método volumétrico 939.05 de la AOAC 200/NTP 202.116:208
- b. pH: se realizó de acuerdo al AOAC. 10.035,1995
- c. Densidad: se realizó
- d. de acuerdo AOAC 925.22/90/NTP 202.007:1988
- e. 1.4. Determinación de la composición proximal
- f. Contenido de humedad: se realizó de acuerdo a la Norma Técnica Peruana: NTP 202.076
- g. Contenido de proteínas: Se desarrolló de acuerdo a la Norma Técnica Peruana: NTP 202.077
- h. Contenido de grasa: Se desarrolló de acuerdo a la Norma Técnica peruana: NTP 206.017
- i. Contenido de carbohidratos: AOAC. 2004
- j. Contenido de cenizas: AOAC 935.398
- k. Contenido de hierro: Se desarrolló de acuerdo a la Norma Técnica Peruana: NTP 205.038.

### 2.4. Color del yogurt

Los parámetros de color del yogurt fortificado se evaluaron mediante un lector de colorímetro Konica Minolta CR-400; obteniendo las coordenadas de  $L^*$   $a^*$   $b^*$ , donde  $L^*$  indica (luminosidad),  $a^*$  (rojo a verde) y  $b^*$  (amarillo a

azul) del espacio de color CIELAB se utilizaron para calcular los valores de Chroma. A través de las coordenadas se calculó el color ( $C^*$ ) y el tomo ( $h^0_{ab}$ ) utilizando las siguientes ecuaciones 1 al 3.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (2)$$

$$h^0_{ab} = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (3)$$

### 2.5. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se desarrolló considerando panelistas no entrenados, estos fueron estudiantes del nivel primario de la institución educativa N° 54210 del distrito de Santa María Chicmo y el distrito de José María Arguedas. La escala hedónica es como se indica: no me gusta (1), me gusta moderadamente (2), me gusta (3), me gusta mucho (4). sobre los atributos de color, olor, textura y sabor, para ello se contó con la participación de 130 estudiantes no entrenados a los cuales se les

presentaron cada muestra del yogurt batido fortificado con harina de sangre de cerdo. Las evaluaciones se desarrollaron en mesas acondicionadas, las muestras fueron colocados en orden aleatorio para su presentación a los jueces evaluadores. A cada evaluador se le proporciono agua mineral para que enjuague su boca después de cada prueba.

### Análisis estadístico

Los análisis fueron realizados por triplicado, para la evaluación estadística se utilizó el diseño completamente al azar (DSC); el análisis de varianza se trabajó con 0,05 de significancia; al encontrar diferencia significativa se procedió a realizar la prueba de comparaciones de medias de Fisher (LSD) a un nivel de  $\alpha=0,05$ . Los datos fueron procesados con la ayuda de los programas estadísticos Centurión XVII y la hoja de cálculo Microsoft Excel 2016.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Características físicas y químicas del yogurt batido fortificado con harina de sangre de cerdo

Los niveles de fortificación mostraron una variación en las características físicas y químicas.

**Tabla 1**

Características físicas y químicas del yogurt fortificado

Características	Nivel de fortificación (%)				
	0	5	10	15	± S
Acidez titulable (°D)	64,33	70,16	72,00	74,00	±0,067
pH	4,52	4,56	4,50	4,45	±0,046
Densidad(g/ml)	1,067	1,07	1,06	1,05	±0,016

#### a. Acidez titulable del yogurt batido fortificado

La acidez mostró una variación de 70,16 a 74,00 °D en comparación al yogurt blanco que resultó 64,33 °D, los resultados se muestran en la tabla 1.

Se encontró que a mayor nivel de fortificación incrementa la acidez del yogurt. Según Alais (1996) este hecho se debe a las transformaciones bioquímicas de los cultivos lácticos que convierten la lactosa en ácido láctico. Estudios previos relaciones sobre fortificación de productos lácteos no mostraron ningún efecto sobre la acidez (Santillán, 2017).

#### b. pH del yogurt batido fortificado

El resultado del pH, varío de 4,45 a 4,56, como se muestra en la tabla 1. Sin embargo, estas diferencias no son significativas al comparar con el yogurt blanco.

Según, Gómez et al., 2018, el ácido láctico se produce a partir de la lactosa y el proceso de fermentación tiene un efecto reductor del pH en los alimentos. Así mismo según Herman, 1993, indica que los ácidos grasos libres se forman a través del hidrolisis de triglicéridos lo que disminuye el pH. De acuerdo a Shashank (2018) existen hallazgos similares de yogurt que aumenta la acidez titulable y disminuye el pH con el almacenamiento a temperatura ambiente.

#### c. Densidad del yogurt fortificado

Se encontró que la densidad mostró una variación de 1,05 a 1,07 (g/ml). Observándose una ligera variación de los niveles de fortificación frente al yogurt blanco como se muestra en la tabla 1.

Según Izadi et al. (2015) agregando las sales pueden aumentar la estructura del gel de los tratamientos fortificados, que indica la consolidación relativamente coherente de la estructura del gel, por lo tanto, abra una mayor densidad de unión por unidad de volumen. Este resultado puede explicarse como una variación de la fuerza iónica de las sales utilizadas que afecta la matriz del gel del yogurt (Ziena et al., 2019).

### 3.2. Composición proximal

La composición proximal del yogurt fortificado mostró una variación en comparación al yogurt blanco como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2**

Composición proximal del yogurt fortificado con harina de sangre de cerdo

Características	Nivel de fortificación (%)				
	0	5	10	15	± S
Humedad (%b.h)	80,77	79,43	70,23	79,33	±0,07
Proteína (%)	2,82	4,26	5,32	6,45	±0,01
Grasa (%)	2,22	3,27	4,13	4,82	±0,03
Ceniza (%)	0,72	0,84	0,91	1,07	±0,06
Carbohidratos (%)	13,07	12,14	10,42	8,20	±0,08
Energía Kcal/100	83,35	95,39	100,30	103,35	±0,07
Hierro mg/100	0,80	2,09	3,32	4,53	±0,04

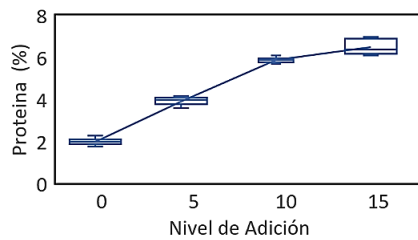
La humedad del yogurt fortificado mostró una variación de 70,23 a 79,43(% b.h), como se muestra en la tabla 2. Observándose una diferencia significativa frente al yogurt blanco. La fortificación con harinas disminuye el contenido de humedad en alimentos debido al extracto seco de la harina.

#### Contenido proteico

La proteína en el yogurt fortificado muestra una variación de 2,26 a 6,45% en comparación al yogurt

blanco, observándose una diferencia significativa como se muestra en la tabla 3, este hecho se debe al alto contenido proteico en la harina de sangre, Ramos (2017) menciona que la harina de sangre posee un alto coeficiente de digestibilidad que es del 99%, así mismo es rico en lisina aminoácido muy importante para el desarrollo humano.

Las proteínas de la sangre tienen propiedades funcionales deseables que incluyen capacidad de emulsificación, gelificación y retención del agua (Liu et al., 1996; Ofori & Hseih (2011). La fermentación de la leche con organismos probióticos como *Lactobacillus bulgaricus* mejora la biodisponibilidad de las isoflavonas, calcio y la digestión de proteínas (Hashemi, 2019).



**Figura 1.** Comparación del contenido proteico en el yogurt fortificado con hierro hemo a base de harina de sangre precocida de cerdo frente al yogurt blanco.

La grasa del yogurt presentó una variación significativa de 3,27% a 4,82% frente al yogurt blanco como se muestra en la tabla 2. Según Alais (1996), el cultivo láctico produce lipólisis, de los triglicéridos con liberación de ácidos grasos hacia el medio acuoso o suero de la leche y su consecuente pérdida, permitiendo el incremento del porcentaje de grasa.

El contenido de ceniza presentó una variación significativa de 0,84% a 1,07% como se aprecia en la tabla 2, observando un incremento de contenido de cenizas en el yogurt fortificado en comparación al yogurt blanco.

El contenido de carbohidratos varió de 8,20% a 12,14% como se muestra en la tabla 2. Observándose una disminución en el yogurt fortificado, según Scheers (2016), el ácido láctico se produce a través de la fermentación de carbohidratos por cultivos de bacterias de *Lactobacillus* y algunas especies de *Streptococcus*.

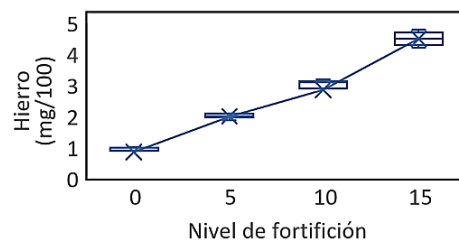
En cuanto a la energía, se muestra una variación de 95,39 a 103,35 kcal/100 en comparación al yogurt blanco como se muestra en la tabla 2. El yogurt incrementó la energía según el nivel de fortificación.

### Contenido de Hierro

El hierro presenta una variación significativa de 2,09 a 4,53 mg/100 en comparación al yogurt blanco como se observa en la tabla 3. La fortificación incrementó el contenido de hierro en el yogurt. De acuerdo a Scheers (2016), la fermentación con ácido láctico de determinados alimentos aumenta la disponibilidad del hierro. El ácido láctico es un promotor eficaz de la absorción del hierro hemo (Rosado, 2005). El hierro hemo es altamente biodisponible, absorbiéndose alrededor del 20% al 30% del hierro hemo (Sharp, 2010). La

fortificación con hierro de los alimentos es un enfoque viable para reducir la brecha entre las necesidades fisiológicas de hierro y el suministro de hierro a través de la dieta (Sharon, 2019).

En comparación con el hierro no hemo, el hierro ferroso incorporado en la molécula de hemoglobina se absorbe mucho más fácilmente y por tanto el grupo hemo en asociación con su resto de globina puede considerarse un fuerte facilitador de la absorción de hierro. Incluso si el hierro hemo constituye solo una parte más pequeña del contenido total de hierro en la harina la absorción fraccional es de cuatro a seis veces mayor (Layrisse & Martínez, 1972; Carpenter, 1992). Galán et al. (2010) midieron la adsorción de hierro de una comida típica francesa y de la misma comida después de la adición de un vaso de leche descremada o yogurt natural la absorción de hierro fue similar en las tres comidas alrededor del 2,1%.



**Figura 2.** Comparación del contenido en hierro del yogurt fortificado con hierro hemo a base de harina de sangre precocida de cerdo frente al yogurt blanco.

### Color del Yogurt fortificado

Los parámetros del color del yogurt muestran una variación del color como se muestra en la tabla 3.

En ella se observa que no existe una diferencia entre el croma (C\*) del yogurt blanco y yogurt fortificado, mientras que existen una diferencia entre el tono (hab\*) del yogurt fortificado y yogurt blanco.

Las diferencias de color en el yogurt fortificado con hierro hémico en la relación a al yogurt blanco está por encima de la tolerancia ( $\Delta E > 5$ ). Según Gonnet (2001), dado que el hierro proporciona un color oscuro. El valor de luminosidad disminuye drásticamente, sin embargo, los valores de croma no tienen una diferencia estadísticamente. Encontrándose que el índice de saturación de color permanece constante en el yogurt fortificado con hierro hémico. Salinas et al. (2013) encontraron que el yogurt fortificado con hierro tiene un valor más alto y según los datos obtenidos de los parámetros L\*, a\* y b\* en comparación al yogurt blanco, el color se encuentra desde el color rojo (a\*) al amarillo (b\*). resultando un color naranja amarillo en comparación al yogurt blanco. Arias (2018) refiere la adición de péptidos enriquecidos con hierro hémico a leche con sabor a chocolate, modifica algunas de las características de color del producto, pero mantiene la aceptación sensorial del mismo mientras que incrementa su contenido en hierro y proteínas. El incremento del nivel de fortificación del yogurt con harina de sangre de cerdo disminuye la luminosidad que tiene tendencia a color blanco oscuro (García et al., 2010).

La sangre contiene tanto la mioglobina y la hemoglobina que son proteínas conjugadas y las responsables del color rojo característico de la sangre que con la exposición a temperaturas toma color oscuro (Aguirre, 2005).

### Características sensoriales

Las muestras de yogurt fortificado se sometieron a evaluación sensorial con 130 panelistas no entrenados (niños) beneficiarios de programa Qali Warma.

El yogurt con 10% de fortificación resultó ser el de mayor aceptación en sus características color, olor, sabor y textura.

**Tabla 3**

Promedio de las características organolépticas del yogurt con diferentes niveles de fortificación

Nivel de fortificación	Color	Olor	Sabor	Textura
5	3,3	3,5	3,6	3,4 Firme
	Blanco oscuro	Me gusta	Me gusta	
10	3,2	3,6	3,6	3,4 Firme
	Blanco oscuro	Me gusta	Me gusta	
15	3,4	3,6	3,6	3,4 Firme
	Blanco oscuro	Me gusta	Me gusta	

La escala hedónica: no me gusta (1), me gusta moderadamente (2), me gusta (3), me gusta mucho (4).

## CONCLUSIONES

Se ha evaluado las características físicas, químicas, composición proximal y sensorial del yogurt batido fortificado con hierro hémico de harina de sangre de cerdo precocido. Se determinaron las características físico y químicas del yogurt batido fortificado con hierro de harina de sangre de cerdo, encontrándose una ligera disminución de pH, la acidez aumentó a mayor nivel de fortificación del yogurt siendo esto inversamente proporcional al pH. La densidad del yogurt fortificado presentó una variación frente al yogurt blanco.

La composición proximal del yogurt fortificado mostro una variación en cuanto al contenido en

grasa, ceniza, energía (kcal/100). El hierro y proteína incremento con la fortificación de hierro hémico de harina de sangre de cerdo precocido.

La fortificación del yogurt con hierro hémico modifico el color del yogurt.

Las características sensoriales de color, olor sabor y textura del yogurt, de mejor aceptabilidad presento el yogurt fortificado al 10% de harina de sangre de cerdo precocido.

siendo una alternativa para combatir la anemia en niños e incorporación en el programa Qali Warma

## AGRADECIMIENTOS

Al programa Qali Warma por el apoyo y difusión del producto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alais, C. (1998). Ciencia de la Leche. Compañía Editorial Continental, S.A. España. Ed. 2
- Arias, L., Ospino, K., & Zpata, J. (2018). Elaboración de leche saborizada fortificada con hierro hémico proveniente de Hidrolizados de Hemoglobina Bobina. Grupo de Nutrición y Tecnología de Alimentos. Universidad de Antioquia, Colombia.
- Aguirre, O. A. L. (2005). Evaluación nutricional de galletas fortificadas con sangre entera de bovino secada por atomización. Tesis para optar el grado de magister en ciencias y alimentos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos
- Carpenter, C. E., & Mahoney A. W. (1992). Contributions of heme and nonheme iron to human nutrition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 31, 333-367.
- Gómez, G., Gueimonde, M., & Salminen. S. (2018). The role of yogurt in food-based dietary guidelines. *Revista nutricion*, 76, 29-39.
- Galan, F., Cherouvrier, P., Preziosi, S., & Hercberg. (1991). Effects of the increasing consumption of dairy products upon iron absorption. *European Journal of Clinical Nutrition*, 45, 553-559.
- Gonnet, J. F., & Colour E. (2001). Of Co-Pigmentation of Anthocyanin Revisited-3. A Further Description Using Cielab Differences and Assessment of Matched Colours Using the Cmc Model.
- Hurrell, J. (2021). The Potential of Iodine and Iron Double-Fortified Salt Compared with Iron-Fortified Staple Foods to Increase Population Iron Status, *The Journal of Nutrition*, 151, 47S - 63S.
- Hashemi, H. (2019). Yogurt. El vehículo más adecuado para aumentar la biodisponibilidad de minerales. *Progr Nutr.*, 20 (2-S), 294-6.
- Kumar, S. T., Anukiruthika, S., Dutta A. V., Kashyap, J., & Moses N. (2020). Anemia por deficiencia de hierro: una revisión completa sobre la absorción de hierro, la biodisponibilidad y los enfoques emergentes de fortificación de alimentos. 58, 57.
- Layrisse, M., & Martínez, C. (1972). Model for measuring dietary absorption of heme iron: test with a complete meal. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 25, 401-411.
- Liu, X. Q., Yonekura, M., Tsutsumi, M., & Yoh S. Y. (1996). Physicochemical Properties of Aggregates of Globin Hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(10), 2957-2961.
- Scheers, N., Rossander, L.H., Torsdottir, I., & Sandberg, A. S. (2016). Increased iron bioavailability from lactic-fermented vegetables is likely an effect of promoting the formation of ferric iron (Fe<sup>3+</sup>). *European Journal of Nutrition*, 55, 373-382.
- Rosado, J. L., Díaz, M. G., Griffin, K.L., Abrams, S.A., & Preciado, R. (2005). The addition of milk or yogurt to a plant-based diet increases zinc bioavailability but does not affect iron bioavailability in women. *The J. of Nutrition*, 135, 465-468.
- Sharp, P.A. (2010). Intestinal iron absorption: regulation by dietary & systemic factors. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 80, 231-242.
- Nils, T. Milman. (2020). A Review of Nutrients and Compounds, Which Promote or Inhibit Intestinal Iron Absorption: Making a Platform for Dietary Measures That Can Reduce Iron Uptake in Patients with Genetic Haemochromatosis. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2020, 7373498.
- Izadi, Z., Nasirpour, A., Garoosi, G. A., & Tamjidi, F. (2015). Rheological and physical properties of yoghurt enriched with phytosterol during storage. *J Food Sci Technol.*, 52, 5341-46
- Ziena, H., Nasser, S.A., & Dairy R. (2019). Iron Fortified Yoghurt: Effect of Different Iron Salts on the Properties of Yoghurt. *Advances in Dairy Research*, 7, 223.
- Santillán, U. E., Méndez, R., M. Á., & Vélez, J. F. (2017). Fortificación de yogur con calcio, hierro y zinc de tamaño nano y micro, efecto sobre las propiedades fisicoquímicas y reológicas. *LWT Food Sci. Technol.*, 80, 462-469.

Salinas, M., & Aragón, C. (2013). Caracterización Física y Composición Química de Razas de Maíz de Grano Azul/Morado de las Regiones Tropicales y Subtropicales de Oaxaca, ISSN: 0187-7380.

Yaxing, M., Tiantian X., Adhikari, B., Cunshan, Z., Yuchuan, W., & Bo, W. (2021). Iron supplementation and iron-fortified foods: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (In

press).

Ramos, (2017). Evaluación de la aceptabilidad de galletas nutricionales fortificadas a partir de harina de sangre Bovina para escolares de nivel primario que padecen anemia ferropénica". Universidad San Nacional San Agustín de Arequipa.