

ARTÍCULO ORIGINAL

Efecto de una barra nutricional enriquecida con hierro hemínico en niveles de hemoglobina en niños de 4-10 años

Effect of a nutritional bar
enriched with heme iron
on hemoglobin levels in
children aged 4-10 years

Edwar Luis Lizarraga Alvarez ^{1*}

¹Centro Ecuménico de Promoción y Acción Social Norte, Trujillo, Perú. Email: luised.1690@gmail.com

* Autor de correspondencia

Resumen

La anemia sigue siendo un problema de salud pública que afecta la vida cotidiana de nuestros niños y niñas a nivel mundial, este trabajo tiene por objetivo sumar a la contribución de estudios que puedan ayudar a combatir la anemia en la niñez, en este estudio se evaluaron 34 niños y niñas entre 4 a 10 años de edad consumiendo diariamente una barra enriquecida con hierro hemínico, se hizo el seguimiento a 11 niños y niñas que no consumieron la barra (grupo control), se realizó la extracción de sangre capilar para la determinación de valores de hemoglobina (Hb), adicionalmente se hizo el ajuste respectivo de acuerdo a la altitud del lugar donde se ejecutó el estudio. Se obtuvo valores promedio de Hb en el primer, segundo y tercer tamizaje con resultados de 11.40 ± 0.54 Hb, 12.75 ± 0.95 Hb 14.00 ± 0.81 Hb respectivamente, mientras que nuestro grupo control que no consumieron el producto se mantuvieron con un valor promedio de 11.85 ± 0.32 Hb. Un diagnóstico correcto, es el principal indicador para presentar un tratamiento adecuado para la mejora del paciente identificado, ya que, la anemia es una enfermedad frecuente

que afecta la calidad de vida de la población, región o nación, en este estudio se pudo ayudar con la disminución de la anemia en los niños y niñas del Distrito de Mache, Región La Libertad, a través del consumo indirecto de la harina de sangre de bovino en polvo.

Palabras clave: anemia, hemoglobina, bovino, barra

Abstract

Anemia continues to be a public health problem that affects the daily lives of our children worldwide, this work aims to add to the contribution of studies that can help combat anemia in childhood, in this study they were evaluated 34 boys and girls between 4 and 10 years of age consuming a bar enriched with heme iron daily, followed up on 11 boys and girls who did not consume the bar (control group), capillary blood extraction was performed to determine hemoglobin (Hb) values, additionally the respective adjustment was made according to the altitude of the place where the study was carried out. Average Hb values were obtained in the first, second and third screening with results of 11.40 ± 0.54 Hb, 12.75 ± 0.95 Hb and 14.00 ± 0.81 Hb respectively, while our control group that did not consume the product maintained an average value of $11.85. \pm 0.32$ Hb. A correct diagnosis is the main indicator to present an adequate treatment for the improvement of the identified patient, since anemia is a frequent disease that affects the quality of life of the population, region or nation, in this study it was possible to help with the reduction of anemia in boys and girls in the District of Mache, La Libertad Region, through the indirect consumption of powdered bovine blood meal.

Keywords: anemia, hemoglobin, bovine, bar

Introducción

En las últimas décadas, la ciencia, la salud, la economía y la tecnología han ido evolucionando y buscando nuevos retos del mundo actual, la agricultura y la parte alimentaria se han visto afectadas en cambios perjudiciales de la biodiversidad y la salud humana, debido al uso indiscriminado de productos químicos en las diferentes etapas de la vida. Es por este motivo que investigadores realizan esfuerzos por recuperar las experiencias tradicionales como extractos de plantas y alimentos seleccionados (Vyas et al., 2018).

Uno de los problemas más frecuentes que afecta la salud humana es la anemia, que de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (2005) es una condición en la que el contenido de hemoglobina (Hb) en la sangre está por debajo de lo normal para la edad debido a la carencia de uno o más nutrientes esenciales. La anemia es una enfermedad que causa la disminución de los niveles de mioglobina, por consiguiente, la reducción de la capacidad aeróbica de la fibra muscular (Pereira et al., 2018).

Cuando los niveles de hemoglobina se encuentran por debajo de 11 g/dL, y valores menores a 11.5 g/dL para las edades de 06 a 50 meses y 5 años respectivamente, se considera un trastorno de anemia debido a que el número de eritrocitos y por ende la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre es insuficiente para satisfacer las necesidades del metabolismo humano (World Health Organization, 2011, 2018). También se clasifica como anemia leve, moderada y grave, con niveles superiores a 10 g / dL, moderada entre 7 y 9,9 g / dL y grave por debajo de 7 g / dL (World Health Organization, 2011, 2018). La baja productividad, la fatiga y la afectación al desarrollo cognitivo y motor son causados por la deficiencia de hierro (World Health Organization, 2015).

La anemia a nivel mundial es un problema que afecta con mayor frecuencia a los niños y niñas en su vida cotidiana. (McLean et al., 2009). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la anemia es un estado en que los glóbulos rojos son escasos para poder satisfacer necesidades biológicas que varían

dependiendo del sexo, edad y el lugar donde habitan (World Health Organization, 2011).

Estos datos estadísticos se reflejan en mayor proporción en los países subdesarrollados, donde las tasas de prevalencia son seis veces más altas comparado con los países de altos ingresos, tanto para los niños como para las mujeres embarazadas. (Roser y Ritchie, 2020). Sin embargo, en África se encontraron a niños en edad preescolar con anemia un porcentaje del 66% (McLean et al., 2009), mientras que en Etiopía se encontraron niños con anemia en un porcentaje del 56% (ICF, 2016). La anemia tiene una etiología multifactorial y frecuentemente actúan simultáneamente múltiples factores, como hemoglobinopatías, malaria, helmintos intestinales, infecciones crónicas y factores nutricionales, que incluyen deficiencia de hierro, así como de otras vitaminas y minerales, como folato, vitaminas A y B12. y cobre (McLean et al. 2009). Un 25% al 50% representa los casos de anemia en el mundo, debido a la deficiencia de hierro (DI) (Petry et al., 2016). Para el desarrollo y crecimiento de los niños y adolescentes es necesario mayores cantidades de hierro, por ende, es más común los problemas nutricionales en estos grupos de edad, lo que genera efectos adversos en el desarrollo cognitivo y el crecimiento físico (Gore et al., 2011), (Halterman et al., 2001).

Aún existen diversos trabajos referentes a los niveles de anemia en los niños, para lo cual este trabajo tiene por objetivo sumar a la contribución de estudios que puedan ayudar a combatir la anemia en los niños de entre 4 a 10 años de edad a través del consumo diario de una barra enriquecida con hierro hemínico.

Materiales y métodos

Materiales

Quinua expandida (*Chenopodium quinoa*), kiwicha expandida (*Amaranthus caudatus*), jarabe de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cobertura sabor a chocolate, adquiridos en los supermercados de Trujillo, La Libertad, Perú. La sangre

de bovino en polvo fu adquirida de la empresa INIAN “Industrias de Innovación Alimentaria y Nutrición S.A.C.”, Lima, Perú.

La quinua y kiwicha expandidas presentaban una humedad de 8%, la sangre de bovino en polvo una humedad del 11% y el jarabe de caña de azúcar presentaba 65° Brix.

Métodos

Preparación de las barras

Tabla 1

Composición de la barra enriquecida con hierro hemínico

Insumo	Porcentaje (%)
Quinua expandida	15
Kiwicha expandida	25
Harina de sangre de bovino	20
Jarabe de caña de azúcar	40

La preparación de la mezcla se realizó utilizando una batidora industrial de marca FERTON, por un tiempo de 5 minutos en las concentraciones establecidas en la tabla 1, se pasaba al prensado manual utilizando un rodillo de madera hasta llegar a un espesor de la plancha de 1.5 cm, a continuación, se realizaba el proceso de cortado en unidades de 4 cm de ancho por 9 cm de largo, luego se colocaba en un horno eléctrico (de procedencia China, modelo JY-BE021) a una temperatura de 100°C por un tiempo de 40 minutos, despues se adicionaba cobertura sabor a chocolate y se dejaba secar por un periodo de tiempo de 15 minuto y finalmente se empacaba en bosas de polipropileno bilaminadas.

Análisis bromatológico y fisicoquímicos

Se llevó 2 kilogramos en perfecto estado de conservación del producto de la barra enriquecida con hierro hemínico, para su análisis al laboratorio Santa Fé EIRL,

ubicado en la provincia de Trujillo, región La Libertad – Perú, quienes brindaron los resultados que se detallan en las tablas 3 y 4.

Evaluación de hemoglobina

Este procedimiento fue ejecutado con el apoyo del centro de salud del distrito de Mache, perteneciente a la red de salud de Otuzco – La Libertad, basándose en la cuantificación de la hemoglobina para diagnosticar anemia. Se realizó una primera muestra sanguínea a los 45 niños y niñas previo al consumo del producto y se registró los datos, que sirvieron para comparar con los resultados de los 34 niños y niñas quienes fueron los consumidores del producto y los 11 niños y niñas que fueron nuestro grupo control. Pasados 30 días se realizó la toma de la segunda muestra sanguínea a los 34 niños y niñas que consumieron el producto y a los 11 niños y niñas que era nuestro grupo control. Finalmente se realizó una tercera muestra sanguínea a los 60 días iniciado el estudio a la misma población mencionada.

Análisis estadístico

Se realizará un ANOVA (Análisis de varianza) de un factor, basado en un nivel de confianza del 95 % con un valor-p de significancia de $p < 0.05$ por cada 24 horas producción de enzimas para ambos tratamientos, para evaluar las diferencias significativas entre fermentaciones. Estos análisis se realizarán usando SPSS (Statistical Programme for Social Sciences, SPPS Corporation, IL, USA) versión 22.0 para Windows.

Resultados y discusión

En este estudio se presentan los resultados de la aplicación por consumo directo de un producto enriquecido con hierro hemínico, por un grupo de 34 niños y niñas en edades de 4 – 10 años, con un grupo control que no consumieron el producto de 11 niños y niñas en los mismos rangos de edad.

Se define que la anemia es un trastorno en el cual el número de eritrocitos (y, por consiguiente, la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre) es insuficiente para satisfacer las necesidades del organismo. Las necesidades

fisiológicas específicas varían en función de la edad, el sexo, la altitud sobre el nivel del mar a la que vive la persona, el tabaquismo y las diferentes etapas del embarazo. Se considera que la deficiencia de hierro en la sangre es la principal causa de anemia, sin embargo, puede ser causado por otras carencias nutricionales (las de folato, vitamina B12 y vitamina A), la inflamación aguda y crónica, las parasitosis y las enfermedades hereditarias o adquiridas que afectan a la síntesis de hemoglobina y a la producción o la supervivencia de los eritrocitos según lo indicado por (Organización Mundial de la Salud, 2007).

Tabla 2

Niveles de hemoglobina para diagnosticar anemia al nivel del mar (g/dL)[±]

Población	sin anemia	Anemia*		
		Leve	Moderada	Grave
Niños de 6 a 59 meses de edad	≥ 11.0	10 -10.9	7 - 9.9	< 7
Niños de 5 a 11 años de edad	≥ 11.5	11-11.4	8 - 10.9	< 8
Niños de 12 a 14 años de edad	≥ 12.0	11 -11.9	8 - 10.9	< 8
Mujeres no embarazadas	≥ 12.0	11 -11.9	8 - 10.9	< 8
(≥ 15 años) Mujeres embarazadas	≥ 11.0	10 -10.9	7 - 9.9	< 7
Varones (≥ 15 años)	≥ 13.0	10 -12.9	8 - 10.9	< 8

± adaptado de referencias bibliográficas (FAO & OMS, 1992); (WHO, UNICEF, & UNU, 2001).

* Hemoglobina en gramos por decilitro

En la tabla 3, se muestra los datos brindados y certificados por el laboratorio encargado de los análisis bromatológicos el cual tenemos valores de 273.86 kcal/100g, 37.85 % humedad, 12.41% proteínas, 6.38% grasa, 41.70% carbohidrato, 1.66% ceniza, 0.16% acidez, observamos que tiene un alto valor proteico y calórico, así como también, el contenido de hierro encontrado fue de 28 mg/100g de producto.

Los valores que se observan en la tabla 3, son similares con los reportados por otros autores en la evaluación de la formulación de galletas anti anémicas con diferentes contenidos de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y de hierro hemínico en la reducción de la anemia en ratas Holtzman, en el estudio mencionado se reportaron valores de 346,72 Kcal, 5,2% humedad, 10,25% proteína, 20,17% grasa, 42,9% carbohidrato, 1,25% ceniza, 0,09% acidez, 0,15 meq/Kg de aceite, 27,6 mg Fe y ausencia de bromato de potasio (Anaya et al., 2020).

Tabla 3

Análisis bromatológico de la barra enriquecida con hierro hemínico por cada 100 g del producto

Ensayo fisicoquímico	Unidades	Resultados
Grasas totales	Gramos	6.38
Grasas Trans	Gramos	0.0
Grasas saturadas	Gramos	0.0
Proteínas	Gramos	12.41
Carbohidratos	Gramos	41.70
Cenizas	Gramos	1.66
Humedad	Gramos	37.85
Acidez (exp. En ácido sulfúrico)	Gramos	0.16
Hierro	Miligramos	28.50
Valor calórico total	Kcal/100 g	273.86
pH	-	6.80

Duarte, Carvalho y Sgarbieri (2014), utilizaron la sangre de bovino secado por atomización en la producción de galletas fortificadas con hierro hemínico para evaluar la calidad nutricional, determinar la composición proximal, contenido de hierro y el índice de eficiencia proteica (PER), los cuales encontraron que la inclusión de la sangre de bovino como ingrediente de la galleta, aumenta

notablemente el contenido de hierro y proteico, lo cual en este estudio se pudo corroborar que nuestro producto enriquecido con hierro hemínico es rico tanto en hierro con un valor de 28.5% como en proteínas 12.41% datos de la tabla 3, por lo que su incorporación en la dieta alimenticia ayudaría a mejorar la alimentación de una población.

En la tabla 4, se reporta los datos de los resultados microbiológicos obtenidos del análisis de la barra enriquecida con hierro hemínico, que están alineados con los valores que exige la (Resolución Ministerial N°591-2008/MINSA, 2008), aptos para el consumo humano de acuerdo a la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas .

Tabla 4

Análisis microbiológicos de la barra enriquecida con hierro hemínico por cada 100 g del producto

Ensayo fisicoquímico	Unidades	Resultados
Número de coliformes	NMP/ g	< 3
Número de <i>Eschericia coli</i>	NMP/ g	< 3
Recuento de mohos	UFC/ g	< 10
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/ g	< 10
Detección de salmonella sp en 25g	-	Ausencia / 25 g

Los resultados de la tabla 5, fueron ajustados de acuerdo a (WHO, UNICEF y UNU, 2001) quien nos indica que el ser humano que habita en cierta altitud por encima del nivel de mar y el tabaquismo incrementan las concentraciones de hemoglobina, debido a que, nuestro ámbito de aplicación del consumo del producto fue a 3300 m s. n. m. Por lo que a los valores obtenidos durante los tamizajes de Hb se realizó el ajuste de (-2 g/dL).

Tabla 5

Valores de niveles de hemoglobina en 34 niños que consumieron el producto y 11 niños que no lo consumieron

Niños de 4 – 10 años	Concentración mínima de hemoglobina (g/dL)	Concentración máxima de hemoglobina (g/dL)	Promedio y desviación estándar (g/dL)
Primer Tamizaje	11.00	12.40	11.40 ± 0.54
Segundo Tamizaje	12.00	13.90	12.75 ± 0.95
Tercer Tamizaje	13.00	14.05	14.00 ± 0.81
Control	11.6	12.3	11.85 ± 0.32

Primer Tamizaje (antes del consumo del producto), Segundo Tamizaje (01 mes de consumo del producto), tercer Tamizaje (02 mes de consumo del producto) y Control (no consumieron el producto)

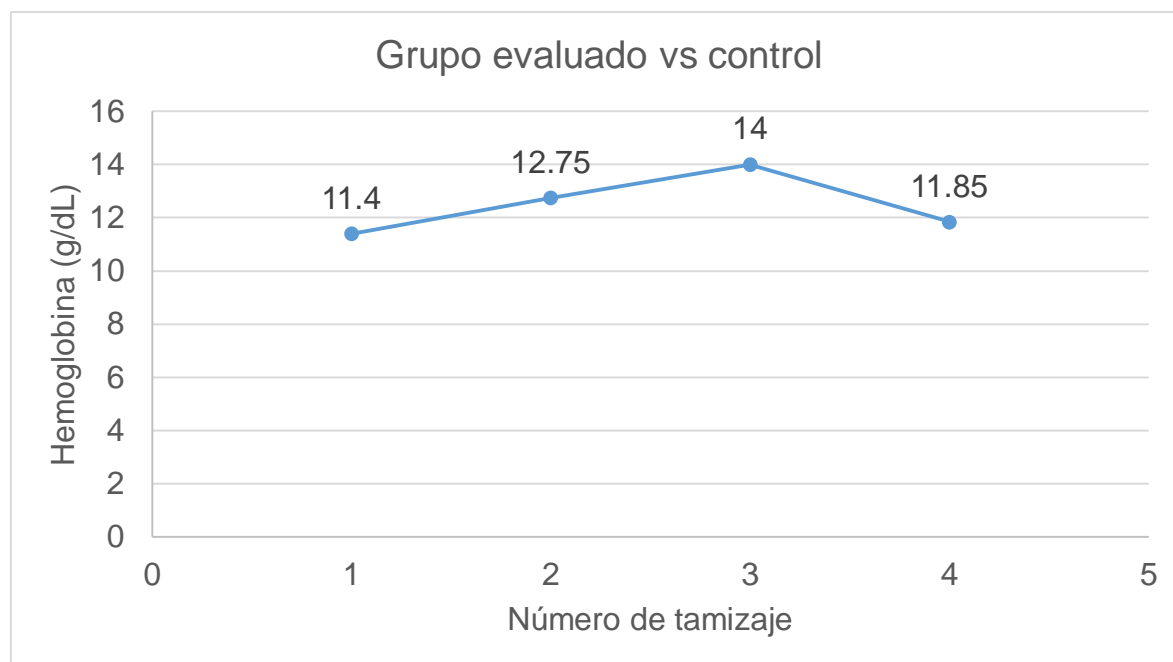
En la tabla 5, se presenta los resultados obtenidos de niveles de hemoglobina que en un primer tamizaje se tuvo un promedio de 11.40 ± 0.54 Hb, que de acuerdo a la tabla 2, se considera como anemia leve, estos resultados también pueden deberse a diferentes características individuales como índice de masa corporal (IMC), circunferencia de la cintura (CC) y relación cintura-altura (WHtR) tal como lo indica Zhang Y-X *et al.* (2020) quienes encontraron en un grupo nustral de 20.172 niños en Shandong, China, que el 3,99% de los niños y el 6,68% de las niñas padecen anemia con edades de 7, 9, 12 y 14 años, en el cual se categorizó por IMC, CC y WHtR por lo que se encontraron que la prevalencia de anemia aumentó con la severidad de la delgadez y la obesidad, lo que sugiere que tanto la delgadez como la obesidad severas están asociadas con una prevalencia elevada de anemia.

El método utilizado en este estudio fue el de cuantificación de la hemoglobina y la procedencia de la muestra sanguínea (sangre capilar o sangre venosa), que de acuerdo con (WHO, UNICEF y UNU, 2001), este método puede afectar la concentración medida. Por lo tanto, en estudios para evaluar la prevalencia de anemia de un grupo en evaluación es recomendable aplicar la

cianometahemoglobina que consiste en diluir una cantidad fija de sangre con un reactivo, después de un tiempo establecido se determina la Hb a través de un fotómetro preciso y calibrado, y el sistema HemoCue se basa en el método anterior y se ha demostrado que es estable y duradero (WHO, UNICEF y UNU, 2001).

Figura 1

Resultados obtenidos en el día cero, mes 01, mes 02 y el grupo control



Primer Tamizaje (1), Segundo Tamizaje (2) tercer Tamizaje (3) y Control (4)

Se puede observar en la figura 1, la evolución del incremento de la hemoglobina en los niños y niñas que consumieron el producto una vez por día, iniciamos con un valor promedio de 11.40 ± 0.54 Hb y transcurrido un mes se logró incrementar hasta 12.75 ± 0.95 Hb lo que demuestra un comportamiento ascendente de la curva en el tiempo, y finalmente para el mes 02 llegando a un 14.00 ± 0.81 Hb en promedio que comparado con nuestro grupo control que no consumieron el producto y sus niveles de Hb se mantuvieron en el tiempo con un valor de 11.85 ± 0.32 Hb, notamos una diferencia de 2.15 ± 0.49 Hb respecto del mes 02, lo que nos indica que al consumir el producto ($p < 0.05$) ayudó a incrementar

los niveles de Hb y reducir la anemia en los niños y niñas que participaron de este estudio.

De acuerdo a estudios realizados por (Munayco *et al.*, 2013; Instituto Nacional de Salud, 2013) mencionan que la disminución de cinco puntos del coeficiente intelectual, la principal responsable es la anemia en el primer año de vida de los niños que presentan registros de esta enfermedad, teniendo como principal causa la deficiencia de hierro. En Perú se debe dar una mayor importancia a la anemia de manera integral buscando la mejora continua de la evolución física, intelectual y social; sin embargo, existe un problema de biodisponibilidad que se agrava con la baja ingesta de micronutrientes. Es por ello que los investigadores han realizado trabajos de ensayo con animales con características anatómicas, fisiológicas, neurológicas, bioquímicas, farmacológicas y de comportamiento similares, que proporcionan información necesaria para replicar y adaptarlo a seres humanos (Cardozo, Mrad, Martínez, Rodríguez y Lolas, 2013).

Por otro lado, otros estudios mencionan que existe la posibilidad biológica de la asociación entre la anemia y los trastornos del desarrollo neurológico. Encontraron que la anemia se vinculó con los tres trastornos del desarrollo neurológico, indicando la posibilidad de mecanismos compartidos. La reducción de la capacidad del traslado de oxígeno de la hemoglobina en el flujo sanguíneo cerebral y metabolismo energético es una probable vía ya que, la anemia afecta al desarrollo del cerebro (Cortese et al., 2012).

Se requiere un gran cantidad de oxígeno para el cerebro, aunque el cerebro representa el 2% del peso corporal, consume el 20% del oxígeno corporal total. Es por ello que la hemoglobina eritrocítica es fundamental para avastecer de oxígeno, sin embargo, para individuos en desarrollo anémicos puede estar limitado, es por ello que la hemoglobina eritrocitaria es fundamental para el transporte de oxígeno (Jain V, 2010). Estudios han encontrado en modelos animales que la hipoxia puede generar la alteración de la conectividad del sistema neuronal central en los vertebrados, debido a que el cerebro es vulnerable a hipoxia o abastecimiento limitado de oxígeno causado por la anemia (Bonkowsky y JH, 2018).

Conclusión

Se concluye que un diagnóstico correcto es el principal indicador para presentar un tratamiento adecuado para la mejora del paciente identificado, ya que, la anemia es una enfermedad frecuente que afecta la calidad de vida de la población, región o nación.

Se logró obtener resultados positivos del consumo del producto durante 02 meses, el cual iniciamos con una tasa promedio de 11.40 ± 0.54 Hb para el grupo en estudio y 11.85 ± 0.32 Hb para el grupo control, y se culminó con un resultado promedio de 14.00 ± 0.81 Hb, lo que nos indica que el consumo del producto contribuyó en la mejora de la disminución de la anemia en los niños y niñas de edades entre 4 – 10 años.

Podemos concluir también que la incorporación de la harina de sangre de bovino resultó beneficiosa tanto para combatir la anemia, así como también, aprovechar este producto que no es consumido comúnmente por lo que no se aprovecha su contenido nutricional, además de darle un uso adecuado a los desechos originados en los diversos locales de sacrificio de animales, con el fin de contribuir a la protección del medio ambiente.

Finalmente, para ayudar a la contribución de la disminución de la anemia, los estudios futuros deben centrarse en formular diversos productos utilizando los alimentos que hoy en día muchas veces no son consumidos debido al desconocimiento de su valor nutricional, de esta manera se ayuda a incorporar en la dieta alimenticia productos con un alto potencial y contribuyentes de hierro, vitaminas, proteínas, etc., para la mejora de la calidad de vida de poblaciones vulnerables y de bajos recursos económicos.

Agradecimientos e información de financiamiento

Se agradece al CITE agropecuario CEDEPAS norte por brindar el apoyo de sus instalaciones (Centro de Procesos en Producción Agroindustrial), la participación directa a través del área de investigación y el aporte económico para el

desarrollo de las diferentes actividades para el cumplimiento de la investigación, a la municipalidad del distrito de Mache, Otuzco - La Libertad por la disponibilidad y el apoyo con el centro de salud para realizar los análisis de HB, reportados en este trabajo.

Contribución de autoría

Edwar Luis Lizarraga Alvarez, formulación y coordinador del artículo.

Conflictos de interés

El autor declara no tener ningún conflicto de interés con respecto a la publicación de este artículo.

Bibliografía

- Anaya González, R. De La Cru, E., Cóndor Alarcón, R., Espitia Rangel, E., Navarro Torres, R. y Villar, J. R. (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*, 37(02), 74-84.
- Bonkowsky, J., & JH. (2018). Hypoxia and connectivity in the developing vertebrate nervous system. *Disease Models & Mechanism*, 11.
- Cardozo, C., Mrad, A., Martínez, C., Rodríguez, E., & Lolas, F. (2013). El animal como sujeto experimental. Aspectos técnicos y éticos. Santiago, Chile: Editorial Universitaria Universidad de Chile.
- Cortese S, A. R. (2012). Brain iron levels in attention-deficit/hyperactivity disorder: a pilot MRI study. *World Journal of Biological Psychiatry*, 13, 223-31.
- Duarte, T., Carvalho, S., & Sgarbieri, V. (2014). Bovine Blood components: Fractionation, composition, and nutritive value. *J Agric Food Chem*, 47 (1), 231-236.
- FAO, & OMS. (1992, diciembre). Declaración mundial y plan de acción para la nutrición. Congreso Internacional de Nutrición. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Roma.
<http://whqlibdoc.who.int/hq/1992/a34303.pdf>, consultado el 7 de junio de 2011.
- Gore, F., Bloem, P., Patton, G., Ferguson, J., Joseph, V., & Coffey, C. (2011). Global burden of disease in young people aged 10 - 24 years. *a systematic analysis: Lancet*, 377:2093 - 102.

- Halterman, J., Kaczorowski, J., Aligne, C., Auinger, P., & Szilagyi, P. (2001). Iron deficiency and cognitive achievement among school-aged children and adolescents in the United States. *Pediatrics*, 107:1381 - 6.
- ICF, C. S. (2016). *Ethiopia Demographic and Health Survey 2016 key indicators report*. Addis Ababa Ethiopia: Author.
- Instituto Nacional de Salud. (2013). Anemia afecta el aprendizaje de escolares. Retrieved noviembre 2018, from <http://www.ins.gob.pe/portal/noticias/noticia/0/894/anemia-afecta-el-aprendizaje-de-escolaresadvierten-especialistas>.
- INTERNATIONAL, J. o. (2002). Retrieved from <https://doi.org/10.1093/jaoac/85.5.1187>
- Jain V, L. M. (2010). MRI estimation of global brain oxygen consumption rate. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 30, 1598-607.
- McLean E, Cogswell M, Egli I, Wojdyla D, de Benoist B. (2009). *Worldwide prevalence of anaemia: WHO Vitamin and Mineral Nutrition Information System 1993 - 2005* (Vol. 12). Public Health Nutr.
- Munayco, C., Ulloa, M., Medina, J., Lozano, C., Tejada, V., Castro, C., . . . Arias, L. (2013). Evaluación del impacto de los multimicronutrientes en polvo sobre la anemia infantil en tres Regiones Andinas del Perú. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Pública.*, 30(2), 229-234.
- Organización Mundial de la Salud. (2005). *Salud y desarrollo de los adolescentes: un marco regional de la OMS 2001-2004. Valora que los adolescentes inviertan en el futuro*. Filipinas: OMS.
- Organización Mundial de la Salud. (2007). *Evaluación del estado del hierro en las poblaciones: informe de una consulta técnica conjunta con los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades sobre la evaluación del estado del hierro a nivel de la población* (segunda ed.). [http: /
/www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/anaemia_iron_deficiency/
9789241596107.pdf](http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/anaemia_iron_deficiency/9789241596107.pdf)
- Pereira F., S. M. (2018). Influencia de la deficiencia de hierro en la práctica de ejercicio aeróbico por atletas y atletas: una revisión de la literatura. *IJN.* . 11, 467. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1674764>
- Petry, N., Olofin, I., Hurrell, R., Boy, E., Wirth, J., & Moursi, M. (2016). The proportion of anemia associated with iron deficiency in low, medium, and high human development index countries. *a systematic analysis of national surveys*. *Nutrients*(8), 693.

- Resolución Ministerial N°591-2008/MINSA. (2008). Normas Legales N°378827. *Diario El Peruano*, 2008. Retrieved from <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/247682-591-2008-minsa>. Acceso enero 2020.
- Roser, M., & Ritchie, H. (2020., mayo 24). Micronutrient deficiency. Available at. Retrieved from <https://ourworldindata.org/micronutrient-deficiency>. Accessed
- Vyas, P., Singh, D., Singh, N., Kumar, V., & Dhaliwal, H. (2018). Nutrigenomics: advances, opportunities and challenges in understanding the nutrient-gene interactions. *Curr. Nutr.*
- WHO, UNICEF, & UNU. (2001). Anemia por deficiencia de hierro: evaluación, prevención y control, una guía para directores de programas. *Organización Mundial de la Salud*. Ginebra. Retrieved from (http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/anaemia_iron_deficiency/WHO_NHD_01.3/en/index.html, consultado el 7 de junio de 2011).
- World Health Organization. (WHO). (2015). The global prevalence of anaemia in 2011. 1–48 . Retrieved May 19, 2019, from https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/177094/9789241564960_eng.pdf?sequence=1
- World Health Organization (WHO). (2011). *Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity. Vitamin and Mineral Nutrition Information System*. doi:[accessed May 19, 2019; <http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin.pdf>]
- World Health Organization (WHO). (2018). . World Malaria Report. 1–210. Retrieved June 26, 2019, from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/275867/9789241565653-eng.pdf?ua=1>].
- World Health Organization . (2011). Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity.
- World Health Organization. (2015). The global prevalence of anaemia in 2011 Author.
- Zhang Y-X. (2020). Profiles of anemia among school-aged children categorized by body mass index and waist. *Pediatrics and Neonatology*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2020.11.002>