

INVESTIGACIÓN

Efectos de la suplementación con *Moringa oleifera* en valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina de adolescentes ecuatorianos

DOI: 10.17533/udea.penh.v24n2a04

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Vol. 24, N.º 2, julio-diciembre de 2022, pp. 199-210.

Artículo recibido: 23 de mayo de 2022

Aprobado: 11 de noviembre de 2022

Yira Vásquez-Giler¹; Carmen Natacha Pérez-Cardoso^{2*}; Lilian Sosa Fernández-Aballí³;
Johanna Párraga Acosta⁴; Miguel Ángel Arteaga Quiroz⁵; Ángel Adolfo Vivas Intriago⁶

Resumen

Antecedentes: *Moringa oleifera* es una especie vegetal; sus hojas, flores y frutos son apreciados por la riqueza de nutrientes y potencial antioxidante. **Objetivo:** evaluar el efecto de una infusión de hojas secas de *Moringa oleifera* en los valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina de un grupo de adolescentes. **Materiales y métodos:** estudio longitudinal de tipo antes y después durante seis meses en 31 adolescentes de la comunidad Cerro Guayabal, Ecuador. Para la suplementación nutricional, se utilizaron 4 gramos de polvo de hojas de *Moringa oleifera* en dos bolsas para infusión. Se cuantificaron macronutrientes y minerales en el polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* y en su infusión. Los análisis de minerales se llevaron a cabo por triplicado, en un equipo de absorción atómica. Se midió la hemoglobina y la ferritina de los adolescentes al inicio y después de seis meses de la suplementación. **Resultados:** incremento significativo de 1,29 g en la cifra media de hemoglobina y disminución del número de adolescentes en riesgo de anemia, según los valores de ferritina y hemoglobina. **Conclusiones:** estos resultados sitúan a la especie vegetal *Moringa oleifera* como un alimento potencial y útil para combatir carencias nutricionales, en especial la anemia por deficiencia de hierro.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, carencia nutricional, hierro, suplementos dietéticos, adolescentes.

1 Ph. D. Universidad Técnica de Manabí. UTM. Manabí. Ecuador. yiravasquez_1@yahoo.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7360-6930>

2* Autor de correspondencia. Mg. Universidad Técnica de Manabí. UTM. Manabí. Ecuador. carmennatachaperez@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8843-4430>

3 Mg. Universidad Técnica de Manabí. UTM. Manabí. Ecuador. lilian.sosa@utm.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3460-4297>

4 Mg. Universidad Técnica de Manabí. UTM. Manabí. Ecuador. johanna.parraga@utm.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0286-5900>

5 Mg Universidad Técnica de Manabí. UTM. Manabí. Ecuador. miguel.arteaga@utm.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9129-8321>

6 Lic. Universidad Técnica de Manabí. UTM. Manabí. Ecuador. avivas6734@utm.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0128-0142>

Cómo citar este artículo: Vásquez-Giler Y, Pérez-Cardoso CN, Sosa Fernández-Aballí L, Párraga Acosta J, Arteaga Quiroz MA, Vivas Intriago AA. Efectos de la suplementación con *Moringa oleifera* en valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina de adolescentes ecuatorianos. *Perspect Nutr Humana*. 2022;24:199-210. DOI: 10.17533/udea.penh.v24n2a04



Effects of Supplementation with *Moringa Oleifera* on Blood Values of Hemoglobin and Ferritin in Ecuadorian Adolescent

Abstract

Background: *Moringa oleifera* is a plant species; its leaves, flowers and, fruits are appreciated for the richness of nutrients and antioxidant potential. **Objective:** To evaluate the effect of an infusion of dry leaves of *Moringa oleifera* on the blood values of hemoglobin and ferritin in a group of adolescents. **Materials and Methods:** Longitudinal before-and-after study for six months in 31 adolescents from the Cerro Guayabal community, Ecuador. For the nutritional supplementation, 4 grams of powdered *Moringa oleifera* leaves were used in two infusion bags. Macronutrients and minerals were quantified in the *Moringa oleifera* dry leaves and in its infusion. The mineral analyzes were carried out in triplicate, in an atomic absorption equipment. Hemoglobin and ferritin were measured in adolescents at baseline and after six months of supplementation. **Results:** Significant increase of 1.29 g in the average figure of hemoglobin, and decrease in the number of adolescents at risk of anemia according to the values of ferritin and hemoglobin. **Conclusions:** These results place the plant species *Moringa oleifera* as a potential and useful food to combat nutritional deficiencies, especially iron deficiency anemia.

Keywords: *Moringa oleifera*, nutritional deficiency, iron, dietary supplements, adolescents.

INTRODUCCIÓN

La deficiencia de hierro se reconoce generalmente como la carencia nutricional más prevalente en todo el mundo. Existen diferentes indicadores bioquímicos y eritrocitarios para determinar el estado nutricional de este micronutriente; sin embargo, la hemoglobina y la ferritina son la combinación más eficiente y de coste efectiva para monitorear la respuesta de las poblaciones a las intervenciones con hierro (1).

La anemia por deficiencia de hierro, aunque es más frecuente en países en vías de desarrollo y por lo general se asocia con desnutrición e infecciones parasitarias, es también común en países industrializados (2,3).

Existen etapas biológicas, como la niñez y la adolescencia, en las que la demanda de hierro se incrementa y en ocasiones la dieta puede ser insuficiente para cubrirlas. En los varones ado-

lescentes las necesidades se incrementan por el aumento de la masa magra que acompaña al crecimiento, y en las mujeres por las pérdidas secundarias a la menstruación (4). Además, en este grupo etario es frecuente observar hábitos alimentarios inadecuados: fácil disponibilidad de porciones generosas, gran cantidad y variedad de dulces, refrigerios, comidas rápidas, la omisión de eventos alimentarios importantes y una alimentación carente de granos, frutas y verduras (5). Este patrón dietético trae consigo efectos perjudiciales para la salud, algunos inmediatos y otros a largo plazo, que incluyen anemia, elevación del colesterol y triglicéridos, diabetes mellitus tipo 2, presión arterial elevada y obesidad (6).

En un estudio sobre prevalencia de anemia y depleción de las reservas de hierro realizado por Ortega (7) en Venezuela, la prevalencia fue de 48,65 %, mientras que Quispe et al. (8) reporta-

ron que de 125 adolescentes de Lima, Perú, el 16 % presentó anemia.

Moringa oleifera es una especie vegetal a la que se le han atribuido múltiples beneficios para el bienestar humano. Todas las partes de esta planta se utilizan para diversos fines. Las hojas, flores, frutos y raíces son apreciados por su valor nutritivo y pueden ser usados tanto en la alimentación humana como animal (9).

Las hojas secas de *Moringa oleifera* presentan un contenido de hierro de aproximadamente 20 mg/100 g de producto. No obstante, existen variaciones en la cantidad de hierro informada por diferentes autores, que abarcan un rango de 0,85 a 318 mg/100 g de producto (10).

Shokery et al. (11) utilizaron té preparado a partir de polvo de hojas de *Moringa oleifera* para aumentar el contenido fenólico del yogurt, lo que se reflejó en el aumento de la capacidad antioxidante de la bebida. Dandan et al. (12) estudiaron el efecto de los procesos de extracción del té de *Moringa oleifera* sobre su calidad sensorial. Los investigadores encontraron concentraciones de aminoácidos libres en la infusión que variaban entre 5,59 y 6,52 %, y azúcares solubles entre 9,77 y 14,45 %.

Un estudio realizado por More et al. (13), que tuvo como objetivo determinar el efecto de galletas de *Moringa oleifera* sobre la concentración de hemoglobina en niños con anemia ferropénica de 3 a 5 años, demostró que en el grupo experimental la concentración de la hemoglobina mejoró significativamente y alcanzó el valor promedio de $12,45 \pm 0,69$ g/dl, luego de recibir la galleta de moringa.

Boateng et al. (14) realizaron una intervención nutricional para estudiar el efecto de fortificación de alimentos complementarios para niños de 8

a 12 meses de edad, durante cuatro meses de alimentación. Utilizaron un grupo control que ingirió solamente el alimento complementario (CF), un segundo grupo que ingirió una fórmula de cereales y legumbres elaborada con 5 g de moringa (MCL) y un tercer grupo al que se le espolvoreó la misma cantidad de moringa sobre el alimento complementario (MS). La fortificación con moringa no mejoró significativamente, ni la concentración de hemoglobina ni los indicadores de crecimiento.

Ilyas et al. (15) realizaron un estudio sobre el potencial antioxidante y nutricional del polvo de hojas secas y del polvo de semillas de *Moringa oleifera* en el que concluyeron que la infusión contiene nutrientes esenciales en cantidades significativas y buenas propiedades antioxidantes, por lo que puede complementar una dieta insuficiente y ser útil para el tratamiento de enfermedades carenciales y crónicas.

Martínez-Marciales et al. (16) incorporaron *Moringa oleifera* en bebidas de frutas caseras que suministraron a 32 niños y encontraron un aumento de aproximadamente 1,3 veces en los niveles de hemoglobina y ferritina y en el volumen de los glóbulos rojos. Indicaron, además, que estos hallazgos son una demostración del amplio espectro de las características medicinales de la moringa.

La encuesta de salud y nutrición realizada en Ecuador entre 2012 y 2013 informó que el 19,1 % de los adolescentes presentaba desnutrición crónica, era más prevalente en el sexo femenino y más alta en el grupo de edad de 15 a 19 años (17).

En el análisis de la situación de salud de la comunidad rural ecuatoriana Cerro Guayabal, realizado por Vásquez et al. (18), los autores

concluyeron que predomina la población joven; además, se evidencian estilos de vida no saludables, condiciones higiénico-sanitarias no adecuadas, las mujeres están poco integradas al trabajo o el estudio, la dinámica de algunas familias es disfuncional y el nivel de ingresos es regular. Con base en lo anterior, se sospecha de morbilidad oculta en esta población.

Por lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de una infusión de polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* en los valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina de adolescentes de la comunidad Cerro Guayabal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio longitudinal sin grupo control, de tipo antes y después, de seis meses de suplementación con infusión de polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* en adolescentes residentes en la comunidad Cerro Guayabal, cantón Montecristi, provincia de Manabí, Ecuador. La muestra fue no probabilística integrada por 31 adolescentes, 19 del sexo femenino y 12 del masculino, de edades comprendidas entre 10 y 19 años. Se excluyó del estudio a adolescentes con antecedentes de enfermedades renales, hepáticas o de tipo nervioso y a quienes estaban consumiendo suplementos.

Este estudio evaluó cambios en diferentes variables nutricionales después de la intervención nutricional con infusión de polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* en los adolescentes. No obstante, en este artículo se profundiza en los efectos hallados sobre valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina.

Para determinar la ingesta dietética, se utilizó el método de frecuencia semicuantitativo de consumo y, para su análisis, el sistema automatizado Ceres+ (20). A través de una entrevista

estructurada, personal previamente adiestrado aplicó los cuestionarios a los adolescentes participantes en presencia de la madre o la persona que prepara los alimentos en su hogar, antes y después de la suplementación.

Para la suplementación nutricional se utilizó polvo de hojas de *Moringa oleifera* cultivada en la provincia de Manabí, que se encuentra a una altitud de 53 m s. n. m., con un clima semiárido cálido de 25,5 °C (21), en presentación de bolsa para infusión de 1 gramo, registrada con licencia sanitaria N.º 7041-ALN-0915 por la Agencia de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) del Ecuador. La selección de esta presentación se basó en el grado de aceptación, desde el punto de vista organoléptico, por parte de los adolescentes. Se cuantificaron macronutrientes y minerales en el polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* (base seca) y en su infusión (base líquida). En base seca se determinó humedad (22), contenido de proteína (23), grasas (24), fibra cruda (25), cenizas (26), y los minerales fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro y zinc (27).

El análisis en base líquida se realizó bajo las mismas condiciones experimentales declaradas por Ilyas et al. (15). Se pesaron las bolsas con el material vegetal en balanza analítica con precisión de 0,1 mg, se colocaron en vasos y se vertieron 125 mL de agua a 100 °C. Se dejaron en contacto con el agua tres minutos exactos. Se retiraron las bolsas de la solución y se dejó reposar hasta alcanzar temperatura ambiente, con verificación del termómetro (14). Los análisis de minerales se llevaron a cabo por triplicado, en un equipo de absorción atómica marca Varian modelo AA240® con aspiración manual y con lámparas de cátodo hueco. Se aplicaron los siguientes métodos: para cobre, hierro, potasio, zinc, magnesio y calcio (26) y para fósforo total

(27). Todas las pruebas mencionadas las realizó personal autorizado del laboratorio Bureau Veritas (<https://www.bureauveritas.es/>). Asimismo, se estimó la cantidad absoluta de minerales que pasaron a los 125 mL de la infusión, la eficiencia de extracción y el porcentaje de la recomendación nutricional que cubría para dichos nutrientes.

La extracción de sangre a los adolescentes participantes se realizó en el laboratorio clínico de la Universidad Técnica de Manabí. Se determinó hemoglobina y ferritina al inicio del estudio y después de seis meses de la suplementación. La cuantificación de hemoglobina se realizó en un contador celular marca Mindray BC-2800, según la técnica descrita en el manual de procedimientos del fabricante (28). La determinación de ferritina se realizó por inmunofluorescencia en equipo de iChroma™ II (29). En la tabla 1 se presenta la clasificación de la anemia según los valores de referencia de hemoglobina y ferritina

publicados por la Organización Mundial de la Salud (30,31).

La infusión se preparó con dos bolsas de polvo de hojas de 1 gramo cada una, en las mismas condiciones experimentales que se mencionan en el análisis de la base líquida, a temperatura ambiente endulzada con 5 gramos de azúcar, y fue suministrada a los adolescentes por personal adiestrado durante seis meses con una frecuencia diaria y en horas de la tarde. Se evaluaron los resultados a los seis meses de suplementación, a través de la determinación de hemoglobina y ferritina en los adolescentes participantes.

Análisis estadístico

El procesamiento de datos se realizó con el apoyo del programa SPSS versión 23. Se empleó la prueba de Shapiro-Wilk para conocer si las muestras seguían distribución normal.

Tabla 1. Valores de referencia y puntos de corte de hemoglobina y ferritina

Variable bioquímica	Estado	Población				
		Femenino (edad en años)		Masculino (edad en años)		
		10-11	12-19	10-11	12-14	15-19
Hemoglobina (g/dL)	Sin anemia	≥ 11,5	≥ 12,0	≥ 11,5	≥ 12,0	≥ 13,0
	Anemia leve	11,0-11,4	11,0-11,9	11,0-11,4	11,0-11,9	11-12,9
	Anemia moderada	8-10,9	8-10,9	8-10,9	8-10,9	8,0-10,9
	Anemia grave	< 8			< 8	
Ferritina (ng/mL)	Reservas de hierro normal			>15		
	Reservas de hierro disminuida			< 15		
	No deseable			> 90		
	Alto riesgo			< 35		

Fuente: Organización Mundial de la Salud (30-31).

***Moringa oleifera* en la hemoglobina y ferritina**

Para comparar las medias de las variables bioquímicas estudiadas se utilizó la prueba no paramétrica de signos de Wilcoxon, y para el análisis de las asociaciones de variables categóricas la prueba de ji al cuadrado. Se estableció el nivel de significación estadística en $p \leq 0,05$.

Consideraciones éticas

Los adolescentes aceptaron de manera voluntaria participar en el estudio y sus tutores o padres firmaron el consentimiento informado. La investigación cumplió las normas éticas de la Declaración de Helsinki vigente (19) y fue aprobada por el Comité de Bioética de la Universidad Técnica de Manabí, asentado en el Tomo 01-Folio 01-01 de fecha 31-01-2018.

RESULTADOS

En la figura 1 se puede apreciar que después de la suplementación más del 20 % de los adolescentes consumió a diario leche, frente a menos del 10 % que antes lo hacía. Más del 5 % consumió huevos frente al 0 % que antes lo hacía. Se mantuvieron en iguales proporciones los adolescentes que consumieron a diario cereales, azúcares, aceites y grasas. Antes y después de la suplementación ningún adolescente consumió a diario carnes y vísceras, principales fuentes de hierro hemínico y zinc.

En la tabla 2 se observa la composición bromatológica del polvo de hojas de *Moringa oleifera* utilizado en este estudio. En cuanto a humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra y elementos no nitrogenados (32), los resultados encontrados fueron semejantes a los reportados por otros autores (33-36).

Tabla 2. Composición bromatológica del polvo de hojas de *Moringa oleifera*

Composición	Porcentaje
Humedad	2,80
Proteína	25,00
Grasa	4,00
Ceniza	9,91
Fibra	17,17
ELNN*	41,12

*ELNN: Elementos no nitrogenados

Fuente: Vásquez Giler et al. (32).

En la tabla 3 se presenta la cantidad de minerales encontrados en el polvo de hojas de *Moringa oleifera*, y en la infusión, la eficiencia de extracción y el porcentaje con el que contribuían los minerales a la recomendación nutricional. La eficiencia de extracción presentó los valores más elevados para el potasio, cobre, calcio y zinc y los más bajos para el fósforo, magnesio y hierro. El calcio representó el 27,51 % de la recomendación nutricional; el cobre, el 20 % y el potasio, el 11,54 %.

La tabla 4 refleja los valores medios de hemoglobina y ferritina de todo el grupo, antes y después de la suplementación con infusión de *Moringa oleifera*. El valor medio de la hemoglobina cambia de forma favorable y es altamente significativo después de seis meses de suplementación con infusión de *Moringa oleifera*. Se observa un incremento de 1,29 g en la cifra media de hemoglobina.

Según los valores de hemoglobina y ferritina encontrados en los adolescentes de esta investigación, el 38,7 % presentó anemia entre leve y moderada. El número de casos fue más alto en el sexo femenino que en el masculino, situación que pudo responder a que en este grupo de edad las adolescentes han iniciado la menarquia con la consiguiente pérdida de hierro menstrual.

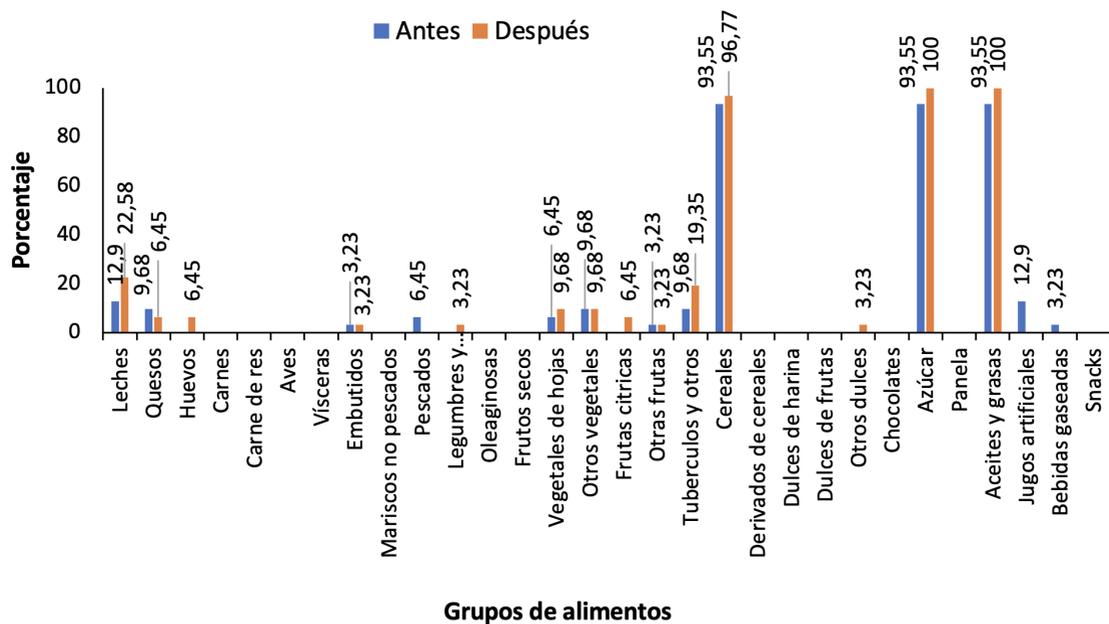


Figura 1. Distribución de adolescentes según el consumo diario de alimentos antes y después de la suplementación con infusión de *Moringa oleifera* (n=31).

Tabla 3. Cantidad de minerales en el polvo de hojas e infusión de *Moringa oleifera*

Minerales	Polvo de hojas secas (mg/ 4g)	Infusión de polvo de hojas secas (mg/125mL)	Eficiencia de la extracción (%)	Recomendación nutricional/ % de contribución
Cobre	0,256	0,176	68,75	900 µg/d/20
Hierro	1,66	0,256	15,39	16-18 mg/d /1,60
Zinc	0,384	0,184	47,92	14-17 mg/d/1,31
Magnesio	1184	25,92	2,19	300 mg/d/8,64
Fósforo	5280	2,96	0,06	800 mg/d /0,37
Calcio	425,6	220,08	51,71	800 mg/d /27,51
Potasio	324,8	230,8	71,06	2 g/ d /11,54

Fuente: Organización Mundial de la Salud (30-31).

Tabla 4. Variables bioquímicas antes y después de 6 meses de suplementación con infusión de *Moringa oleifera* en adolescentes (n =31)

Variables bioquímicas	Antes-media (DE)	Después-media (DE)	p
Ferritina (ng/mL)	35,90 (18,93)	39,15 (17,77)	0,066
Hemoglobina (g/dL)	12,09 (0,97)	13,38 (1,06)	0,000

DE: Desviación estándar

Fuente: Vásquez Giler et, al. (32)

***Moringa oleifera* en la hemoglobina y ferritina**

En el presente estudio se encontró un número menor de adolescentes varones con niveles bajos de reserva de esta proteína y los valores fueron superiores a los encontrados en el sexo femenino.

DISCUSIÓN

La no ingesta diaria de carnes y vísceras antes y después de la suplementación y los valores de hemoglobina y ferritina encontrados en los adolescentes, sumado al déficit de recursos económicos, fundamentaron la necesidad de la suplementación nutricional con *Moringa oleifera*. Es importante indicar que antes de la suplementación, según el Índice de Masa Corporal para la edad, la categoría normal predominó con un 75 % en el sexo masculino y 70,97 % en el sexo femenino, mientras que el 25 % de adolescentes masculinos se ubicó en las categorías de sobrepeso y obesidad, frente al 29,03 % de adolescentes femeninas que compartieron la misma condición (32). Situación nutricional semejante se observó después de la suplementación.

Al comparar la cantidad de extracción de minerales encontrada en este estudio con la cantidad que fue reportada por Ilyas et al. (15), la extracción de calcio, magnesio, potasio y cobre fue mayor; la de zinc tuvo valores equivalentes, pero la de hierro fue menor.

Suzana et al. (37) informaron un incremento de 0,79 g de hemoglobina en mujeres anémicas de Indonesia que recibieron durante tres semanas 700 mg de extracto acuoso de hojas secas de moringa. Mientras que Adegbite et al. (38) reportaron un incremento de 0,21 g de hemoglobina, después de suministrar por 14 días una dosis de 0,038 g/kg de polvo de hojas de esta planta a 20 estudiantes de una universidad de Nigeria.

El valor medio de ferritina cambia posintervención, pero no es estadísticamente significativo.

En la adolescencia, por el crecimiento y la menarquia, se produce un pico en la demanda de hierro; el balance negativo en esta etapa es habitual, ya que la mayoría de los adolescentes no ingiere la dosis diaria recomendada. La carencia de hierro suele pasar por los estadios de ferropenia latente y oculta hasta que, agotados los depósitos, se instaura la anemia con sus características habituales de microcitos, descenso de hierro sérico y hemoglobina, aumento de la capacidad de saturación de la transferrina y disminución de la ferritina (39).

Existen determinaciones bioquímicas o hematológicas que permiten valorar los diferentes estadios. Como la sensibilidad diagnóstica de cada técnica analítica es diferente, no se dispone de un algoritmo diagnóstico rígido, sino que para realizar, por ejemplo, el diagnóstico de deficiencia de hierro y anemia ferropénica se recomienda la combinación de dos o tres indicadores. No obstante, en los estadios carenciales más precoces se dispone de un marcador muy específico: la ferritina sérica, de forma que cifras inferiores a los niveles de normalidad diagnosticarían una depleción de los depósitos de hierro.

Las concentraciones de ferritina son un reflejo de las reservas de hierro en el organismo. En la adolescencia los valores de ferritina por lo general son mayores en los hombres que en las mujeres (32).

Entre los beneficios para la salud más divulgados de las hojas de *Moringa oleifera* se encuentra el aumento de los valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina. Las hojas de esta planta han resultado efectivas en el tratamiento de anemia inducida en ratas adultas, en la prevención y tratamiento de las anemias en niñas y gestantes y son

recomendadas como sustituto de las tabletas de hierro, que en muchas ocasiones provocan trastornos digestivos (40).

Las hojas secas contienen aproximadamente 20 mg de hierro/100 g de producto. En diferentes estudios se ha señalado que el contenido de hierro de sus hojas puede compensar la deficiencia de este mineral al modular la expresión de genes vinculados a su utilización (41).

El polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* además de contener hierro, que es uno de los nutrientes más importantes en la hematopoyesis, contiene riboflavina y ácido ascórbico, necesarios para la conversión de ion férrico a ferroso y para la movilización de ferritina. En las hojas también se encuentran componentes antioxidantes como alcaloides, saponinas y flavonoides con propiedades hematopoyéticas (42). Por su parte, los contenidos de componentes antinutricionales como taninos, lectinas e inhibidores de proteasas son insignificantes (33).

La absorción del hierro no hemínico (forma química que predomina en los alimentos de origen vegetal), está influenciada por el estado del hierro en el individuo, el aumento de las necesidades para el crecimiento y factores dietéticos inhibidores (fibra dietética, taninos, oxalatos) o estimulantes de su absorción (ácido ascórbico) (43).

En la presente investigación, se encontró que la cantidad de hierro que puede ser aportada por la formulación empleada no supera el 2 % del valor diario recomendado. Sin embargo, la principal ventaja de *Moringa oleifera* es el conjunto de todos los minerales con fitoquímicos, vitaminas y

componentes de hormonas y enzimas presentes en sus hojas secas (44).

A partir de los resultados de transferencia y eficiencia de extracción de los minerales encontrados en la infusión utilizada en esta investigación, se infiere que la *Moringa oleifera* contribuyó al aumento de la síntesis de hemoglobina, debido a la alta eficiencia de extracción de zinc y cobre, oligoelementos con papeles importantes en la estructura del grupo hemo y en la absorción y transporte del hierro. También se debe a la posibilidad de que otros nutrientes de *Moringa oleifera* (taninos y fibra dietética), inhibidores de la absorción del hierro, estuvieran en bajas cantidades en la infusión suministrada.

Adegbite et al. (38) demostraron que cuando emplearon polvo seco de hojas de *Moringa oleifera* a una dosis baja mejoraron los índices hematológicos, mientras que con dosis altas no evidenciaron esta mejora. Los autores de esta investigación consideran que los nutrientes de *Moringa oleifera* presentes en la infusión actuaron de forma sinérgica para provocar cambios significativos en los valores de hemoglobina de los adolescentes de este estudio (40-45). Asimismo, que el cuerpo está genéticamente programado para absorber los nutrientes de los alimentos de forma conjunta.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses para la realización del presente trabajo.

FINANCIACIÓN

No existió financiación ni se recibió apoyo financiero.

Referencias

1. Sebastián E, Sevilla J. Protocolo diagnóstico y tratamiento de la anemia microcítica en el adolescente. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 2018;12(61):3613-18. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304541218301926>
2. Moya-Arno M, Blanquer-Blanquer M, Moraleda-Jiménez JM, Anemias carenciales, *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 2016;12(20):1136-47. <https://doi.org/10.1016/j.med.2016.10.002>
3. Sebastián E, Sevilla J. Protocolo diagnóstico y tratamiento de la anemia microcítica en el adolescente, *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 2018;12,(61):3613-18. <https://doi.org/10.1016/j.med.2018.08.007>
4. Jiménez-Ortega AI, González-Iglesias MJ, Gimeno-Pita P, Ortega RM. Problemática nutricional de la población femenina adolescente. *Nutrición Hospitalaria*. 2015;32(1):5-9. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309243316002>
5. Hernández-Merino A. Anemias en la infancia y adolescencia. Clasificación y diagnóstico. *Pediatr Integral*. 2016;20(5), 287-96. Disponible en: https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2016/07/Pediatria-Integral-XX-05_WEB.pdf#page=7
6. McNaughton SA, Ball K, Mishra GD, Crawford DA. Dietary patterns of adolescents and risk of obesity and hypertension. *J. Nutr.* 2008;138(2):364-70. <https://doi.org/10.1093/jn/138.2.364>
7. Ortega P, Leal Montiel J, Amaya D, Chávez C. Anemia y depleción de las reservas de hierro en adolescentes de sexo femenino no embarazadas. *Rev. Chil. Nutr.* 2009;36(2):111-19. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071775182009000200002&lng=es.%20%20http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182009000200002%2
8. Quispe C, Gutierrez E. Consumo de alimentos y anemia en adolescentes mujeres de un colegio nacional de Lima. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter.* 2018;34(1):58-67. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892018000100007&lng=es
9. Kumssa DB, Joy EJ, Young SD, Odee DW, Ander EL, Broadley MR. Variación en la concentración de elementos minerales de *Moringa oleifera* Lam. y *m. stenopetala* (Bak. f.) Cuf.: Papel en la nutrición humana. *PLoS ONE*. 2017;12(4):e0175503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175503>
10. Madukwe EU, Ugwuoke AL, Ezeugwu JO. Effectiveness of dry *Moringa oleifera* leaf powder in treatment of anaemia. *Int. J. Med. Med. Sci.* 2013;5(5):226-28. <https://doi.org/10.5897/IJMMMS2013.0884>
11. Shokery ES, El-Ziney MG, Yossef AH, Mashaly RI. Effect of green tea and moringa leaf extracts fortification on the physicochemical, rheological, sensory and antioxidant properties of set-type yoghurt. *J Adv Dairy.* 2017;5(2)179. <https://doi.org/10.4172/2329-888X.1000179>
12. Dandan K, Shaodan P, Jihua L, Yupo C. Study on the effect of extraction process of *Moringa oleifera* instant tea on its sensory quality. *2nd International Workshop on Renewable Energy and Development*. 2018;153(2). Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/153/2/022026/meta#references>
13. More-Tinedo JK, Díaz-Ortega JL. Galletas de *Moringa oleifera* en la concentración de hemoglobina en niños anémicos. *Cientifi-k*. 2018;6(1):80-6. Disponible en: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/cientifi-k/article/view/1306>
14. Boateng L, Quarpong W, Ohemeng A, Asante M, Steiner-Asiedu M. Effect of complementary foods fortified with *Moringa oleifera* leaf powder on hemoglobin concentration and growth of infants in the Eastern Region of Ghana. *Food Sci Nutr.* 2019;7(1):302-11. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fsn3.890>
15. Ilyas M, Arshad MU, Saeed F, Iqbal M. Antioxidant potential and nutritional comparison of moringa leaf and seed powders and their tea infusions. *J. Anim. Plant Sci.* 2015;25(1):226-33. Disponible en: <http://www.thejaps.org.pk/docs/v-25-01/31.pdf>

16. Martínez-Marciales K, Soto A, Sierra-Castrillo J, Olivieri-Moncada J, Galeano-Arias J, Gómez-Rave J. Effect of the addition of *Moringa Oleifera* to fruit drinks on clinical parameters associated with iron deficiency anaemia in schoolchildren. *ALAN*. 2019;69(1): 2-11. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/5625>
17. Freire WB. Resumen Ejecutivo. Tomo I. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del Ecuador (ENSANUT/ECU 2011-2013), Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadísticas y Censo; 2013. Quito Ecuador.
18. Vásquez-Giler YA, González-Hernández A, Macías-Moreira P, Carrillo-Farnés O. Análisis de la Situación de Salud en Cerro Guayabal. *Qhalikay*. 2017;1(1):29-39. Disponible en: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Qhalikay/article/view/125>
19. World Medical Association. Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. 2014;81(3):14-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25951678/>
20. Rodríguez SA, Mustelier OH. Sistema automatizado Ceres+ para la evaluación del consumo de alimentos. *RCAN*. 2013;23(2):208-20. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=53275>
21. Ríos SC, Zurita S, Montalvo V. Métodos de ajuste y homogenización de datos climáticos para determinar índice de humedad de Lang en la provincia de Manabí, Ecuador. *La Técnica*. 2016;(16):94-106.
22. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana 11085. Cereales, productos a base de cereales y alimentos para animales. Determinación del contenido de grasa bruta y grasa total mediante el método de extracción de Randall; 2015. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_11085.pdf
23. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana 522. Harinas de origen vegetal. determinación de la fibra cruda; 2013. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/522-1R.pdf>
24. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana. 2171. Cereales, leguminosas y subproductos. Determinación del rendimiento de cenizas por incineración; 2013. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_2171_extracto.pdf
25. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana 2983. Complementos nutricionales. Método de análisis Spectroquant NOVA60 14729, fósforo total. 2016. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2983.pdf
26. Environmental Protection Agency (EPA) method 3015. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils. [Internet] 2007. Disponible en: <https://www.jonesenv.com/PDF/3051a.pdf>
27. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2983 Complementos nutricionales. Método de análisis Spectroquant NOVA60 14729, fósforo total; 2016.
28. Manual español Mindray. Mindray BC-2800. [Internet] 2008. Disponible en: <https://www.mindray.com/>
29. Manual de pruebas i-ChromaTM II. i-ChromaTM Ferritina. [Internet] 2016. Disponible en: <https://www.labindustrias.com/>
30. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. Ginebra, Organización Mundial de la Salud (WHO/NMH/NHD/MNM/11.1). [Internet] 2011. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/85842>
31. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de ferritina para evaluar el estado de nutrición en hierro en las poblaciones. Sistema de Información Nutricional sobre Vitaminas y Minerales. Ginebra, (OMS/NMH/NHD/ MNM/11.2). Disponible en: https://apps.who.int/nutrition/publications/micronutrients/indicators_ferritin/es/index.html
32. Vásquez-Giler Y, Rodríguez-Suárez A, Carrillo-Farnés O. Infusión de *Moringa oleifera* (Moringaceae) como suplemento para adolescentes de Cerro Guayabal, Ecuador. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 2019;40:33-45. Disponible en: <http://www.rjbn.uh.cu/index.php/RJBN/article/view/442>
33. Gopalakrishnan L, Doriya K, Kumar SK. *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medical application. *Food Science and Human Wellness*. 2016;5(2):49-56. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>

***Moringa oleifera* en la hemoglobina y ferritina**

34. Nogueira-Brilhante R, Alencar-Sales J, Santos-Pereira V, Castelo-Branco D, Aguiar-Cordeiro R, De Souza-Sampaio C, et al. Research advances on the multiple uses of *Moringa oleifera*: A sustainable alternative for socially neglected population. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. 2017;10(7):621-30. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2017.07.002>
35. El Sohamy SA, Hamad GM, Mohamed SE, Amar MH, Al-Hindi RR. Biochemical and functional properties of *Moringa oleifera* leaves and their potential as a functional food. Global Advanced Research Journal of Agricultural Science. 2015;4(4):188-99.
36. Moyo B, Masika P, Hugo A, Muchenje V. Nutritional characterization of *Moringa (Moringa oleifera Lam.)* leaves. African Journal of Biotechnology. 2011;12(10):925-933. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/96497>
37. Suzana D, Suyatna FD, Azizahwati Andrajati R, Sari SP. Effect of *Moringa oleifera* Leaves Extract Against Hematology and Blood Biochemical Value of Patients with Iron Deficiency Anemia. J Young Pharm. 2017;9(1):79-84. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/6600/fe491777f8b768f0d3f177986fb39eab050d.pdf>
38. Adegbite OA, Omolaso B, Seriki SA, Shatima C. (2016). Effects of *Moringa oleifera* leaves on hematological indices in humans. Ann Hematol Oncol. 2016;3(8):1-7.
39. Hernández-Merino A. Anemias en la infancia y adolescencia. Clasificación y diagnóstico. Pediatr Integral. 2016;16(5):357-65. Disponible en: <https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2012/xvi05/01/Anemias.pdf>
40. Dewi DP, Fatimah F. Effect of *Moringa oleifera* cookies in anemia adolescent. Proceeding book. The 4th International Conference on Health Science, Indonesia. 2017;167-70. Disponible en: <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/id/eprint/321>
41. Oyeyinka AT, Oyeyinka SA. *Moringa oleifera* as a food fortificant: Recent Trends and Prospects. Journal of the Saudi Society of Agricultural Science. 2018;17:127-36. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.02.002>
42. Murimi MW, Moyeda-Carabaza AF, Nguyen B, Saha S, Amin R, Njike V. Factors that contribute to effective nutrition education interventions in children: A systematic review. Nutr Rev.2018;76(8):553-80. Disponible en: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article/76/8/553/5003346?login=false>
43. Katz D, Friedman R, Lucan S. Nutrición Medica. Manual completo basado en evidencia.3 ed. Wolters Kluwer. España; 2015, 107 pp.
44. Fahey J. *Moringa oleifera*: A review of the Medical Evidence for its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties Part 1. Trees for Life Journal. 2005;1(5): Disponible en: <https://www.tovshop.be/shops/tovshop/cms/fahey-jed-w-moringa-oleifera-a-review-of-the-medic.pdf>
45. Doria E, Daoudou B, Buonocore D, Verri M, Cossena M, Mashigo L. Total antioxidant capacity, antimicrobial activity and preliminary analysis of some nutritional compounds in *Moringa oleifera* preparations. Int J Food Nutr Sci. 2017;4(1):23-9. <https://doi.org/10.15436/2377-0619.16.1261>