

# Infusión de *Moringa oleifera* (Moringaceae) como suplemento para adolescentes de Cerro Guayabal, Ecuador

## *Moringa oleifera* (Moringaceae) infusion as supplement for adolescents from Cerro Guayabal, Ecuador

Yira Annabell Vásquez Giler<sup>1\*</sup>, Armando Rodríguez Suárez<sup>2</sup> y Olimpia V. Carrillo Farnés<sup>3</sup>

### RESUMEN

*Moringa oleifera* es una planta perenne dicotiledónea nativa de las estribaciones del Himalaya del norte de la India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán. Las hojas de esta especie vegetal tienen una composición química rica en nutrientes y otros compuestos no nutrientes con propiedades antioxidantes que las ubican como un alimento potencial y útil para tratar diferentes tipos de desnutrición. Los adolescentes de la comunidad ecuatoriana Cerro Guayabal, provincia de Manabí, en un Análisis de Situación de Salud realizado en el año 2015, evidenciaron estilos de vidas poco saludables y condiciones higiénico-sanitarias no adecuadas. Se sospechó morbilidad oculta ya que carecían de centro asistencial de salud local, lo que los situó como una población de riesgo nutricional. El objetivo de esta investigación fue evaluar los cambios en variables nutricionales de los adolescentes de esa comunidad después de una intervención nutricional con infusión de polvo de hojas secas de *Moringa oleifera*. Se realizó un ensayo longitudinal sin grupo control, de tipo antes y después, con aplicación de la intervención durante seis meses, a 31 adolescentes voluntarios residentes en Cerro Guayabal. La etapa diagnóstica se basó en la caracterización epidemiológica y la evaluación del estado nutricional. El principal impacto de la intervención fue la disminución significativa de los casos de anemia y la mejoría del patrón lipídico de los adolescentes. La intervención cumplió con los criterios de factibilidad, aceptabilidad y sostenibilidad. Los resultados confirmaron la contribución de las hojas de la planta al tratamiento de la anemia y dislipidemia.

**Palabras clave:** adolescentes, infusión, *Moringa oleifera*, suplemento dietético, anemia

### ABSTRACT

*Moringa oleifera* is a dicotyledonous perennial plant native to the foothills of the Himalayas of northern India, Pakistan, Bangladesh and Afghanistan; The leaves of this species have a chemical composition rich in nutrients and other non-nutrient compounds with antioxidant properties that places them as a potential and useful food to treat different types of malnutrition. The adolescents of the Ecuadorian community Cerro Guayabal, Manabí province, in a Health Situation Analysis conducted in 2015, showed unhealthy lifestyles and inadequate hygienic-sanitary conditions. Hidden morbidity was suspected as they lacked a local health care center, which placed them as a population at nutritional risk. The objective of this research was to evaluate the changes in nutritional variables of the adolescents of that community after a nutritional intervention with infusion of dried leaf powder of *Moringa oleifera*. A longitudinal trial was carried out without a control group, type before and after, with application of the intervention for six months, to 31 adolescent volunteers living on Cerro Guayabal. The diagnostic stage was based on epidemiological characterization and assessment of nutritional status. The main impact of the intervention was the significant decrease in cases of anemia and the improvement in the lipid pattern of adolescents. The intervention met the criteria of feasibility, acceptability and sustainability. The results confirmed the contribution of the leaves of the plant to the treatment of anemia and dyslipidemia.

**Keywords:** adolescents, infusion, *Moringa oleifera*, supplement, anemia

**Recibido:** agosto 2019 **Aceptado:** noviembre 2019

Publicado online 30 de diciembre de 2019. ISSN 2410-5546 RNPS 2372 (DIGITAL) - ISSN 0253-5696 RNPS 0060 (IMPRESA)

### INTRODUCCIÓN

*Moringa oleifera* Lam. es una planta perenne dicotiledónea nativa de las estribaciones del Himalaya del norte de la India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán (Fahey 2005). Pertenece a la familia botánica *Moringaceae*; de las 13 especies de esta familia es la que más se cultiva. Se ha exportado a numerosos países de Centro América, Sur América y el Caribe, La Florida e Islas del Pacífico. Puede crecer en regiones tropicales y subtropicales con temperaturas entre 25 y 35°C (Faizal & al. 2014). Se conocen alrededor de 40

nombres comunes para *Moringa oleifera*, según la región donde se cultiva o se produce (Alfaro & Martínez 2008).

Prácticamente todas las partes de la planta se han utilizado y estudiado, como fuente de nutrientes y en algunos casos como medicamento en la medicina tradicional por sus propiedades antimicrobianas e inmunomoduladoras (Faizal & al. 2014, Gopalakrishnan & al. 2016, James & Zikankuba 2017). Las hojas de *Moringa oleifera* tienen una composición química que las ubica como un potencial alimento por la composición aminoacídica de sus proteínas, la variedad de vitaminas y minerales que contiene, así como otros compuestos no nutrientes con propiedades antioxidantes (Moyo & al. 2011, Sánchez-Machado & al. 2008, Udechukwu & al. 2018).

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Manabí, Manabí, Ecuador. <sup>2</sup>Departamento de Bioquímica, Instituto de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Ministerio de Salud Pública, La Habana, Cuba. <sup>3</sup>Departamento de Bioquímica, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba. \*Autor para correspondencia (email: yiravasquez\_1@yahoo.com). Editor encargado: Banessa Falcón Hidalgo.

*Moringa oleifera* se ha utilizado para tratar la malnutrición en países con bajo nivel socioeconómico donde los niños y las gestantes, padecen de enfermedades carenciales, tales como deficiencia de vitamina A, folatos, calcio, hierro, cinc y otros, por la inadecuada alimentación. En algunos países de África se utiliza *M. oleifera* para la fortificación de alimentos; igualmente las hojas de la planta, tanto frescas como secas se añaden a los alimentos convencionales (Ali & al. 2018, Oyeyinka & Oyeyinka 2018).

Con el uso de modelos experimentales y algunas especies de interés económico (Dong & al. 2019, Wei Lu & al. 2016) se han identificado cualidades antianémicas (Madukwe & al. 2013), hipolipemiantes e hipoglicemiantes de *Moringa oleifera* (Metwally & al. 2016) y se ha evidenciado la importancia de su contenido fitoquímico (Bais & al. 2014). En los trabajos publicados sobre las hojas secas de *M. oleifera* como suplemento, se han utilizado diferentes métodos para evidenciar este efecto: espolvorear las hojas sobre los alimentos, incorporar a alimentos durante su preparación, extraer el polvo de hojas con agua o solventes orgánicos y liofilizarlo antes de su utilización. Mediante la preparación de infusiones de *M. oleifera* se han realizado estudios en cuanto a extracción de compuestos activos con potencialidades como nutrientes (Dandan & al. 2018, Ilyas & al. 2015, Lalas & al. 2017, Shokery & al. 2017). La comprobación de su valor como suplemento en adolescentes de regiones rurales es escasa.

La comunidad ecuatoriana Cerro Guayabal perteneciente a cantón Montecristi, provincia de Manabí se encuentra asentada entre una cantera y una autopista, posee una población predominantemente joven con bajo nivel educativo. En un Análisis de Situación de Salud (ASIS) realizado en esta población en el año 2015, se evidenciaron estilos de vida no saludables (alcoholismo en jóvenes) y condiciones higiénico-sanitarias no adecuadas. Las mujeres de la comunidad Cerro Guayabal están poco integradas al trabajo o el estudio. La dinámica de algunas familias es disfuncional y el nivel de ingresos regular. Se sospecha morbilidad oculta en la población, pues carecen de centro asistencial de salud local (Vásquez & al. 2017). Por lo antes expuesto, el objetivo de esta investigación fue evaluar los cambios en variables bioquímicas nutricionales de adolescentes de la comunidad Cerro Guayabal después de una intervención nutricional mediante la suplementación con infusión de polvo de hojas secas de *Moringa oleifera*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo longitudinal sin grupo control, de tipo antes y después, con aplicación de una

intervención nutricional con infusión de polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* en adolescentes residentes en la comunidad Cerro Guayabal, cantón Montecristi, provincia de Manabí, Ecuador, constituida jurídicamente en el año 2001 y que cuenta con un total de 1134 habitantes, de los cuales 244 son adolescentes (Giler & al. 2017).

La muestra fue no probabilística integrada por 31 adolescentes de edades comprendidas entre 10 y 19 años, que voluntariamente aceptaron participar y cuyos tutores y/o padres firmaron el consentimiento informado. Se excluyeron del estudio a adolescentes con antecedentes de enfermedades renales, hepáticas o de tipo nervioso y a quienes estaban consumiendo suplementos. La investigación cumplió las normas éticas de la Declaración de Helsinki vigente (World Medical Association 2013) y fue aprobada por el Comité de Bioética de la Universidad Técnica de Manabí.

La presente investigación precisó de la organización previa de los adolescentes participantes debido a que estos no se encontraban unidos por ningún proyecto educativo, cultural o de otro tipo. Para la organización comunitaria de los adolescentes se utilizaron algunas de las orientaciones brindadas por la UNICEF (Oliver & al. 2006, Torras 2002), con vistas a lograr la cohesión del grupo y la adhesión a la intervención. Antes de comenzar la intervención nutricional se brindaron charlas educativas sobre alimentación saludable y *Moringa oleifera* como suplemento nutricional (características de la planta, valor para la salud y la nutrición, su cultivo en diferentes zonas del Ecuador y su comercialización como suplemento) a los adolescentes integrantes del grupo y sus padres.

### Diagnóstico

La caracterización epidemiológica, evaluación dietética y antropométrica realizada en los adolescentes se utilizó para la identificación de factores de riesgo; mientras que la evaluación bioquímica se utilizó como línea base para el análisis de los cambios que ocurrieran en las variables bioquímicas estudiadas, posterior a la suplementación con infusión de polvo de hojas de *Moringa oleifera*.

### Caracterización de los adolescentes

A la población adolescente que aceptó participar en el estudio, se le aplicó una encuesta para obtener información socio-demográfica, condiciones de salud, hábitos alimentarios, de actividad física y hábitos tóxicos.

### Evaluación dietética

Para determinar la ingesta dietética se utilizó el método de frecuencia semi-cuantitativo que ofrece datos del

consumo habitual de alimentos retrospectivamente. El método de frecuencia semi-cuantitativo de consumo requirió preparar un cuestionario con los alimentos que conforman el patrón alimentario de los adolescentes de la región. El instrumento fue validado a través de una prueba piloto y aplicado mediante entrevista por personal previamente preparado de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Manabí.

Para el análisis de la dieta se utilizó el sistema automatizado para evaluación de encuestas de consumo Ceres+ (Rodríguez Suárez & Mustelier Ochoa 2013), para estimar la frecuencia de consumo de alimentos, datos de energía y nutrientes de la ración diaria de alimentos y sus porcentajes de adecuación (% ADE). De los micronutrientes se analizó el aporte de vitaminas hidrosolubles: vitamina C, tiamina (B<sub>1</sub>), niacina (B<sub>3</sub>), riboflavina (B<sub>2</sub>), piridoxina (B<sub>6</sub>) y ácido fólico (B<sub>9</sub>), y de las vitaminas liposolubles, A y E. En cuanto a los minerales se tuvieron en cuenta el calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), hierro (Fe) y cinc (Zn). Para el análisis de adecuación de la ingesta de energía y nutrientes, respecto a la recomendación nutricional, se aplicó la fórmula: cantidad del nutriente consumido/cantidad recomendada x 100.

En todos los casos se consideraron los siguientes límites de inclusión: ingesta insuficiente (ADE < 90 %); ingesta normal (ADE 90 a 110 %), ingesta excesiva (ADE > a 110 %) (Rodríguez & Jiménez 2012). Los datos de ingesta de energía y nutrientes se contrastaron con las recomendaciones para adolescentes según sexo, edad y actividad física, establecidas por los organismos internacionales FAO/WHO/UNU 2001; FAO/WHO/UNU 2002; FAO/WHO 2004; FAO/WHO 2006 & FAO 2010.

#### *Evaluación antropométrica*

La evaluación antropométrica se basó en el Índice de Masa Corporal (IMC); fue realizada por personal previamente preparado de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Manabí. Para determinar las dimensiones corporales directas de peso y talla, se cumplieron los requisitos y recomendaciones de la técnica antropométrica de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (Marfell-Jones & al. 2016). Para medir la talla se empleó el estadiómetro marca SECA 213® de 200 cm con precisión de 0,1 cm y para el peso la balanza marca SECA®, de escala digital con una precisión de 0,1 kg. El IMC se calculó mediante el empleo de la fórmula:  $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Talla (m}^2\text{)}$ . Para la clasificación nutricional por este índice se tomó como población de referencia y puntos de corte los publicados por la OMS (2007).

#### *Evaluación bioquímica*

Se determinaron los siguientes indicadores bioquímicos: hemoglobina, ferritina, colesterol total, lipoproteínas (HDL y LDL), triglicéridos y glucosa. Las extracciones de sangre se realizaron de 8:00 a 8:30 horas, después de un ayuno de 12 horas, registrándose la información que pudo influir en los resultados de los exámenes, tales como la ingestión de suplementos dietéticos o medicamentos. Mediante el sistema Vacutainer® se extrajeron 10 mL de sangre venosa, fraccionados 4 mL en tubo con ácido etilen-diamino tetracético y 6 mL en tubo con gel separador y activador.

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. Para las determinaciones de colesterol, lipoproteínas (HDL y LDL), triglicéridos y glucosa, se utilizaron técnicas y reactivos de la firma *Human diagnostic*®. La determinación de ferritina se realizó por inmunofluorescencia en equipo de iChroma™ II, Labindustrias, S.A.

Los valores de referencia y puntos de corte se muestran en la Tabla I. Para el análisis de las concentraciones de glucosa y lipoproteínas se tomaron como referencia los valores y puntos de corte informados por la firma *Human diagnostic*, mientras que para la hemoglobina, ferritina, colesterol total y triglicéridos, los publicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS 2011a, 2011b) y por Rodríguez & al. (2013), respectivamente. Para el análisis de las concentraciones de glucosa y lipoproteínas se tomaron como referencia los valores y puntos de corte informados por la firma *Human diagnostic*. Para la hemoglobina y ferritina los valores y puntos de corte publicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS 2011a, 2011b). Para colesterol total y triglicéridos los valores y puntos de corte publicados por Rodríguez & al. (2013).

#### *Suplementación con Moringa oleifera*

Para la suplementación nutricional se utilizaron 4 gramos de polvo de hojas de *Moringa oleifera*, en bolsitas para infusión, registrado con licencia sanitaria No. 7041-ALN-0915 por la Agencia de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) del Ecuador. Como fase previa al suministro de la infusión, se cuantificaron macronutrientes y minerales, en el polvo de hojas secas de *M. oleifera* (base seca) y en su infusión (base líquida). Se determinaron: humedad (ISO 760:1978 *Karl Fischer method*), contenido de proteína (ISO 20483:2013, *Kjeldahl method*), grasas (ISO 11085:2015), fibra cruda (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 522:2013), cenizas (ISO 2171:2007) y los minerales nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, cobre, boro, hierro, cinc y manganeso (NET INEN 2983 2016-3).

**TABLA I**  
**Valores de referencia y puntos de corte de variables bioquímicas**

**TABLE I**  
**Reference values and cut-off points of biochemical variables**

Variable bioquímica	Valores de referencia y puntos de corte			
	Femenino (edad en años)		Masculino (edad en años)	
	10-11	12-19	10-11	12-19
Hemoglobina (g/dL) Sin anemia	≥ 11,5	≥12,0	≥ 11,5	≥ 13
Anemia leve	11,0-11,4	11,0-11,9	11,0-11,4	10,0-12,9
Anemia moderada	8-10,9	8,0-10,9	8,0-10,9	8,0-9,9
Anemia grave	Menos de 8		Menos de 8	
Ferritina (ng/mL)	Disminución de reservas de hierro: <15			
Colesterol total (mg/dL)	Deseable: <170 No deseable: ≥ 170			
Triglicéridos (mg/dL)	Deseable: < 90 No deseable: ≥ 90			
HDLc (mg/dL)	Sin riesgo: >55 Riesgo moderado: 35-55 Alto riesgo: < 35			
LDLc (mg/dL)	Optimo: < 100			
Glucosa (mg/dL)	Normal: 70-100			

Para el análisis en base líquida: se pesaron previamente las bolsitas con el material vegetal en balanza analítica con precisión de 0,1 mg. Se colocaron las bolsitas en vasos y se vertieron 125 mL de agua a 100°C. Se dejó en contacto con el material tres minutos exactos. Se retiró la bolsita de la solución y se dejó reposar hasta alcanzar temperatura ambiente, con verificación del termómetro (Ilyas & al. 2015). 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 para cada mineral. Se aplicaron los siguientes métodos: para la determinación gravimétrica de azufre total (AOAC 20th *Official Methods of Analysis* 980.02); para cobre, hierro, potasio, boro, cinc, manganeso, magnesio y calcio (EPA method 3015), para nitrógeno total (Método de análisis *Spectroquant*® NOVA60 14537) y para fósforo total (Método de análisis *Spectroquant* NOVA60 14729). Todas las pruebas mencionadas fueron realizadas por personal autorizado del laboratorio Bureau Veritas (<https://www.bureauveritas.es/>).

La infusión fue suministrada a los adolescentes durante seis meses, a temperatura ambiente endulzada con 5 g de azúcar. Una líder de la comunidad la preparó y coordinó que se consumiera diariamente y en horas de la tarde.

#### *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. Para comparar las medias de las variables nutricionales estudiadas se utilizó la prueba no paramétrica de signos de Wilcoxon, y para el análisis de las asociaciones de variables categóricas la prueba de  $\chi^2$ . Se estableció el nivel de significación estadística en  $p \leq 0,05$ .

## **RESULTADOS**

### *Diagnóstico del grupo objetivo*

Las caracterización epidemiológica y nutricional de los adolescentes en estudio indicaron que el 67,74 % se encontraba en la llamada adolescencia temprana (10 y 14 años) con predominio del sexo femenino (61,29 %). El 96 % estudiaba, todos eran solteros, ninguno había tenido hijos hasta el momento, más del 70 % convivían con 3 a 5 personas y 90,32 % indicó que dos miembros de su hogar trabajaban. Más del 90 % no tenía antecedentes patológicos personales ni refirió hábitos tóxicos, sin embargo el 67,74 % declaró tener familiares con diabetes mellitus. Más del 32 % de adolescentes no realizaba ejercicios físicos, y los que respondieron que lo hacían, practicaban fútbol y baloncesto, y otras activi-

dades como caminar, correr y bailar; resultados semejantes fueron reportados por la Ensanut-Ecu 2011-13.

Referente a sus hábitos alimentarios, en el día la mayoría realizaban de 3 a 4 eventos alimentarios y bebían de 3 a 5 vasos con agua. El 51,61 % desayunaba todos los días, 9,68 % acompañaba su almuerzo con bebidas gaseosas y 12,9 % realizaba algún tipo de dieta para bajar de peso.

El estudio dietético reveló que más del 90 % del grupo de estudio consumió a diario cereales, azúcares, aceites y grasas, menos de 15 % leches, menos de 10 % quesos, pescados, tubérculos, vegetales de hojas y otros vegetales y más de 10 % jugos artificiales; situación que indica que el grupo objetivo posee un patrón de alimentación con ingesta elevada de azúcares simples y grasas, y limitado consumo de alimentos de origen animal ricos en proteínas de alto valor biológico, y vegetal ricos en micronutrientes. Datos que coinciden con los reportados por la Ensanut-Ecu 2011-13.

En la Tabla II se muestran los valores medios de ingesta y porcentajes de adecuación de energía y macronutrientes de los adolescentes. La ingesta de energía total y de carbohidratos fue insuficiente, mientras que para las grasas resultó excesiva y normal para las proteínas.

En las Tablas III y IV se observan los valores medios de ingesta de vitaminas y minerales con sus porcentajes de adecuación. A excepción de la riboflavina para

**TABLA II**

**Ingesta y porcentajes de adecuación de energía y macronutrientes del grupo de adolescentes de Cerro Guayabal, Ecuador (n=31)**

**TABLE II**

**Intake and percentages of adequacy of energy and macronutrients of the Group of adolescents of Cerro Guayabal, Ecuador (n=31)**

Ingesta y % ADE	Media (DE)
Energía (kcal/d)	1947,23 (382,76)
% ADE	87,53 (19,31)
Proteínas (g/d)	61,83 (14,83)
% ADE	92,10 (22,75)
Grasas (g/d)	70,00 (22,86)
% ADE	127,19 (41,39)
Carbohidratos (g/d)	295,92 (68,99)
% ADE	81,26 (22,38)

% ADE: porcentaje de adecuación; DE: Desviación estándar  
Ingesta normal: 90-110 % ADE; Ingesta insuficiente: ≤ 90 % ADE; Ingesta excesiva: ≥ 110 % ADE

la cual la ingesta fue normal según la clasificación, la ingesta de las vitaminas tiamina, niacina, vitamina C y vitamina E fue excesiva, mientras que la de piridoxina, folato, y retinol (vitamina A), resultó insuficiente. Respecto a los minerales, a excepción del fósforo en el cual la ingesta fue normal, en los otros minerales la ingesta media fue insuficiente.

Según la edad promedio del grupo (13,05 ± 2,82), el valor medio del Índice de Masa Corporal se ubicó en la categoría normal, 20,84 kg/m<sup>2</sup> (DE 3,46). En la Tabla V se presenta la distribución de adolescentes según el IMC. Se observa que 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 ubicaron en las categorías de sobrepeso y obesidad, frente al 29,03 % de adolescentes femeninas que compartieron la misma condición.

En la Tabla VI se presenta la distribución porcentual de adolescentes con variables bioquímicas en valores

**TABLA III**

**Ingesta y porcentajes de adecuación de vitaminas en adolescentes de Cerro Guayabal, Ecuador (n=31)**

**TABLE III**

**Intake and percentages of vitamin adequacy in adolescents in Cerro Guayabal, Ecuador (n=31)**

Ingesta y % ADE	Media (DE)
Tiamina (mg/d)	1,96 (0,80)
% ADE	182,88 (79,89)
Riboflavina (mg/d)	1,31 (0,33)
% ADE	101,16 (26,92)
Niacina (mg EN/d)	25,49 (10,18)
% ADE	157,94 (54,87)
Piridoxina (mg/d)	1,48 (0,32)
% ADE	82,11 (17,85)
Folato (µg EDF/d)	158,83 (41,39)
% ADE	49,71 (15,31)
Vitamina C (mg/d)	92,78 (27,00)
% ADE	238,10 (69,10)
Retinol (µgEAR/d)	370,96 (131,17)
% ADE	64,73 (25,33)
Vitamina E (mg α-ET/d)	174,39 (62,01)
% ADE	1659,58 (701,94)

% ADE: porcentaje de adecuación; DE: Desviación estándar.  
Ingesta normal: 90-110% ADE; Ingesta insuficiente: ≤ 90% ADE; Ingesta excesiva: ≥ 110 % ADE.

clínicos de riesgo. La composición bromatológica porcentual del polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* se muestra en la Tabla VII.

El 74,19 % y 45,16 % del total de adolescentes presentó valores de riesgo de triglicéridos y HDL-c, respectivamente y el 12,9 % con valores no deseables de coles-

**TABLA IV**  
**Ingesta y porcentajes de adecuación de minerales en adolescentes de Cerro Guayabal, Ecuador (n=31)**

Minerales (mg/d)	Media (DE)
Calcio	320,98 (92,73)
% ADE	40,12 (11,59)
Fósforo	872,09 (192,19)
% ADE	109,01 (24,02)
Potasio	1271,46 (362,71)
% ADE	66,09 (19,49)
Hierro	11,02 (2,68)
% ADE	78,17 (25,30)
Cinc	10,11 (2,57)
% ADE	72,16 (20,47)

% ADE: porcentaje de adecuación; DE: Desviación estándar. Ingesta normal: 90-110 % ADE; Ingesta insuficiente:  $\leq 90$  % ADE; Ingesta excesiva:  $\geq 110$  % ADE.

**TABLA V**  
**Distribución porcentual de adolescentes de Cerro Guayabal, Ecuador, según el Índice de Masa Corporal (n=31)**

**TABLA V**  
**Percentage distribution according to Body Mass Index of adolescents of Cerro Guayabal, Ecuador (n=31)**

Categorías	Masculino (%)	Femenino (%)
Normal ( $z > -2$ y $< +1$ )	75,00	70,97
Sobrepeso ( $z > +1$ )	16,67	19,35
Obesidad ( $z > +2$ )	8,33	9,68
Delgadez ( $z < -2$ )	0	0

terol total. El 38,71 % presentó valores de hemoglobina que los clasificó como anémicos y 12,9 % presentó reservas disminuidas de hierro según sus valores de ferritina.

En la Tabla VIII se muestra la concentración de minerales (cobre, hierro, cinc, magnesio, fósforo, calcio y potasio) presentes en el polvo de hojas de *Moringa oleifera* y en la infusión empleada en la intervención, la eficiencia de extracción (%) y la contribución porcentual a la recomendación nutricional diaria. La eficiencia de extracción presentó los valores más elevados para el potasio, cobre, calcio y cinc y los más bajos para el fósforo, magnesio y hierro. El calcio contribuyó a la recomendación en 27,51 %, el cobre en 20 % y el potasio en un 11,54 %.

En la Tabla IX se presentan los valores medios de las variables bioquímicas de todo el grupo, antes y después de la suplementación con infusión de *Moringa*

**TABLA VI**  
**Distribución porcentual de adolescentes de Cerro Guayabal, Ecuador, con variables bioquímicas en valores clínicos considerados de riesgo**

**TABLA VI**  
**Percentage distribution of adolescents of Cerro Guayabal, Ecuador, according to risks serum values of biochemical parameters**

Variables bioquímicas	Porcentaje
Colesterol total $> 170$ mg/dL	12,9
Triglicéridos $> 90$ mg/dL	74,19
LDL-c $> 100$ mg/dL	9,68
HDL-c $< 55$ mg/dL	45,16
Ferritina $< 15$ ng/dL	12,9
Hemoglobina (anemia)	38,7

**TABLA VII**  
**Composición bromatológica porcentual del polvo de hojas secas de *Moringa oleifera***

**TABLA VII**  
**Proximate composition of *Moringa oleifera* dry leaf powder.**

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

ELN: Extracto libre de nitrógeno

*oleifera*. El valor medio de la hemoglobina cambia de forma favorable y es altamente significativo. Después de 6 meses de suplementación con infusión de *M. oleifera* se observa un incremento significativo de 1, 29 g en la cifra media de hemoglobina.

En la Figura 1 se observa el efecto de la suplementación con infusión de *Moringa oleifera* en los adolescentes que antes presentaban variables bioquímicas en valores de riesgo nutricional. A excepción de los adolescentes con valores de LDL-c no óptimos, disminuye significativamente la proporción de adolescentes que antes presentaba valores de riesgo de colesterol total ( $p=0,01$ ), triglicéridos ( $p= 0,02$ ), HDL-c ( $p =0,00$ ), ferritina ( $p=0,00$ ) y hemoglobina ( $p=0,00$ ).

## DISCUSIÓN

En América Latina ocurre un proceso de transición alimentaria y nutricional en la población, caracterizado por cambios en el patrón de consumo de alimentos y el estado nutricional, en el que se evidencia una alta prevalencia de retardo del crecimiento y un aumento de sobrepeso y obesidad en los diferentes grupos etarios (Montilva de Mendoza 2010). La transición alimentaria que se describe como un aumento en el consumo de grasas, azúcares y alimentos procesados, con una alta densidad calórica, y simultáneamente una disminución en el consumo de frutas, vegetales y fibras, junto a la inactividad física frecuente en la población son factores condicionantes para el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles (Montilva de Mendoza 2010).

**TABLA VIII**

**Concentración de minerales en el polvo de hojas secas y en la infusión de *Moringa oleifera* y la contribución porcentual a la recomendación nutricional diaria**

**TABLE VIII**

**Mean values for minerals concentration of *Moringa oleifera* leaf powders and infusion and percentage contribution to daily nutritional recommendation**

Minerales	Polvo de hojas secas (mg/ 4g)	Infusión de polvo de hojas secas (mg/125mL)	Eficiencia de la extracción (%)	Recomendación nutricional/porcentaje de la recomendación diaria
Cobre	0,256	0,176	68,75	900 µg/d/20
Hierro	1,66	0,256	15,39	16-18 mg/d /1,60
Cinc	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

**TABLA IX**

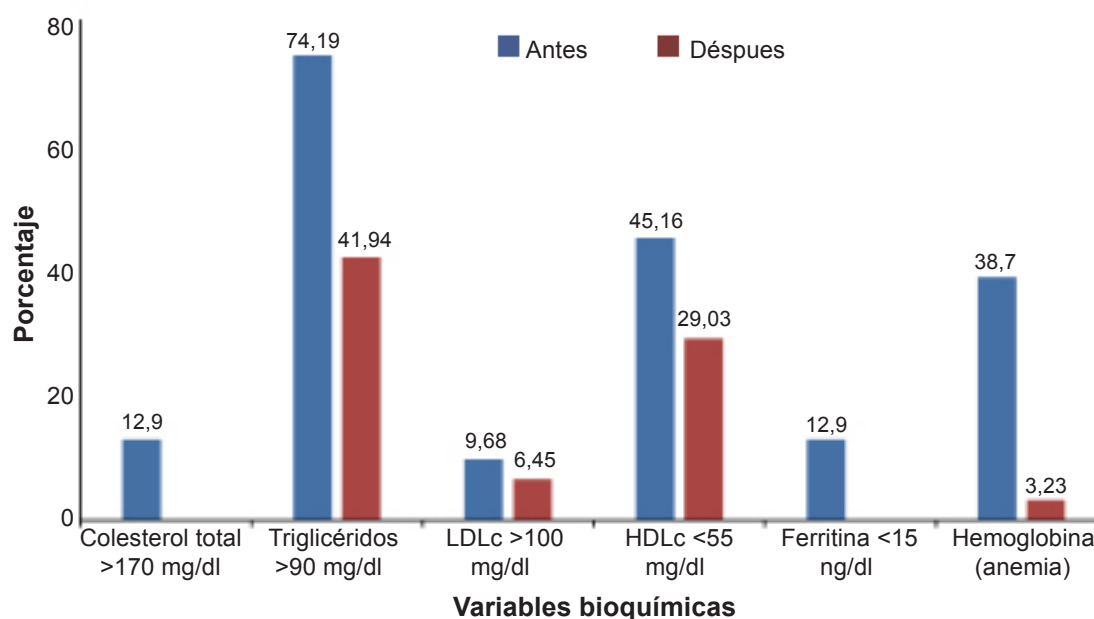
**Variables bioquímicas antes y después de 6 meses de suplementación con infusión de *Moringa oleifera* en adolescentes de Cerro Guayabal, Ecuador (n =31)**

**TABLE IX**

**Biochemical parameters before and after 6 months of supplementation with *M. oleifera* infusion in adolescents of Cerro Guayabal, Ecuador (n=31)**

Variables bioquímicas	Antes	Después	p
	Media (DE)	Media (DE)	
Glucosa basal (mg/dL)	76,55 (7,35)	77,61 (6,38)	0,258
Colesterol (mg/dL)	147,32 (18,19)	142,68 (11,30)	0,065
Triglicéridos (mg/dL)	101,39 (47,30)	90,74 (29,02)	0,136
HDL-c (mg/dL)	57,29 (8,56)	59,77 (7,00)	0,100
LDL-c (mg/dL)	74,52 (16,87)	70,87 (17,59)	0,065
Ferritina (ng/mL)	35,90 (18,93)	39,15 (17,77)	0,061
Hemoglobina (g/dL)	12,09 (0,97)	13,38 (1,06)	0,000

A: DE: Desviación estándar;  $p \leq 0,05$ .



**Fig. 1.** Proporción de adolescentes de Cerro Guayabal, Ecuador, con variables bioquímicas en valores de riesgo nutricional antes y después de 6 meses de la introducción de *Moringa oleifera* (n=31). Barras azules a la izquierda: Antes; barras rojas a la derecha: Después.

**Fig. 1** Proportion of adolescents of Cerro Guayabal, Ecuador, with biochemical variables at nutritional risk values before and after 6 months of the introduction of *Moringa oleifera* (n = 31). Blue bars at the left: Before; red bars at the right: After.

La encuesta Ensanut-Ecu 2011-2013 reveló que “el 19,1 % de la población adolescente ecuatoriana presenta talla baja para la edad; es más prevalente en los adolescentes de 15 a 19 años (20,8 %) que entre los de 12 a 14 años (17,9 %). Con respecto al sobrepeso y la obesidad se observa que el 26 % de este grupo poblacional está afectado por este tipo de malnutrición, con mayor prevalencia en los adolescentes de 12 a 14 años (27 %) frente a los de 15 a 19 años (24,5 %)”. Asimismo, sus datos indican que la población indígena es la etnia más perjudicada por el retraso en la talla (48,8 %) y la mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad se observa en los afroecuatorianos (43,7 %) que casi duplica la prevalencia nacional (26 %) (Freire & al. 2013).

Los adolescentes de este estudio, según los datos obtenidos a través de la encuesta, se catalogaron como supuestamente sanos, sin embargo, el número considerable de familiares con diabetes mellitus tipo 2, alerta de un posible entorno con hábitos alimentarios no saludables. En Ecuador según estimaciones realizadas en el año 2011, la diabetes mellitus tipo 2, la enfermedad hipertensiva y la enfermedad cerebrovascular fueron las principales causas de muerte (Freire & al. 2013).

La ingesta media de energía y de carbohidratos de los adolescentes de Cerro Guayabal resultó inferior y la de grasas excesiva, mientras que la ingesta media de proteínas fue normal a lo recomendado. Estos da-

tos coincidieron con los reportados por García & al. (2016) y Hernández & al. (2017), en un estudio sobre consumo de energía y nutrientes realizado en adolescentes venezolanos y ecuatorianos, respectivamente.

Los bajos porcentajes de adecuación encontrados para la piridoxina, folatos y vitamina A representan una alerta, ya que tanto la piridoxina como los folatos resultan fundamentales en las etapas de crecimiento y su deficiencia se asocia a la etiología de numerosas patologías (Kennedy 2016). La deficiencia de vitamina A es un problema global que afecta sobre todo a los países en vías de desarrollo y a las poblaciones de bajos recursos. La causa principal es una dieta que no cubre su requerimiento y por lo tanto no se pueden satisfacer las necesidades fisiológicas del organismo dirigidas al crecimiento, la respuesta inmune y el metabolismo (WHO 2009).

En la etapa adolescente también adquieren especial relevancia las necesidades de calcio, hierro y cinc. Se ha considerado que más del 60% de los adolescentes en el mundo padecen deficiencia de minerales (Kawade 2012). Resulta preocupante el hecho de que ningún adolescente cubrió la recomendación de calcio y más del 70 % no cubrió la del hierro y cinc.

Las necesidades del hierro se incrementan en esta etapa por la eritropoyesis acelerada, por el aumento de la masa magra que acompaña al crecimiento, y en

las chicas por las pérdidas secundarias asociadas a la menstruación (Jiménez & *al.* 2015). Si no se cubren los requerimientos se producen cuadros de anemia que, sobre todo en su forma leve o subclínica, son muy frecuentes (Kawade 2012). La más importante de todas es la ferropénica, pero también puede ser debida a déficit de folatos, vitamina B<sub>12</sub>, proteínas y otras vitaminas (Hernández–Merino 2016).

El IMC utilizado en este estudio como indicador diagnóstico del estado nutricional del grupo estudiado tiene una fuerte asociación con la grasa corporal y los riesgos para la salud (Wang & *al.* 2006, Wang & *al.* 2014), no obstante, su interpretación aislada puede inducir a error, ya que, aún al considerar la edad y el sexo, este solo mide la masa corporal total sin distinguir la contribución de los componentes magro o graso a dicha masa. En un estudio realizado en adolescentes del área andina del Ecuador se observó igual comportamiento, respecto al predominio de la categoría normal, sin embargo, reportaron 12,6 % de adolescentes con delgadez (Jara & *al.* 2018).

En cuanto a los indicadores bioquímicos, se evidenció que más del 70 y 45 % del total de adolescentes se encontró en situación de riesgo con respecto a los triglicéridos y las HDL-c, respectivamente y el 12 % con valores no deseables de colesterol total. En un estudio realizado en adolescentes cubanos estudiantes de secundaria básica, también se encontró la mayor alteración en los triglicéridos, con una proporción de 34,1 %, seguidos por 24,7 % y 12,6 % con valores no deseables de colesterol total y de HDL-c (Rodríguez & *al.* 2013). Estos hallazgos son importantes, porque valores elevados de colesterol total, HDL-c y de triglicéridos en la etapa adolescente, son factores de riesgo de enfermedad cardiovascular, por lo que se recomienda su seguimiento desde edades tempranas, y acciones tendientes a su prevención (González & *al.* 2015, Ramírez-Vélez & *al.* 2011).

Según los valores de hemoglobina encontrados en los adolescentes de esta investigación, el 38,71 % presentó anemia leve y moderada, porcentaje que se correspondió con la ingesta insuficiente a la recomendada, de hierro, piridoxina, folato y retinol. El número de casos fue superior en el sexo femenino (8) que, en el masculino (4), situación que pudo responder a que en este grupo de edad las adolescentes han iniciado la menarquía con la consiguiente pérdida de hierro menstrual.

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 (OMS 2011). En

el presente estudio se encontró un número menor de adolescentes masculinos con niveles bajos de reserva de esta proteína y los valores de ferritina de estos fueron superiores a los del sexo femenino; con una prevalencia total de 12,9 %. Cuando los valores de ferritina de una población se encuentran en menos del 20% del punto de corte, la ferropenia no tiene gran prevalencia (OMS 2011).

El diagnóstico epidemiológico y nutricional de los adolescentes de Cerro Guayabal participantes voluntarios de este estudio reveló hábitos alimentarios y de consumo inadecuados, cambios metabólicos adaptativos y de composición corporal que los clasificó como grupo de alto riesgo nutricional. Es por esto que se seleccionó a esta población para una intervención nutricional mediante el uso de *Moringa oleifera* como suplemento, con antecedentes exitosos en poblaciones de países en vías de desarrollo (Adegbite & *al.* 2016, Serafico & *al.* 2017, Zongo & *al.* 2018).

La especie vegetal *Moringa oleifera*, se ha utilizado como ingrediente y como suplemento en varios países por su calidad nutricional en cuanto a vitaminas, minerales, aminoácidos esenciales y sustancias antioxidantes (Faizal & *al.* 2014, Martin & *al.* 2013). Esta planta originaria del norte de India, hoy en día es cultivada para una variedad de propósitos en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Leone & *al.* 2015). En Ecuador existen bosques de *Moringa* en Santa Elena, Portoviejo y se ha promovido la creación de huertos entre comunidades de agricultores de Naranjito y Salitre (Guayas). Actualmente la comercializan varias empresas privadas, lo que contribuye a la sostenibilidad de esta intervención.

*Moringa oleifera* se adapta con facilidad al suelo tropical, árido y semiárido. Es de rápido crecimiento y alta producción, resistente a las enfermedades y a la sequía (Martin & *al.* 2013). Desde hace milenios, prácticamente todas las partes de esta planta han sido utilizadas por el hombre. Las hojas, flores, frutos y raíces son apreciados por su valor nutritivo (Fahey 2005, Moyo & *al.* 2011, Stohs & Hartman 2015). Según Singh & Prasad (2013) la adición de pequeñas cantidades de polvo de sus hojas no refleja efectos desagradables en el sabor de las comidas.

Los extractos de hojas de *Moringa oleifera* exhiben la mayor actividad antioxidante, y varios estudios de toxicidad en animales indican un alto grado de seguridad en esta parte de la planta (Stohs & Hartman 2015). Asare & *al.* (2012) determinaron la posible toxicidad aguda con supra-suplementación de hojas de moringa en ratas *Spague Dawley*. El experimento mostró que *M. oleifera* solo es genotóxica a niveles de

supra-suplementación de 3000 mg/kg de peso corporal, sin embargo, la ingesta es segura a niveles  $\leq$  1000 mg/kg de peso corporal.

Las evidencias científicas sobre la utilización de esta especie como suplemento han demostrado que tiene la capacidad de mejorar el patrón de lípidos séricos y disminuir la glicemia en animales de experimentación y humanos, asimismo se sugiere como fuente de proteína y micronutrientes en situaciones de malnutrición (Bais & al. 2014, Fahey 2005, Moyo & al. 2011, Simonsohn 2012). Estudios experimentales en animales y humanos han evidenciado la propiedad anti dislipidémica de las hojas de *Moringa oleifera*, donde se reporta la disminución de los niveles de colesterol total y de LDL-c, y el aumento de los niveles de HDL-c; así como también el efecto protector de la formación de placa carotídea, de potencia similar a la conseguida con simvastatina (Mbikay 2012).

Entre los beneficios para la salud más divulgados de las hojas de *Moringa oleifera* se encuentra el aumento de los valores séricos de hemoglobina y ferritina. Las hojas de esta planta han resultado efectivas en el tratamiento de anemia inducida en ratas; en la prevención y tratamiento de las anemias en niñas y gestantes, además son recomendadas como sustituto de las tabletas de hierro que en muchas ocasiones provocan trastornos digestivos (Dewi y Fatimah 2017, Gopalakrishnan & al. 2016, Madukwe 2013).

En los trabajos publicados sobre el polvo de hojas de *Moringa oleifera* como suplemento, los autores han utilizado diferentes métodos para observar este efecto: es polvorear las hojas sobre los alimentos (Zongo & al. 2018), incorporar el polvo a los alimentos durante su preparación (Serafico & al. 2017), extraer los compuestos de interés nutricional del polvo de hojas con agua o solventes orgánicos (Adegbite & al. 2016), entre otros. Ilyas & al. (2015) evaluaron el potencial antioxidante y nutricional del polvo de hojas secas y del polvo de semillas de *Moringa oleifera* y sus infusiones. Con estos fines prepararon infusiones con cantidades de 1, 2 y 3 gramos del polvo y posteriormente midieron en el agua de infusión el perfil mineral, contenido de polifenoles y actividad antioxidante. Los autores evidenciaron que la infusión de hojas de *M. oleifera* 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.

Asimismo, Shokery & al. (2017) 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. Lalas & al. (2017) caracterizaron el cultivo de *M. oleifera* en Grecia y prepararon la infusión en las mismas condiciones experimentales de Ilyas & al. (2015). Por otra parte Dandan & al. (2018) estudiaron el efecto de los procesos de extracción del té de *M. oleifera* sobre su calidad sensorial.

La composición mineral de diferentes partes de *Moringa oleifera* y de *Moringa stenopetala* cultivada en sus escenarios naturales y su potencial para aliviar las deficiencias de micronutrientes en humanos del África Sub-Sahariana, fue estudiada por Kumssa & al. (2017). Los autores determinaron la concentración de minerales según la zona agroecológica en el sur de Etiopía y Kenya. La concentración media de Ca, Cu, I, Fe, Mg, Se y Zn en las hojas de *Moringa* fue 18 300, 6,92, 0,218, 202, 5 390, 4,25 y 35,6 mg/kg de materia seca respectivamente.

Las concentraciones de macronutrientes de las hojas secas de *Moringa oleifera* cultivada en Ecuador y utilizada en este trabajo se mantuvieron dentro de los intervalos registrados por otros autores (El Sohamy & al. 2015, Gopalakrishnan & al. 2016, Madukwe & al. 2013, Moyo & al. 2011, Nogueira & al. 2017). Las hojas secas contenían 20 mg de hierro/100 g de producto. No obstante, existen variaciones en la cantidad de hierro informada por diferentes autores, que abarcan un intervalo de 0,85 a 318 mg/100 g de producto (Lalas & al. 2017, Madukwe 2013). 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 la utilización de este (Oyeyinka & Oyeyinka 2018). Al comparar la cantidad de minerales extraídos en la presente investigación con la que fue referida por Ilyas & al. (2015), en la infusión 3 g de hojas secas en 100 mL la extracción de calcio, magnesio, potasio y cobre fue mayor, la de cinc tuvo valores equivalentes, pero la de hierro fue menor.

Suzana & al. (2017) 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 & al. (2016) registraron 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.

Los resultados favorables en el aumento de la hemoglobina (1,29 g) y disminución de la proporción de adolescentes con anemia (3,25 %) alcanzados en la presente investigación, no se atribuyen a un

mineral específico, sino a los efectos sinérgicos que pueden producirse entre los minerales, vitaminas y antioxidantes presentes en la planta y que fueron extraídos en la infusión, así como también al hecho de que los compuestos que disminuyen la biodisponibilidad de minerales son insolubles y en la matriz acuosa de la infusión. Según Fahey (2005), la principal ventaja de *Moringa oleifera* es el conjunto de todos los minerales fitoquímicos, vitaminas y componentes de hormonas y enzimas presentes en sus hojas secas. El cuerpo humano está genéticamente programado para absorber los nutrientes de los alimentos de forma conjunta. Como afirmaron Jacobs & Tabsell (2007) "(...) Alimento, no nutrientes, es la unidad fundamental en nutrición".

Es posible que mediante la utilización de otras condiciones para preparar la infusión aumente la cantidad de minerales y otros nutrientes extraídos, lo que se considera una recomendación para futuros trabajos utilizando la infusión de *Moringa oleifera*. Tanto Ilyas & al. (2015) como Lalas & al. (2017) mantuvieron tres minutos a la bolsa con el polvo en el agua de infusión, el primero previamente calentada hasta 85 °C y el segundo a 80 °C, en el presente trabajo el agua de infusión se llevó a 100 °C.

En esta investigación se encontró un cambio favorable en el perfil lipídico de los adolescentes. Los compuestos fenólicos como los flavonoides juegan papeles importantes en la regulación lipídica. Estudios en humanos han evidenciado la propiedad anti-dislipidémica de las hojas de *Moringa oleifera*, los que reportan la disminución de los niveles de colesterol total y de LDL-colesterol y el aumento de los niveles HDL-C; a través de la inhibición de la actividad de la enzima colesterol esterasa pancreática, de este modo se reduce y retrasa la absorción del colesterol (Mbikay 2012). Las hojas de *M. oleifera* también contienen fitoesteroles como el  $\beta$ -sitosterol; este compuesto reduce la absorción intestinal del colesterol de la dieta y aumenta su excreción fecal (Mbikay 2012).

## CONCLUSIONES

La suplementación con infusión de hojas de *Moringa oleifera* produjo cambios significativos en los valores promedio de la concentración sérica de hemoglobina y disminución del número de adolescentes que presentaban valores sanguíneos de riesgo de ferritina, hemoglobina, colesterol total, triglicéridos y HDL-c, lo que confirma la contribución de las hojas de la planta al tratamiento de las anemias y dislipidemias.

Existen todavía lagunas de información en las investigaciones relacionadas con el uso de *Moringa oleifera* en alimentación humana, como la falta de

reproducción de los resultados obtenidos en animales de experimentación en estudios en humanos, en cuanto al efecto de nutrientes específicos en la respuesta fisiológica y bioquímica. Comparación de formas en las que se suministra el producto (polvo de hojas secas, polvo de hojas frescas, extractos acuosos, extractos alcohólicos, infusiones o mezclado con otros alimentos), en cuanto a aceptabilidad y respuesta biológica. No se ha comparado la efectividad del uso de *Moringa oleifera*, según la situación nutricional de los individuos al comienzo del experimento o línea base. Sobre estos aspectos sería importante tener criterios uniformes en la comunidad científica que trabaja en la utilidad de *M. oleifera* como ingrediente, suplemento, alimento funcional u otras categorías.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al grupo de estudiantes del último año de la carrera de Nutrición y Dietética de la Universidad Técnica de Manabí por su eficiente aporte a esta investigación; y a los padres y adolescentes de la comunidad Cerro Guayabal por su consentimiento y participación voluntaria en este estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adegbite, O. A., Omoloso, B., Seriki, S. A & Shatima, C. 2016. Effects of *Moringa oleifera* Leaves on Hematological Indices in Humans. *Ann Hematol Oncol*, 3(8):1-7.
- Asare, G.A., Gyan, B., Bugyei, K., Adjei, S., Mahama, R., Addo, P., Otu-Nyarko, L., Wiredu, E.K. & Nyarko A. 2012. Toxicity potentials of the nutraceutical *Moringa oleifera* at supra-supplementation levels. *J. Ethnopharmacol.* 139:265-272.
- Alfaro, N. C. & Martínez, W. 2008. Uso potencial de la *Moringa (Moringa oleifera Lam)* para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. Informe del proyecto FODECYT No. 26-2006. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYT
- Bais, S., Sewak-Singh, G. & Sharma, R. 2014. Antiobesity and Hypolipidemic Activity of *Moringa oleifera* Leaves against High Fat Diet-Induced Obesity in Rats. *Advances in Biology*. 2014:1-9
- Boateng, L., Quarpong, W., Ohemeng, A., Asante, M. & Steiner-Asiedu, M. 2019. 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*. 7:302-311.
- Dandan, K., Shaodan, P., Jihua, L. & Yupo, C. 2018. Study on the effect of extraction process of *Moringa oleifera* instant tea on its sensory quality. En: Publishing. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 153 022026 doi: 10.1088/1755-1315/153/2/022026
- Dewi, D.P. & Fatimah, F. 2017. Effect of *Moringa oleifera* cookies in anemia adolescent. En: Proceeding book. The 4th International Conference on Health Science, Indonesia. Pp.167-170.
- Dong, L. Zhang, T. & Diao. 2019. Effect of dietary supplementation of *Moringa oleifera* on the production performance and fecal methanogenic community of lactating dairy cows. *Animals* 9:262-274
- El Sohamy, S.A., Hamad, G.M. Mohamed, S.E., Amar, M.H. & Al-Hindi, R.R. 2015. Biochemical and functional properties of

- Moringa oleifera* leaves and their potential as a functional food. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*, 4:188-199.
- Environmental Protection Agency (EPA) method 3015. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils.
- FAO. 2010. Fats and fatty acid in human nutrition: report of an expert consultation, Ginebra.
- FAO/WHO. 2004. Vitamin and mineral requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation, Thailand.
- FAO/WHO. 2006. Carbohydrates in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation, Geneva.
- FAO/WHO/UNU. 2001. Human energy requirements: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation, Rome.
- FAO/WHO/UNU. 2002. Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation, Geneva.
- Fahey, J. W. 2005. *Moringa oleifera*: A review of the Medical Evidence for its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties Part 1. *Trees for Life Journal*, 1:5. <http://www.tfljournal.org/article.phh/20051201124931586>
- Faizal, A. R., Din Ibrahim, M. & Kntayya, S. B. 2014. Health benefits of *Moringa oleifera*. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* 15:8571-8576.
- González, R., Llapur, M., Díaz, M., Cos M., Yee, E., & Pérez. D. 2015. Estilos de vida, hipertensión arterial y obesidad en adolescentes. *Rev cubana Pediatr.* 87: 273-284.
- García, A. Zúñiga, G., Córdova, D., Andrade, D., Ramírez, P. & Andrade, D., Ochoa, A. 2016. Evaluación del consumo de macronutrientes, Sodio, Calcio y Azúcares añadidos de acuerdo a las recomendaciones de la OMS en adolescentes de 9 a 18 años de Cuenca y Nabón. *Repositorio institucional. Universidad de Cuenca*.
- Gopalakrishnan, L., Doriya, K. & Kumar, S. K. 2016. *Moringa oleifera*: a review on nutritive importance and its medical application. *Food Science and Human Wellness*. 5: 49-56.
- Human Diagnostics Worldwide (2017). Sustrato y metabolitos. Disponible en: [https://www.human.de/es/productos/quimica-clinica/reactivos/sustratos-y-metabolitos/?sword\\_list\[\]=hdl&no\\_cache=1](https://www.human.de/es/productos/quimica-clinica/reactivos/sustratos-y-metabolitos/?sword_list[]=hdl&no_cache=1)
- Hernández-Merino, A. 2016. Anemias en la infancia y adolescencia. Clasificación y diagnóstico. *Pediatr Integral*, 20: 287- 296.
- Ilyas, M., Arshad, M.U., Saeed, F. & Iqbal, M. 2015. Antioxidant potential and nutritional comparison of moringa leaf and seed powders and their tea infusions. *J. Anim. Plant Sci.* 25: 226-233.
- ISO 20483:2013. Cereals and pulses determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content-Kjeldahl method.
- ISO 760:1978. Determination of water-Karl Fischer method (general method).
- Jacobs, D.R. & Tapsell, L.C. 2007. Food, not nutrients, is the fundamental unit of nutrition. *Nutrition Reviews*. 65: 439-450.
- James, A. & Zikankub, V. 2017. *Moringa oleifera* a potential tree for nutrition security in sub-Saharan Africa. *American Journal of Research Communication*, 5(4):1-14. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/325803681\\_Moringa\\_oleifera\\_a\\_potential\\_tree\\_for\\_nutrition\\_security\\_in\\_sub-Saharan\\_Africa](https://www.researchgate.net/publication/325803681_Moringa_oleifera_a_potential_tree_for_nutrition_security_in_sub-Saharan_Africa)
- Jara, J., Yáñez, P., García, G. & Urquiza, C. 2018. Perfil antropométrico y prevalencia de sobrepeso y obesidad en adolescentes de la zona andina central de Ecuador. *Nutr. clín. diet.hosp* 38: 97-104.
- Jiménez, S. 2012. Intervenciones Nutricionales. En: Jiménez Acosta, S., Rodríguez Suárez, A., Placencia, D., Sánchez Regueiro, O. y Gay Rodríguez, J. *Temas de Nutrición Pública*. Tomo I. Editorial de Ciencias Médicas, La Habana, Cuba.
- Kawade, R. 2012. Zinc status and its association with the health of adolescents: a review of studies in India. *Glob Health Action*, 5:73-53.
- Kennedy, D.O. 2016. B Vitamins and the Brain: Mechanisms, Dose and Efficacy. A Review. *Nutrient*, 8:68-97
- Kumar-Saini, R., Sivanesan, I. & Keum, Y-S. 2016. Phytochemicals on *Moringa oleifera* a review of their nutritional, therapeutic and industrial significance. *Biotech*, 6:203.
- Kumssa, J. B., Joy, E. J. M., Young, S. D., Odee, D. W., Ander, E. L. & Broadley, M. R. 2017. Variation in the mineral element concentration of *Moringa oleifera* Lam. and *M. stenopetala* (Bak. f.) Cuf.: Role in human nutrition. *PLoS ONE*, 12:1-26.
- Lalas, S., Athanasiadis, V., Karageorgou, I. BatrGeorge, G., Nanos, D. & Makis, D. 2017. Nutritional Characterization of Leaves and Herbal tea of *Moringa oleifera* Cultivated in Greece *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*. 23:320-333
- Leone, A., Fiorillo, Criscuoli, F., Ravasenghi, S., Santagostini, L., Fico, G., Spadafranca, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Pozzi, F., Di Lello, S., Filippini, S. & Bertoli, S. 2015. Nutritional Characterization and Phenolic Profiling of *Moringa oleifera* Leaves Grown in Chad, Sahrawi Refugee Camps, and Haiti. *Int. J. Mol. Sci.* 16:18923-18937.
- Madukwe, E. U., Ugwuoke, A. L & Ezeugwu, J. O. 2013. Effectiveness of dry *Moringa oleifera* leaf powder in treatment of anaemia. *Int. J. Med. Med. Sci.* 5:226-228.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., Carter, L. 2006. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK). Manual ISAK. [Online]. Disponible en: <https://antropometriaafisicaend.files.wordpress.com/2016/09/manual-isak-2005-cineantropometria-castellano1.pdf>
- Mbikay, M. 2012. Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: a review. *Frontiers in Pharmacology*. 3:1-12.
- Martin, C., Martin, G., García, A., Fernández, T., Hernández, E. & Puls, J. 2013. Potential applications of *Moringa oleifera*. A critical review. *Pastos y Forrajes*, 36, 137-149.
- Método de análisis Spectroquant NOVA60 14537, nitrógeno total.
- Método de análisis Spectroquant NOVA60 14729, fósforo total.
- Metwally, F., Rashad, H., Ahmed, H., Mahmoud, A., Raouf, E. & Abdalla, A. 2017. Molecular mechanisms of the anti-obesity potential effect of *Moringa oleifera* in the experimental model. *Asian Pac J Trop Biomed*, 7:214-221.
- Montilva de Mendoza, M. 2010. Desafíos de la nutrición comunitaria en Latinoamérica. *Rev Esp Nutr Comunitaria*, 16:41-44.

- Moyo, B., Masika, P., Hugo, A & Muchenje, V. 2011. Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*, 12:925-933.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 522:2013, harinas de origen vegetal. determinación de la fibra cruda.
- Official Methods of Analysis 980.02, Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 20th Edition 2016, Volumen 1.
- Oliver, Q., Benetti, J. P. & Akrtagaveytia, L. 2006. Adolescencia y Participación. UNICEF, Uruguay.
- OMS. (2011a). Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. Ginebra, Organización Mundial de la Salud (WHO/NMH/NHD/MNM/11.1), Recuperado de: [http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin\\_es.pdf](http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf)
- OMS. (2011b). 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), Recuperado de: [http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin\\_es.pdf](http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf)
- Oyeyinka, A.T. & Oyeyinka, S.A. (2018). Moringa oleifera as a food fortificant: Recent Trends and Prospects. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Science*, 17, 127-136.
- Ramírez-Vélez, R., Ortega, JG., Mosquera- Escudero, M. & Aguilar de Plata, AC. 2011. Centiles de lípidos séricos en adolescentes de Colombia. *Endocrinol Nutr.* 58:395-400.
- Rodríguez-Domínguez, L., Díaz, M. E., Ruiz-Álvarez, V., Hernández-Hernández, H., Herrera-Gómez, V., Montero-Díaz, M., Mas-Gómez, M., Quintero- Alejo, E. & Díaz-Domínguez, M. 2013. Relación entre lípidos séricos y glucemia con índice de masa corporal y circunferencia de la cintura en adolescentes de la secundaria básica Protesta de Baraguá-Cuba. *Perspect Nutr Humana*. 15:135-148.
- Rodríguez-Suárez, A. & Jiménez-Acosta, S. 2012. Nutrición Pública. Editorial Ciencias Médicas. La Habana, Cuba.
- Rodríguez-Suárez, A & Mustelier, H. 2003. Ceres+. Sistema Automatizado para la Evaluación de Encuestas de Consumo de Alimentos. FAO.
- Sánchez-Machado, D., Núñez-Gastélum, J., Reyes-Moreno, C., Ramírez-Wong, B. & López-Cervantes, J. 2009. Nutritional Quality of Edible Parts of *Moringa oleifera*. *Food Analytical Methods*, 3 (3): 1-7.
- Serafico M. E., Perlas, L. A., Magsadia, C. R., Desnacido, J. A., Viajar, R. V., Rongavilla, E. O., Azana, G. P. & Trinidad, T. P. 2017. Efficacy of Malunggay (*Moringa oleifera*) leaves in improving the iron and vitamins A and B status of Filipino schoolchildren. *Acta Horti*, 1158:293-301.
- Shokery, E. S., El-Ziney, M. G., Yossef, A. H. & Mashaly, R. I. 2017 Effect of Green Tea and Moringa Leave Extracts Fortification on the Physicochemical, Rheological, Sensory and Antioxidant Properties of Set-Type Yoghurt. *J Adv Dairy Res* 5:179-189
- Simonsohn, B. 2012. Moringa oleifera Lam. El milagroso árbol comestible. E-book [www.moringa-europa.eu](http://www.moringa-europa.eu)
- Singh, Y. & Prasad, K. 2013. Moringa oleifera leaf as functional food powder: characterization and uses. *International Journal of Agriculture and food science technology*, 4:317-324.
- Stohs, S. & Hartman, M. 2015. Review of the Safety and Efficacy of Moringa oleifera. *Phytother. Res.* 29: 796–804
- Suzana, D., Suyatna, F.D. Azizahwati, Andrajati, R. & Sari, S.P. 2017. Effect of Moringa oleifera Leaves Extract Against Hematology and Blood Biochemical Value of Patients with Iron Deficiency Anemia. *J Young Pharm.* 9:79-84.
- Torras, E. (2002). Grupos de adolescentes. Cuadernos de Psiquiatría y psicoterapia del niño y del adolescente, 33/34, 135-135. Disponible en: <http://www.sepyrna.com/articulos/grupos-adolescentes/>
- Udechukwu, M. C., Abbey, L., Nwodo, U., Udenigwe, C. C. 2018. Potential of *Moringa oleifera* seeds and leaves as functional foods ingredients for human health promotion. *Journal of Food & Nutrition Research*, 57 (1): 1-14.
- Vásquez-Giler, Y. A., González-Hernández, A., Macias-Moreira, P. & Carrillo-Farnés, O. 2017. Análisis de la Situación de Salud en Cerro Guayabal. *Qhalikay*.1:29-39.
- Wang, Y., Lim, H. & Caballero B. 2014. Use and Interpretation of Anthropometry. En: Ross, A., Caballero, B., Cousins, R. J., Tucker, K. L. y Ziegler, T. R. (eds.) *Modern Nutrition in Health and Disease*, 11<sup>o</sup> edition, Filadelfia.
- Wang, Y., Moreno, L. A., Caballero, B. & Cole, T. J. 2006. Limitations of the current world health organization growth references for children and adolescents. *Food Nutr Bull Growth Standard*. 4:175-188.
- Wei Lu, J., Wang, H.J., Zhang, S.G., & G.H.Qi. 2016. Evaluation of *Moringa oleifera* leaf in laying hens: effect on laying performance, egg quality, plasma biochemistry and plasma histopathological indices. *Italian Journal of Animal Science*. 15:658- 665
- WHO. 2009. Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2005. WHO Global Database on Vitamin A Deficiency? Geneva
- World Medical Association (2013). Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. Disponible en: <https://www.wma.net/wpcontent/uploads/2016/11/DoH-Oct2013-JAMA.pdf>