

Nutritional composition in leaves of 20 genotypes of *Moringa oleifera* Lam

Composición nutricional en hojas de 20 genotipos de *Moringa oleifera* Lam

Díaz-Fuentes, Víctor. H.^{1*}; Ruíz-Cruz, Pablo A.¹; Gálvez-Marroquín, Luis A.¹; Martínez-Valencia, Biaani B.¹; Nájera-Domínguez, Wendy¹

¹Campo Experimental Rosario Izapa. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Kilómetro 18. Carretera Tapachula-Cacahoatán. Tuxtla Chico, Chiapas. C. P. 30870. ²Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca-INIFAP. Melchor Ocampo No. 7, Santo Domingo Barrio Bajo, ETLA, Oaxaca. C. P. 68200.

*Autor para correspondencia: diaz.victor@inifap.gob.mx

ABSTRACT

Objective: Determine the nutritional composition of fresh and dehydrated leaves of 20 *Moringa oleifera* Lam genotypes.

Design/morphology/approach: The vegetative material was obtained from three-year-old trees of 20 genotypes of *Moringa oleifera*, established in the Experimental station Rosario Izapa of INIFAP. For the proximal analysis, the standardized methods recommended by national and international standards were used.

Results: The highest nutrient content was found in the dehydrated leaves, in which high average contents of crude protein were found (26.9 g/100g); calcium (2560.8 mg/100g); iron (12.5 mg/100g) and potassium (1976 mg/100g), as well as acceptable average crude fiber contents (9.5 g/100g); fat (5.7 g/100g); carbohydrates (42.9 g/100g); energy value (330.4 kcal/100g); zinc (4.9 mg/100g); sodium (95.1 mg/100g); magnesium (408.3 mg/100g) and phosphorus (271.6 mg/100g). The highest contents of crude protein, zinc, potassium and phosphorus, iron and calcium were registered in the genotypes RIMOR10 and RIMOR 6.

Limitations on the study/implications: It is necessary to validate the nutritional content of moringa leaves in other environmental conditions different from the study area.

Findings/conclusions: Dehydrated moringa leaves have a high content of crude protein, iron, calcium and potassium, as well as acceptable contents of crude fiber, fat, carbohydrates, energy value, zinc, sodium, magnesium and phosphorus, higher than other foods, so that its consumption is considered a viable alternative to complement the traditional diet to reduce the problem of malnutrition in Mexico.

Keywords: Nutritional facts, leaves.

RESUMEN

Objetivo: Determinar la composición nutricional de hojas frescas y deshidratadas de 20 genotipos de Moringa (*Moringa oleifera* Lam).



Diseño/metodología: El material vegetal se obtuvo de árboles de tres años de edad de 20 genotipos de *M. oleifera*, establecidos en el Campo Experimental Rosario Izapa del INIFAP. Para el análisis proximal se utilizaron los métodos estandarizados y recomendados por las normas nacionales e internacionales.

Resultados: El mayor contenido de nutrientes se encontró en las hojas deshidratadas, con contenidos promedio altos de proteína cruda (26.9 g/100g); calcio (2560.8 mg/100g); hierro (12.5 mg/100g) y potasio (1976 mg/100g), así como contenidos promedio aceptables de fibra cruda (9.5 g/100g); grasa (5.7 g/100g); carbohidratos (42.9 g/100g); valor energético (330.4 Kcal/100g); zinc (4.9 mg/100g); sodio (95.1 mg/100g); magnesio (408.3 mg/100g) y fósforo (271.6 mg/100g). Los mayores contenidos de proteína cruda, zinc, potasio y fósforo, hierro y calcio se registraron en los genotipos RIMOR 10 y RIMOR 6.

Limitaciones del estudio/implicaciones: Se considera necesario validar el contenido nutricional de hojas de moringa, en condiciones ambientales distintas a las del área de estudio.

Hallazgos/conclusiones: Las hojas deshidratadas de moringa poseen un alto contenido de proteína cruda, hierro, calcio y potasio, así como contenidos aceptables de fibra cruda, grasa, carbohidratos, valor energético, zinc, sodio, magnesio y fósforo, superior al de otros alimentos, por lo que su consumo se considera una alternativa viable como complemento de la dieta tradicional para reducir el problema de desnutrición en México.

Palabras clave: Valores nutricionales, hojas

humedad, cenizas, proteínas, fibra cruda, grasa, carbohidratos, hierro, zinc, sodio, potasio, magnesio, calcio, fósforo y calorías en las hojas frescas y deshidratadas. Los análisis se realizaron por triplicado.

Determinación del contenido de Humedad

Se basó en la norma NOM-116-SSA1-1994. Se pesaron 3 g de muestra en un crisol de porcelana con peso constante, y se colocaron en una estufa a $100 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 4 h. Posteriormente se enfriaron durante 1 h en el desecador y se pesaron en una balanza analítica. El valor obtenido se expresó en porcentaje.

Deshidratación de hojas

Las hojas correspondientes a cada muestra se deshidrataron en una estufa a $55 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 72 h. Posteriormente fueron molidas en un molino de cuchillas tipo Wiley a un tamaño de partícula de 1 mm.

Determinación de cenizas

Se pesaron 3 g de muestra seca en un crisol de porcelana con peso constante. Posteriormente las muestras se carbonizaron en Parrilla e introdujeron en una mufla a $550 \pm 25 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 6 h para eliminar el contenido de materia orgánica. Después se enfriaron durante 2 h en un desecador y pesaron en balanza analítica (Norma NMX-F-607-NORMEX-2013). El valor obtenido se reporta en $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$.

Determinación de proteína cruda

Se realizó la digestión de la muestra utilizando 250 mg de ácido sulfúrico concentrado y mezcla de catalizadores a $400 \text{ }^\circ\text{C}$. Se realizó una destilación con hidróxido de sodio al 10 N y ácido bórico al 1%. Se tituló con solución de ácido sulfúrico 0.05 N. El contenido de proteínas

INTRODUCCIÓN

La moringa (*Moringa oleifera* Lam), es un árbol nativo de las estribaciones del sur de la cordillera de los Himalayas, en una franja que abarca el noreste de Pakistán, parte de Nepal, norte de la India y noroeste de Bangladesh (Olson y Fahey, 2011). En los últimos años su cultivo se ha incrementado en las áreas tropicales y subtropicales del mundo, debido a sus aplicaciones en la nutrición humana, la medicina e industria (Díaz *et al.*, 2015). En la actualidad, uno de los principales usos de la moringa es el consumo de su follaje con fines nutricionales, debido a que sus hojas frescas o deshidratadas constituyen una fuente excepcional de proteínas, minerales, vitaminas, así como de compuestos antioxidantes (Fuglie, 2001; Anwar *et al.*, 2005; Windépagnde *et al.*, 2011; Olson y Fahey, 2011). Con base en lo anterior, se evaluaron, mediante análisis proximal, hojas frescas y deshidratadas de 20 genotipos de moringa, para determinar su composición nutrimental.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal se obtuvo de árboles de tres años de edad de 20 genotipos de *Moringa oleifera* Lam., del Campo Experimental Rosario Izapa, en Tuxtla Chico, Chiapas, México (Figura 1). Se recolectaron 2.0 kg de hojas frescas de cada árbol. Las muestras se envasaron en bolsas de papel y enviaron al Laboratorio para su análisis proximal. Se determinó el contenido de



Figura 1. Plantas adultas y hojas para proceso de *Moringa oleifera* Lam.

fue calculado con el factor de conversión 6.25 (Norma NMX-F-608-NORMEX-2011). El valor obtenido se reporta en $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$.

Determinación de fibra cruda

La digestión ácida-alcalina se realizó con digestor ANKOM, solución de ácido sulfúrico 0.255 N y solución de hidróxido de sodio 0.313 N, para eliminar proteínas, azúcares, almidón, lípidos y porciones de lignina. Se obtuvo 5% de residuo que constituye la fibra cruda. Posteriormente el residuo fue lavado con agua caliente y filtrado en crisol Gooch (Norma NMX-F-613-NORMEX-2003). El valor obtenido se reporta en $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$.

Determinación de contenido de aceite

Se pesaron 2 g de muestra seca colocadas en un cartucho y se introdujeron en un sistema de extracción tipo Soxhlet. Se agregó hexano como solvente. La extracción se realizó durante 7 h. Posteriormente, las muestras se secaron durante 4 h en una estufa a $55 \text{ }^\circ\text{C}$. Se enfriaron por 1 h en el desecador y se pesaron en una balanza calibrada, basados en la metodología descrita por la norma NMX-F-615-NORMEX-2004.

Determinación de carbohidratos

Los carbohidratos totales se determinaron por diferencia de $100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ proteína} + \% \text{ fibra} + \% \text{ aceite})$, datos que fueron tomados de los análisis que se realizaron anteriormente.

Determinación de calcio, magnesio, hierro, zinc, potasio, sodio, fósforo.

Se pesaron 500 mg de la muestra en un crisol de porcelana. Se colocaron en una mufla aumentando la temperatura hasta $500 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 2 h. Las muestras se sacaron, enfriaron a temperatura ambiente y se colocaron en un matraz volumétrico de 50 mL junto con 10 mL de solución de HCl. Para la determinación de calcio, magnesio, hierro, zinc, potasio y sodio se utilizó la metodología descrita por McKean (1993), que consistió en analizar el calcio, magnesio, hierro y zinc en espectrofotómetro de absorción atómica a 422.7 nm, 285.2 nm, 213.9 nm y 248.3 nm de longitud de

onda respectivamente. Para sodio y potasio se realizaron las mediciones por emisión en un espectrofotómetro de absorción atómica a 589.0 nm y 766.5 nm respectivamente. Para la determinación de fósforo se realizó una digestión colocando 250 mg de muestra en tubos de 50 ml y se agregaron 5 mL de muestra ácida (nitrato-perclórico 2:1). Se colocaron los tubos en un digestor a temperatura de $220 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 2 h. Se sacaron, enfriaron y mantuvieron en reposo hasta que la solución fue clara. Se tomaron 2 mL de muestra, 2 mL de patrón de fosfato y 18 mL de solución de trabajo para el desarrollo del color y colocaron en un tubo. Se mantuvieron en reposo durante 20 min. Las muestras se leyeron en espectrofotómetro a 660 nm de longitud de onda.

Determinación de calorías

Las muestras se colocaron en bomba calorimétrica y calentaron a temperatura constante en la cámara de reacción. Se midió el cambio en la temperatura del agua, para determinar la energía liberada por la muestra al ser quemada. Con dicho valor se determinaron las calorías de la muestra. El valor energético se expresó en kilocalorías. Los datos obtenidos del análisis proximal se analizaron

mediante estadística descriptiva por medio del SAS proc means (2003). Se calculó el valor promedio correspondiente a los 20 genotipos de moringa en evaluación y la desviación standard.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los casos los contenidos de cenizas, proteína cruda, fibra cruda, grasa, carbohidratos, calorías y minerales (con excepción del sodio), fueron mayores en hojas deshidratadas que en hojas frescas (Cuadros 1 y 2) (Anward et al., 2005; Oduro et al., 2008; Windépagnde et al., 2011; Moyo et al., 2011; Garavito, 2008; Olson y Fahey, 2011; Offor et al., 2014; Díaz et al., 2015; Ogbey y John, 2011).

Los resultados obtenidos demuestran que las hojas deshidratadas de moringa poseen un alto contenido de proteína cruda, hierro, calcio y potasio, así como contenidos aceptables de fibra cruda, grasa, carbohidratos, valor energético, zinc, sodio, magnesio y fósforo. Como referente del alto valor nutricional de las hojas deshidratadas de moringa, se utilizan los contenidos nutrimentales de algunos de los alimentos comunes reportados por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP, 2012). En lo que respecta a proteínas, el contenido es superior al del frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) (22.7 g 100 g⁻¹) y huevo de gallina (12.58 g 100 g⁻¹) y, relativamente

menor al de la leche descremada en polvo (36.16 g 100 g⁻¹). En lo concerniente a hierro, el contenido es mayor al del frijol negro (7.10 g 100 g⁻¹) y lenteja (*Lens culinaris* Mediki) (7.54 g 100 g⁻¹) y formulas infantiles comerciales enriquecidas con dicho mineral (7.80 a 9.50 mg 100 g⁻¹). En calcio el contenido es superior al de la leche de vaca descremada en polvo (1,257 g 100 g⁻¹) y formulas infantiles comerciales (320 a 920 mg 100 g⁻¹). En potasio, el contenido es mayor al de la leche de vaca descremada en polvo (1794 mg 100 g⁻¹), frijol soya (*Glycine max* L.) (1797 mg 100 g⁻¹), lenteja (955 mg 100 g⁻¹) y plátano maduro (*Musa paradisiaca* L.) (499 mg 100 g⁻¹).

Cuadro 1. Contenido de humedad, cenizas, proteína cruda, fibra cruda, grasa, carbohidratos y valor energético en hojas frescas (HF) y hojas deshidratadas (HD) de 20 genotipos de moringa *Moringa oleifera* Lam.

Genotipo	Humedad (g 100g ⁻¹)		Cenizas (g 100g ⁻¹)		Proteína cruda (g 100g ⁻¹)		Fibra cruda (g 100g ⁻¹)		Grasa (g 100g ⁻¹)		Carbohidratos (g 100g ⁻¹)		Valor energético (kcal)	
	HF	HD	HF	HD	HF	HD	HF	HD	HF	HD	HF	HD	HF	HD
RIMOR 1	77.6	4.9	2.2	7.9	6.1	24.5	1.2	6.4	0.9	4.3	11.8	52.0	79.9	344.8
RIMOR 2	74.9	6.6	3.1	8.0	6.5	26.2	1.6	7.2	1.1	4.1	12.7	48.0	86.7	333.1
RIMOR 3	73.4	6.4	2.0	7.5	9.2	24.9	1.6	7.5	1.1	4.4	12.6	49.4	97.5	336.3
RIMOR 4	74.2	5.6	2.9	10.4	6.7	24.3	1.6	10.8	1.4	7.5	13.2	41.4	92.2	329.9
RIMOR 5	74.1	6.3	2.3	8.2	6.5	27.6	1.9	7.6	1.2	4.2	14.0	46.0	92.7	332.6
RIMOR 6	75.9	5	2.9	11.1	7.1	25.9	0.8	9.8	0.9	5.3	12.4	42.9	85.4	322.6
RIMOR 7	74.9	3.9	2.6	9.9	6.3	30.1	0.7	11.5	1.5	7.0	13.9	37.6	93.9	333.4
RIMOR 8	73.8	4.7	2.0	7.9	7.0	26.5	1.2	6.7	1.0	4.0	14.9	50.0	96.8	342.5
RIMOR 9	75.3	3.1	2.5	9.1	7.6	29.8	0.7	11.3	1.6	8.2	12.2	38.4	94.0	346.4
RIMOR 10	75	4.8	2.5	8.0	5.5	30.1	0.8	11.0	1.1	4.7	14.9	41.3	91.9	328.2
RIMOR 11	73.5	6.4	2.5	10.0	6.7	24.0	0.8	11.7	1.7	6.3	14.7	41.6	100.8	319.0
RIMOR 12	73	5.8	3.0	8.2	6.2	27.7	0.9	9.1	0.8	4.8	16.1	44.3	96.4	331.0
RIMOR 13	71.8	6	2.8	7.6	5.4	29.4	1.5	8.9	1.1	5.3	17.4	42.9	100.9	336.2
RIMOR 14	72.5	6.5	2.9	7.4	6.5	29.0	1.3	8.6	1.2	5.7	15.6	42.8	99.1	338.3
RIMOR 15	68.9	5.7	3.0	10.9	7.8	25.7	1.0	8.8	1.1	6.2	18.2	42.7	113.8	329.1
RIMOR 16	70.1	5.4	3.1	10.3	7.5	27.3	0.8	11.6	1.3	8.7	17.1	36.6	110.0	334.1
RIMOR 17	71.6	5.6	3.3	11.2	7.2	23.5	1.2	13.8	1.3	6.4	15.3	39.6	101.8	309.6
RIMOR 18	71.9	6.6	3.3	11.5	6.2	26.2	1.0	9.3	1.1	5.5	16.4	40.9	100.5	317.7
RIMOR 19	76.6	7.1	2.4	10.6	6.6	28.3	1.1	10.0	1.3	5.1	12.0	38.9	86.0	314.8
RIMOR 20	75.6	7.2	2.6	10.4	7.2	27.2	1.1	7.9	1.4	6.2	12.0	41.1	89.2	329.2
Promedio	73.7	5.7	2.7	9.3	6.8	26.9	1.1	9.5	1.2	5.7	14.4	42.9	95.5	330.4
Desv. Standard	2.1	1	0.4	1.4	0.9	2.1	0.3	2.0	0.2	1.4	2.0	4.2	8.2	9.8

Cuadro 2. Contenido de minerales en 20 genotipos de moringa *Moringa oleifera* Lam.

Genotipo	Hierro (mg 100g ⁻¹)		Zinc (mg 100g ⁻¹)		Sodio (mg 100g ⁻¹)		Potasio (mg 100g ⁻¹)		Magnesio (mg 100g ⁻¹)		Calcio (mg 100g ⁻¹)		Fósforo (mg 100g ⁻¹)	
	HF	HD	HF	HD	HF	HD	HF	HD	HF	HD	HF	HD	HF	HD
RIMOR 1	10.3	13.9	1.9	4.6	153.4	70.0	492.3	2046.1	216.8	413.0	1312.5	2192.3	35.8	239.9
RIMOR 2	6.4	8.8	1.5	5.8	80.4	93.0	542.3	2081.3	214.5	382.8	1586.1	2133.6	35.3	250.3
RIMOR 3	3.7	12.2	2.2	5.3	101.2	94.4	547.9	2066.1	177.5	419.9	1572.4	2119.7	49.7	245.1
RIMOR 4	5.1	11.5	1.8	5.2	101.8	146.0	533.5	1945.9	201.9	380.4	1889.0	3249.4	37.5	234.7
RIMOR 5	4	10.1	2.1	4.8	84.4	112.3	537.6	2132.1	169.8	463.1	1148.1	2509.2	51.3	294.3
RIMOR 6	3.8	18.7	2.1	5.3	76.4	85.0	550.6	1902.0	199.2	351.9	1813.9	3436.9	50.7	260.6
RIMOR 7	4.6	13.6	1.8	4.3	90.0	68.0	478.1	1871.0	179.9	344.4	2120.7	2768.8	30.9	265.8
RIMOR 8	2.9	16.6	1.9	4.0	93.3	102.2	575.5	1627.4	206.1	420.0	1940.1	2542.9	46.4	198.4
RIMOR 9	3.8	13.2	2.0	5.4	138.5	78.6	468.5	1691.1	204.9	441.8	1406.4	2921.8	38.5	260.6
RIMOR 10	4.9	11.9	2.0	5.6	95.7	81.6	503.6	2313.3	217.5	278.0	1540.4	1991.3	56.4	369.4
RIMOR 11	5.4	12.4	2.2	4.5	133.3	126.9	623.0	2148.8	192.4	401.9	1090.3	2847.7	58.5	245.1
RIMOR 12	5.9	10.9	2.4	4.7	87.1	87.8	601.5	2213.5	262.1	289.8	1645.1	2120.3	53.7	193.3
RIMOR 13	5.3	8.8	1.8	5.4	94.5	80.2	600.6	2257.6	220.6	297.7	1246.8	1871.8	60.0	359.1
RIMOR 14	5.8	9.8	2.2	5.0	98.6	93.9	599.5	2018.0	240.6	249.4	1554.2	1755.5	30.8	322.8
RIMOR 15	5.9	16.6	2.1	5.0	72.4	107.7	528.0	1813.2	277.1	413.0	1415.8	3012.8	74.3	278.8
RIMOR 16	9.9	13.7	2.9	4.1	87.0	99.6	530.6	1908.9	272.9	432.3	1436.3	2783.4	78.6	276.2
RIMOR 17	6.3	12	3.2	4.6	100.5	113.0	482.0	1849.8	303.8	554.6	2019.7	3305.2	65.4	255.4
RIMOR 18	5.3	10.6	2.1	5.3	76.7	110.2	522.0	1686.8	288.7	733.1	1652.4	3307.5	74.6	276.2
RIMOR 19	3.8	9.9	2.4	4.8	98.1	73.2	481.4	2106.4	224.3	451.6	1322.9	1708.4	64.4	307.3
RIMOR 20	4.2	18.3	3.0	5.1	81.2	78.9	434.4	1840.5	254.7	447.2	1429.7	2637.9	55.1	299.5
Promedio	5.5	12.5	2.2	4.9	97.2	95.1	531.6	1976.0	226.3	408.3	1557.1	2560.8	52.4	271.6
Desv. Standard	2.4	2.9	0.4	0.5	20.8	19.5	49.5	189.2	37.7	103.1	277.7	536.3	14.2	44.0

En lo que respecta al contenido de proteína cruda, se destaca el hecho de que aún y cuando otras plantas poseen altos contenidos de proteínas, estas se encuentran principalmente en sus frutos (como es el caso de las leguminosas), mientras que, en moringa, la mayor concentración se encuentra en el follaje, mismo que se encuentra disponible prácticamente en cualquier época (Olson y Fahey, 2011). Por otra parte, el contenido de calcio es tan alto que el consumo de las hojas secas constituye una importante aportación del mismo a la dieta humana, casi equiparable a la aportación que se obtiene con el consumo de leche en polvo, cuyo contenido es de 13 mg g⁻¹ de calcio.

De acuerdo con lo anterior, y como es destacado por Olson y Fahey (2011), la harina del follaje de moringa puede equipararse en el contenido de proteína y calcio con el de la leche en polvo, a un costo de producción notablemente más bajo que la leche.

Genotipos sobresalientes por contenido de nutrientes y minerales

Para fines de nutrición humana, por su alto contenido de nutrientes y minerales en hojas deshidratadas, destacan los genotipos RIMOR 10 (proteína cruda, zinc, potasio y fósforo) y el genotipo RIMOR 6 (hierro y calcio) (Cuadro 3).

CONCLUSIONES

Las hojas deshidratadas de moringa poseen un alto contenido de proteína cruda, hierro, calcio y potasio, así como contenidos aceptables de fibra cruda, grasa, carbohidratos, valor energético, zinc, sodio, magnesio y fósforo. Dicho contenido nutricional es en algunos casos, superior al de otros alimentos, por lo que su consumo se considera una alternativa viable como complemento de la dieta tradicional.

Cuadro 3. Genotipos de moringa con mayor contenido de nutrientes y minerales en hojas deshidratadas.

Variable	Genotipo	Contenido de nutriente
Proteína cruda	RIMOR 10	30.1 g 100 g ⁻¹
Fibra cruda	RIMOR 17	13.8 g 100 g ⁻¹
Grasa	RIMOR 16	8.7 g 100 g ⁻¹
Carbohidratos	RIMOR 1	52.0 g 100 g ⁻¹
Calorías	RIMOR 9	346.4 kcal 100g ⁻¹
Hierro	RIMOR 6	18.7 mg 100 g ⁻¹
Zinc	RIMOR 10	5.6 mg 100 g ⁻¹
Sodio	RIMOR 4	146.0 mg 100 g ⁻¹
Potasio	RIMOR 10	2313.3 mg 100 g ⁻¹
Magnesio	RIMOR 18	733.1 mg 100 g ⁻¹
Calcio	RIMOR 6	3436.9 mg 100 g ⁻¹
Fósforo	RIMOR 10	369.4 mg 100 g ⁻¹

LITERATURA CITADA

- Anwar, F., Ashraf, M. & Bhanger, M.I. (2005). Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 82: 45.
- Díaz-Fuentes, V. H., Avendaño-Arrazate C. H., Reyes-Reyes A. L. (2015). *Moringa (Moringa oleifera Lam.)* Diversidad en México. INIFAP. Campo Experimental Rosario Izapa. Folleto Técnico Número 35. Tapachula, Chiapas, México. 67 p.
- Fuglie, L. J. (2001). Combating malnutrition with Moringa. In: The miracle tree: the multiple attributes of Moringa. (Ed. L.J. Fuglie). CTA Publication. Wageningen, The Netherlands. 117 pp.
- Garavito, U. (2008). *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel. Febrero de 2018. http://www.engormix.com/moringa_oleifera_alimento_ecologico_s_articulos_1891_AGR.htm
- Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (2012). Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Recuperado de <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/>
- McKean, S. J. (1993). Manual de Análisis de suelo y Tejido vegetal. 1er. Ed. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 103 p.
- Moyo, B., Masika, P. J., Hugo, A., Muchenje, V. (2011). Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*, 10(60), 12925-12933.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-116-SSA1-1994. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico, mediante método por arena o gasa.
- Norma Oficial Mexicana. NMX-F-613-NORMEX-2003. Determinación de fibra cruda en alimentos.
- Norma Oficial Mexicana. NMX-F-615-NORMEX-2004. Determinación de extracto etéreo (método Soxhlet) en alimentos.
- Norma Oficial Mexicana. NMX-F-608-NORMEX-2011. Determinación de proteínas en alimentos.
- Norma Oficial Mexicana. NMX-f-607-NORMEX-2013. Determinación de cenizas en alimentos.
- Oduro, I., Ellis, W.O., Owusu, D. (2008). Nutritional potential of two leafy vegetables: *Moringa oleifera* and *Ipomoea batata* leaves. *Scientific Research and Essay* 3(2): 57-60. Recuperado de <http://www.academicjournals.org/SRE>
- Offor, I. F., Ehiri, R. C., Njoku, C. N. (2014). Proximate Nutritional Analysis and Heavy Metal Composition of Dried *Moringa oleifera* Leaves from Oshiri Onicha L.G.A, Ebonyi State, Nigeria. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(1), 57-62.
- Ogbe, A. O., John, P. A. (2011). Proximate study, mineral and anti-nutrient composition of *Moringa oleifera* leaves and potential benefits in poultry nutrition and health. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science*, 1(3), 296-308.
- Olson, M. E., Fahey, J. W. (2011). *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(4), 1071-1082.
- Windépagnde, Y. C., Daba, B. M., Savadogo, A., Augustin, N. P., Alfred, T. S. (2011). Determination of chemical composition and nutritional values of *Moringa oleifera* leaves. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(3), 264-268.

